

Единица количества вещества—моль—введена в качестве седьмой основной единицы СИ по решению XIV Генеральной конференции по мерам и весам в 1971 г. **Моль** — количество вещества системы, в котором содержится столько же структурных элементов (молекул, атомов, ионов электронов, других частиц или специфицированных групп частиц), сколько атомов содержится в 0,012 кг нуклида¹² С (изотопа углерода с атомной массой 12).

Производные единицы измерения и соотношения между единицами в разных системах приведены в табл. П.3.

§ 5. Формулы размерностей

1. Основными единицами механических величин в системах СИ и СГС служат единицы длины, массы и времени. Обозначим их соответственно через L , M и T (см. табл. П.1). Тогда всякую производную единицу в вышеупомянутых системах можно выразить символически через L , M и T .

2. Соотношение, определяющее связь между данной производной единицей и основными единицами системы, называют **формулой размерности**. В формуле размерности указаны алгебраические действия, необходимые для выражения производной единицы через основные. Например, численное значение площади получают при перемножении числовых значений двух отрезков длины, поэтому формула размерности площади имеет вид:

$$[S] = LL = L^2.$$

Квадратные скобки означают, что имеется в виду «размерность» той величины, обозначение которой заключено в этих скобках.

Скорость в случае равномерного прямолинейного движения выражается частным от деления числа единиц длины, в которых измерен путь, на число протекших единиц времени, поэтому размерность скорости

$$[v] = \frac{L}{T} = LT^{-1}.$$

Размерность ускорения найдем из выражения для ускорения в случае равнопеременного прямолинейного движения $a = (v_2 - v_1)/t$, откуда $[a] = [v]/[t] = LT^{-2}$.

Размерность силы можно определить, пользуясь одним из выражений для второго закона Ньютона: $F = ma$, откуда

$$[F] = [m] [a] = LMT^{-2}.$$

Размерность момента силы получаем из определения момента силы:

$$[M] = [F] [r] = L^2MT^{-2}$$

и т. д.

Основные единицы системы МКГСС обозначаются: L — единица длины, F — единица силы, T — единица времени. Соответственно этому в системе единиц МКГСС размерность момента силы

$$[M] = FL,$$

размерность работы

$$[A] = FL$$

и т. д.

Предлагаем читателю самостоятельно вывести формулы размерности для всех механических величин в системах единиц СИ, СГС и в системе МКГСС. В первых двух системах формулы размерности физических величин одинаковы, так как эти системы построены на основных единицах для одних и тех же физических величин.

3. Формулы размерности имеют большое практическое значение. Во-первых, они служат для проверки правильности физических уравнений — размерности правой и левой частей уравнения должны быть одинаковыми. Во-вторых, формулы размерности позволяют легко находить соотношения между производными единицами измерения в различных системах единиц. В-третьих, анализ размерностей позволяет в некоторых случаях вывести закон, которому подчиняется изучаемое явление.

Формулы размерностей для механических единиц приведены в табл. П.2, для величин, рассматриваемых в молекулярной физике, — в табл. П.3.

Единицы, формулы размерности и соотношения между единицами механических величин
в различных системах единиц

Величина	Обозначение	Размерность в системе		Единицы измерения			Соотношения между единицами в разных системах
		СИ, СГС	МКГСС	СИ	СГС	МКГСС	
Длина	l	L		м	см		1 м = 100 см
Масса	m	M	$L^{-1}FT^2$	кг	р	т.е.м	1 кг = 10^3 г = 0,102 т. е. м (т. е. м. — техническая единица массы)
Время		T	T	с	с	с	
Площадь	S	L^2	L^2	м ²	см ²	м ²	1 м ² = 10 ⁴ см ²
Объем	V	L^3	L^3	м ³	см ³	м ³	1 м ³ = 10 ⁶ см ³
Плотность	ρ	$L^{-3}M$	$L^{-4}FT^2$	кг/м ³	г/см ³	т.е.м./м ³	1 кг/м ³ = 10 ⁻³ г/см ³ = 0,102 т.е.м./м ³
Угол	φ	l	l	рад (радиан)	рад	рад	
Скорость	v	LT^{-1}	LT^{-1}	м/с	см/с	м/с	1 м/с = 100 см/с
Ускорение	a	LT^{-2}	LT^{-2}	м/с ²	см/с ²	м/с ²	1 м/с ² = 100 см/с ²
Угловая скорость	ω	T^{-1}	T^{-1}	рад/с	рад/с	рад/с	
Угловое ускорение	ε	T^{-2}	T^{-2}	рад/с ²	рад/с ²	рад/с ²	
Период	T	T	T	с	с	с	
Частота	ν	T^{-1}	T^{-1}	Гц (герц)	Гц	Гц	

