

# あもんノート

ユークリッド幾何学、ニュートン力学から、相対論、宇宙論、量子論、場の量子論、素粒子論、そして超ひも理論まで、理論物理学を簡潔にかつ幅広く網羅したノートです。TOP へは下の URL をクリックして行けます。専用の画像掲示板で、ご意見、ご質問等も受け付けております。

<http://amonphys.web.fc2.com/>

# 物理定数表

物理の定数表です。SI(国際単位系)に加え、自然単位への換算も併記します。

## 接頭語

$10^1$	$10^2$	$10^3$	$10^6$	$10^9$	$10^{12}$	$10^{15}$	$10^{18}$
da	h	k	M	G	T	P	E
デカ	ヘクト	キロ	メガ	ギガ	テラ	ペタ	エクサ
$10^{-1}$	$10^{-2}$	$10^{-3}$	$10^{-6}$	$10^{-9}$	$10^{-12}$	$10^{-15}$	$10^{-18}$
d	c	m	$\mu$	n	p	f	a
デシ	センチ	ミリ	マイクロ	ナノ	ピコ	フェムト	アト

## 普遍定数 (CODATA 2014)

名称	記号	SI 単位	自然単位
真空の光速	$c$	$2.99792458E8 \text{ m s}^{-1}$	1
真空の透磁率	$\mu_0$	$4\pi \times 1E-7 \text{ kg m s}^{-2} \text{ A}^{-2}$	1
プランク定数	$h$	$6.626070E-34 \text{ kg m}^2 \text{ s}^{-1}$	$2\pi$
ボルツマン定数	$k_B$	$1.38065E-23 \text{ kg m}^2 \text{ s}^{-2} \text{ K}^{-1}$	1
アボガドロ定数	$N_A$	$6.022141E23 \text{ mol}^{-1}$	1
素電荷 (電気素量)	$e$	$1.6021766E-19 \text{ s A}$	0.302822
フェルミ結合定数	$G_F$		$1.16638E-23 \text{ eV}^{-2}$
万有引力定数	$G$	$6.674E-11 \text{ kg}^{-1} \text{ m}^3 \text{ s}^{-2}$	$6.709E-57 \text{ eV}^{-2}$

名称	記号	定義	SI 単位	自然単位
真空の誘電率	$\epsilon_0$	$1/(\mu_0 c^2)$	$8.85419E-12 \text{ kg}^{-1} \text{ m}^{-3} \text{ s}^4 \text{ A}^2$	1
ディラック定数	$\hbar$	$h/(2\pi)$	$1.05457E-34 \text{ kg m}^2 \text{ s}^{-1}$	1
気体定数	$R$	$k_B N_A$	$8.31446 \text{ kg m}^2 \text{ s}^{-2} \text{ K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$	1

$\text{eV} = e \text{ kg m}^2 \text{ s}^{-3} \text{ A}^{-1}$ . また、SIにおいて  $c = 1$ ,  $\mu_0 = 4\pi$  と置くことで得られる非有理性的な自然単位系もあり得るので注意が必要 (プランク単位系等)。一般に非有理単位系は電磁場の作用汎関数やマクスウェル方程式に  $\pi$  が現れるのが特徴で、現在では使用を廃止する動きがあります。

## SI 基本単位

物理量	名称	記号	自然単位
長さ	メートル	m	5.06773E6 eV <sup>-1</sup>
時間	秒	s, sec	1.51927E15 eV <sup>-1</sup>
質量	キログラム	kg	5.60959E35 eV
電流	アンペア	A	1.24406E3 eV
温度	ケルビン	K	8.61734E-5 eV
物質質量	モル	mol	6.02214E23

摂氏温度は、

$$a^{\circ}\text{C} = (a + 273.15)\text{K}, \quad a\text{K} = (a - 273.15)^{\circ}\text{C}$$

で換算。 $a^{\circ}\text{C}$  は  $a$  と  $^{\circ}\text{C}$  の積とはみなせないので注意が必要。また、華氏温度は、

$$a^{\circ}\text{F} = \left(\frac{5}{9}(a - 32)\right)^{\circ}\text{C}, \quad a^{\circ}\text{C} = \left(\frac{9}{5}a + 32\right)^{\circ}\text{F}$$