Величина	Обозначение	Размерность в системе		Единицы измерения			Соотношения между единицами в разных системах
		СИ. СГС	МКГСС	СИ	СГС	МКГСС	
Сила	F	LMT^{-2}	F	Н (ньютон)	дин (дина)	кгс	$1 \text{ Н} = 10^5 \text{ дин} = 0,102 \text{ кгс}$
Удельный вес	γ	$L^{-2}MT^{-2}$	$L^{-2}F$	Н/м ³	дин/см ³	кгс/м ³	$1 \text{ Н/м}^3 = 0,1 \text{ дин/см}^3 = 0,102 \text{ кгс/м}^3$
Импульс	$K; mv$	LMT^{-1}	FT	$\frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}}$	$\frac{\text{г} \cdot \text{см}}{\text{с}}$	$\frac{\text{т} \cdot \text{е.м.} \cdot \text{м}}{\text{с}}$	$1 \text{ кг} \cdot \text{м/с} = 10^6 \text{ г} \cdot \text{см/с} = 0,102 \text{ т.е.м.} \cdot \text{м/с}$
Работа и энергия	$A; W$	L^2MT^{-2}	LF	Дж (джоуль)	эрг	кгс·м	$1 \text{ Дж} = 10^7 \text{ эрг} = 0,102 \text{ кгс} \cdot \text{м}$ (кгс·м — килограммометр)
Мощность	N	L^2MT^{-3}	LFT^{-1}	Вт (ватт)	эрг/с	кгс·м/с	$1 \text{ Вт} = 10^7 \text{ эрг/с} = 0,102 \text{ кгс} \cdot \text{м/с}$
Момент силы	M	L^2MT^{-2}	LF	Н·м	дин·см	кгс·м	$1 \text{ Н} \cdot \text{м} = 10^7 \text{ дин} \cdot \text{см} = 0,102 \text{ кгс} \cdot \text{м}$
Момент инерции	J	L^2M	LFT^2	кг·м ²	г·см ²	т·е.м·м ²	$1 \text{ кг} \cdot \text{м}^2 = 10^7 \text{ г} \cdot \text{см}^2 = 0,102 \text{ т.е.м.} \cdot \text{м}^2$
Момент импульса	L	L^2MT^{-1}	LFT	кг·м ² /с	г·см ² /с	т·е.м·м ² /с	$1 \text{ кг} \cdot \text{м}^2/\text{с} = 10^7 \text{ г} \cdot \text{см}^2/\text{с} = 0,102 \text{ т.е.м.} \cdot \text{м}^2/\text{с}$
Давление	p	$L^{-1}MT^{-2}$	$L^{-2}F$	Па	дин/см ²	кгс/м ²	$1 \text{ Па} = 10 \text{ дин/см}^2 = 0,102 \text{ кгс/м}^2$; внесистемная: $1 \text{ бар} = 10^6 \text{ Па}$

Единицы, формулы размерности и соотношения между единицами величин молекулярной физики