で換算。自然単位の逆換算は以下の通り：

長さ eV<sup>-1</sup>  $\sim$   $1.97327 \times 10^{-7}$  m  $\sim$  紫外可視光の波長

時間 eV<sup>-1</sup>  $\sim$   $6.58212 \times 10^{-16}$  s  $\sim$  紫外可視光の周期

質量 GeV  $\sim$   $1.78266 \times 10^{-27}$  kg  $\sim$  核子質量

電流 eV  $\sim$   $8.03817 \times 10^{-4}$  A

温度 eV  $\sim$   $1.16045 \times 10^4$  K  $\sim$  電離温度

## SI 組立単位

物理量 (例)	名称	記号	定義	自然単位
周波数	ヘルツ	Hz	1/s	6.58212E-16 eV
力	ニュートン	N	kg m/s <sup>2</sup>	1.23162E12 eV <sup>2</sup>
エネルギー	ジュール	J	Nm	6.24151E18 eV
仕事率	ワット	W	J/s	4.10824E3 eV <sup>2</sup>
圧力	パスカル	Pa	N/m <sup>2</sup>	4.79567E-2 eV <sup>4</sup>
電荷	クーロン	C	As	1.89007E18
電圧	ボルト	V	J/C	3.30227 eV
磁束密度	テスラ	T	N/(Am)	1.95353E2 eV <sup>2</sup>
磁束	ウェーバ	Wb	Tm <sup>2</sup>	5.01703E15
電気抵抗	オーム	$\Omega$	V/A	2.65442E-3
電気容量	ファラッド	F	C/V	5.72354E17 eV <sup>-1</sup>
インダクタンス	ヘンリー	H	Wb/A	4.03277E12 eV <sup>-1</sup>

非 SI 単位

名称	記号	定義	換算
分	min, m	60 s	
時	hour, h	60 min	3600 s
日	day, d	24 hour	86400 s
(ユリウス)年	year, y	365.25 day	3.15576E7 s
(国際)海里	M, nm	1852 m	
アール	a	100 m <sup>2</sup>	
リットル	l, L	1E-3 m <sup>3</sup>	
立方センチメートル	cc	cm <sup>3</sup>	1E-6 m <sup>3</sup>
ノット	knot, kt, kn	海里/hour	0.514444 m/s
(標準)重力加速度	$g_n, g, G$	9.80665 m/s <sup>2</sup>	
ガル	Gal	cm/s <sup>2</sup>	0.01 m/s <sup>2</sup>
トン	t	1000 kg	
カラット	ct	0.2 g	
重量キログラム	kgw	kg $g_n$	9.80665 N
ダイン	dyn	g cm/s <sup>2</sup>	1E-5 N
エルグ	erg	dyn cm	1E-7 J
カロリー	cal	4.184 J	
(仏)馬力	PS	735.5 W	
(英)馬力	HP	745.7 W	
標準気圧	atm	1013.25 hPa	
工学気圧	at	kgw/cm <sup>2</sup>	980.665 hPa
バール	bar	Mdyn/cm <sup>2</sup>	1000 hPa
水銀柱メートル	mHg	atm/0.76	1333.22 hPa
トル	Torr	mmHg	1.33322 hPa
バリ	Ba, b	dyn/cm <sup>2</sup>	0.1 Pa
ポアズ	P	Ba s	0.1 Pa s
スタットクーロン	statC	$(4\pi\epsilon_0 \text{ dyn})^{1/2}\text{cm}$	3.33564E-10 C
スタットボルト	statV	erg/statC	299.792 V
ガウス	Gs	dyn/(c statC)	1E-4 T
マクスウェル	Mx	Gs cm <sup>2</sup>	1E-8 Wb
エルステッド	Oe	Gs/ $\mu_0$	79.5775 A/m
ギルバート	Gb	Oe cm	0.795775 A

名称	記号	定義	換算
天文単位	AU, au	1.495978707E11 m	
光年	ly	$c$ year	9.46073E15 m
パーセク	pc	AU/tan(1")	3.08568E16 m
オングストローム	Å	1E-10 m	
フェルミ	fermi	1E-15 m	
バーン	barn, bn, b	1E-28 m <sup>2</sup>	
(統一)原子質量単位	u, amu	g/( $N_A$ mol)	1.66054E-27 kg
電子ボルト	eV	eV	1.60218E-19 J
インチ	inch, in	2.54 cm	
フィート	feet, ft	12 inch	30.48 cm
ヤード	yard, yd	3 feet	91.44 cm
マイル	mile, mi	1760 yard	1609.344 m
エーカー	acre, ac	4840 yard <sup>2</sup>	4046.86 m <sup>2</sup>
ポンド	lb	453.59237 g	
オンス	oz	(1/16) lb	28.3495 g
米国液量ガロン		231 inch <sup>3</sup>	3.78541 l
米国石油バレル		42 ガロン	158.987 l
ポンド毎平方インチ	psi	lb $g_n$ /inch <sup>2</sup>	6894.76 Pa
寸		(1/33) m	3.03030 cm
尺		10 寸	30.3030 cm
間		6 尺	1.81818 m
町		60 間	109.091 m
里		36 町	3927.27 m
坪		間 <sup>2</sup>	3.30579 m <sup>2</sup>
合		(2401/13310) l	0.180391 l
升		10 合	1.80391 l
斗		10 升	18.0391 l
石		10 斗	180.391 l
両		37.5 g	
貫		100 両	3.75 kg

バール (bar) は標準状態圧力とも呼ばれます。ポアズ (P) は粘性の単位になります。スタットクーロン (statC) は静電単位 (esu) あるいはフランクリン (Fr) とも呼ばれます。統一原子質量単位 (u) はダルトン (Da) とも呼ばれます。1" (1 秒) は 1° の 3600 分の 1 の角度で、1" =  $\pi/(180 \cdot 3600)$ .

## 素粒子の質量と寿命

名称	記号	質量 (kg)	質量 (MeV)	寿命 (sec)
電子	$e$	9.109384E-31	0.510999	$\infty$
陽子	$p$	1.672622E-27	938.272	$\infty$
中性子	$n$	1.674927E-27	939.565	9E2
$\mu$ 粒子	$\mu$		105.658	2.197E-6
荷電 $\pi$ 粒子	$\pi^+$		139.57	2.60E-8
中性 $\pi$ 粒子	$\pi^0$		134.98	9E-17

## 元素と原子量

原子番号	記号	元素名	原子量
1	H	水素	1.008
2*	He	ヘリウム	4.003
3	Li	リチウム	6.940
4	Be	ベリリウム	9.012
5	B	ホウ素	10.81
6	C	炭素	12.01
7	N	窒素	14.01
8	O	酸素	16.00
9	F	フッ素	19.00
10*	Ne	ネオン	20.18
11	Na	ナトリウム	23.00
12	Mg	マグネシウム	24.31
13	Al	アルミニウム	26.98
14	Si	ケイ素	28.09
15	P	リン	30.97
16	S	硫黄	32.06
17	Cl	塩素	35.45
18*	Ar	アルゴン	39.95
19	K	カリウム	39.10
20	Ca	カルシウム	40.08
21	Sc	スカンジウム	44.96
22	Ti	チタン	47.87

原子番号	記号	元素名	原子量
23	V	バナジウム	50.94
24	Cr	クロム	52.00
25	Mn	マンガン	54.94
26	Fe	鉄	55.85
27	Co	コバルト	58.93
28	Ni	ニッケル	58.69
29	Cu	銅	63.55
30	Zn	亜鉛	65.38
31	Ga	ガリウム	69.72
32	Ge	ゲルマニウム	72.63
33	As	ヒ素	74.92
34	Se	セレン	78.97
35	Br	臭素	79.90
36*	Kr	クリプトン	83.80
47	Ag	銀	107.9
50	Sn	スズ	118.7
53	I	ヨウ素	126.9
74	W	タングステン	183.8
78	Pt	プラチナ	195.1
79	Au	金	197.0
80	Hg	水銀	200.6
82	Pb	鉛	207.2

原子番号は原子核内の陽子数、原子量は各同位体の天然存在比における原子の平均質量 / 原子質量単位 です。\* は希ガスを意味します。

## 金属元素の性質

元素名	質量密度 g/cm <sup>3</sup>	比熱 J/(K·mol)	抵抗率 nΩ·m	ヤング率 GPa	ポアソン比	融点 K
アルミニウム	2.70	24.20	28.2	70	0.35	933.5
鉄	7.87	25.10	96.1	211	0.29	1811
銅	8.94	24.44	16.8	120	0.34	1358
銀	10.49	25.35	15.9	83	0.37	1235
金	19.32	25.42	22.1	79	0.44	1337
鉛	11.34	26.65	208	16	0.44	600.6