Величина	Обозначение	Формула размерности в системах СИ, СГС	Единицы			Соотношения между единицами
			СИ	СГС	внесистемные	
Температура	T	Θ	К (кельвин)	К (кельвин)	°С (градус Цельсия)	$1^\circ\text{C} = 1 \text{ K}$
Количество вещества	M/μ	моль	моль	моль	—	
Давление	p	$L^{-1}MT^{-2}$	Па (паскаль)	дин/см ²	атм бар мм рт. ст	$1 \text{ атм} = 1,013 \text{ бар} = 760 \text{ мм рт. ст.} = 1,013 \cdot 10^5 \text{ Па};$ $1 \text{ дин}/\text{см}^2 = 0,1 \text{ Па}$
Удельный объем	v	L^3M^{-1}	м ³ /кг	см ³ /г	—	$1 \text{ м}^3/\text{кг} = 10^3 \text{ см}^3/\text{г}$
Молярная масса	μ	$M \cdot \text{моль}^{-1}$	кг/моль	г/моль	—	
Количество теплоты	Q	L^2MT^{-2}	Дж	эрг	1 кал 1 ккал	$1 \text{ кал} = 4,1868 \text{ Дж}$ $1 \text{ ккал} = 10^3 \text{ кал}$
Коэффициент линейного расширения	α_l	T^{-1}	1/К	1/·К	—	
Коэффициент объемного расширения	α_v	T^{-1}	1/К	1/·К	—	
Удельная теплоемкость, удельная энтропия	c_s	$L^2T^{-2}\Theta^{-1}$	Дж/(кг·К)	эрг/(г·К)	кал/(г·°С) ккал/(кг·°С)	$1 \text{ ккал}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}) = 4186,8 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{K})$
Молярная теплоемкость	C	$L^2MT^{-2}\Theta^{-1} \text{ моль}^{-1}$	Дж/(моль × К)	эрг/(моль × К)	кал/(моль·°С) ккал/(кмоль·°С)	$1 \text{ ккал}/(\text{кмоль} \cdot ^\circ\text{C}) = 4,1868 \text{ Дж}/(\text{моль} \cdot \text{K})$

Величина	Обозначение	Формула размерности в системах СИ, СГС	Единицы			Соотношения между единицами
			СИ	СГС	внесистемные	
Удельная теплота фазового перехода	r	L^2T^{-2}	Дж/кг	эрг/г	кал/г; ккал/кг	1 ккал/кг = 4186,8 Дж/кг
Коэффициент диффузии	D	L^2T^{-1}	м ² /с	см ² /с	—	1 м ² /с = 10 ⁴ см ² /с
Коэффициент внутреннего трения	η	$L^{-1}MT^{-1}$	Па·с	дин·с/см ²	—	1 Па·с = 10 дин·с/см ²
Коэффициент теплопроводности	K	$LMT^{-3}\theta^{-1}$	Вт/(м·К)	эрг/(см·с·К)	кал/(см·с·°С)	1 кал/(см·с·°С) = = 418,68·10 ⁹ эрг/(см·с·К) = = 418,68 Вт/(м·К)
Коэффициент поверхностного натяжения	α	MT^{-2}	Н/м	дин/см	—	1 Н/м = 10 ⁹ дин/см
Универсальная газовая постоянная	R	$L^2MT^{-2}\theta^{-1}$ моль ⁻¹	Дж/(К·моль)	эрг/(К·моль)	л·атм/(°С·моль)	1 л·атм/(°С·моль) = = 24,2 кал/(°С·моль) = = 1,01·10 ⁹ эрг/(К·моль) = = 101 Дж/(К·моль)
Поправки в уравнении Ван-дер-Ваальса	a	L^5MT^{-2} моль ⁻²	Дж·м ⁶ × моль ⁻²	эрг·см ⁶ × моль ⁻²	атм·л ² /моль ²	1 атм·л ² /моль ² = = 0,101 Дж·м ⁶ /моль ²
	b	L^3 ·моль ⁻¹	м ³ /моль	см ³ /моль	л/моль	1 л/моль = 10 ³ см ³ /моль = = 10 ⁻³ м ³ /моль