常温における値。特に抵抗率は 20°C における値。

## 惑星の諸定数 (NASA J2000)

名称	質量 1E24 kg	赤道半径 km	軌道長半径 AU	離心率	公転周期 ユリウス年	自転周期 日
水星	0.3301	2440	0.3871	0.20563	0.2408	58.65
金星	4.868	6052	0.7233	0.00677	0.6152	-243.0
地球	5.972	6378	1.000	0.01671	1.000	0.9973
火星	0.6417	3396	1.524	0.09341	1.881	1.026
木星	1898	71492	5.203	0.04839	11.86	0.4135
土星	568.3	60268	9.537	0.05415	29.46	0.4440
天王星	86.81	25559	19.19	0.04717	84.01	-0.7183
海王星	102.4	24764	30.07	0.00859	164.8	0.6713

## 太陽の諸定数

質量 ~ 1.9891E30 kg, 半径 ~ 696000 km,

自転周期 (赤道) ~ 27.275 day, 光度 ~ 3.85E26 W, 表面温度 ~ 5772 K

## 月の諸定数

質量 ~ 7.3477E22 kg, 半径 ~ 1737 km, 軌道長半径 ~ 384400 km,

離心率 ~ 0.05488, 公転周期 ~ 27.322 day

## 電波と光の分類

名称	記号	波長 $\lambda$	周波数 $c/\lambda$	使用例
極超長波		100km 以上	3kHz 以下	
超長波	VLF	100km ~ 10km	3kHz ~ 30kHz	対潜水艦通信
長波	LF	10km ~ 1km	30kHz ~ 300kHz	電波時計
中波	MF	1km ~ 100m	300kHz ~ 3MHz	AM ラジオ
短波	HF	100m ~ 10m	3MHz ~ 30MHz	短波ラジオ
超短波	VHF	10m ~ 1m	30MHz ~ 300MHz	FM ラジオ
極超短波	UHF	1m ~ 10cm	300MHz ~ 3GHz	テレビ、携帯電話
センチ波	SHF	10cm ~ 1cm	3GHz ~ 30GHz	衛星放送、ETC
ミリ波	EHF	1cm ~ 1mm	30GHz ~ 300GHz	最新レーダー
サブミリ波		1mm ~ 0.1mm	300GHz ~ 3THz	

名称	波長 $\lambda$	エネルギー $hc/\lambda$
赤外線	1mm ~ 760nm	1.3 meV ~ 1.6 eV
可視光線	760nm ~ 380nm	1.6 eV ~ 3.3 eV
紫外線	380nm ~ 10nm	3.3 eV ~ 130 eV
X線	10nm ~ 1pm	130 eV ~ 1.3 MeV
$\gamma$ 線	10pm 以下	0.13 MeV 以上

## 平方根と常用対数

$x$	$\sqrt{x}$	$\log_{10} x$	$x$	$\sqrt{x}$	$\log_{10} x$	$x$	$\sqrt{x}$	$\log_{10} x$
2	1.41421	.301030	19	4.35890	1.27875	59	7.68115	1.77085
$e$	1.64872	.434294	23	4.79583	1.36173	61	7.81025	1.78533
3	1.73205	.477121	29	5.38516	1.46240	67	8.18535	1.82607
$\pi$	1.77245	.497150	31	5.56776	1.49136	71	8.42615	1.85126
5	2.23607	.698970	37	6.08276	1.56820	73	8.54400	1.86332
7	2.64575	.845098	41	6.40312	1.61278	79	8.88819	1.89763
11	3.31662	1.04139	43	6.55744	1.63347	83	9.11043	1.91908
13	3.60555	1.11394	47	6.85565	1.67210	89	9.43398	1.94939
17	4.12311	1.23045	53	7.28011	1.72428	97	9.84886	1.98677

$\pi \sim 3.1415927$ ,  $e \sim 2.7182818$ ,  $\log x = \log_e x = \log_{10} x / \log_{10} e$ .