

Formulari i Taules de Química General

Jordi Villà i Freixa

2 de març de 2025

Índex

1	Taula periòdica	2
2	Constants	2
3	Fórmules	3
4	Unitats de mesura	3
5	Dades termodinàmiques	6
5.1	Calor de Combustió	7
6	Enllaços d'interès	9

1 Taula periòdica

TAULA PERIÒDICA DELS ELEMENTS																	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1 H 1,008 hidrogen	2 He 4,003 hel·li																
3 Li 6,94 liti	4 Be 9,012 beril·li																
5 B 10,81 bor	6 C 12,01 carbon	7 N 14,01 nitrogen	8 O 16,00 oxigen	9 F 18,99 fluor	10 Ne 20,18 neon												
11 Na 22,99 sodi	12 Mg 24,31 magnesi																
13 Al 26,98 alumini	14 Si 28,09 silici	15 P 30,97 fòsfor	16 S 32,06 sofre	17 Cl 35,45 clor	18 Ar 39,95 argó												
19 K 39,10 potassi	20 Ca 40,08 calcis	21 Sc 44,96 scandi	22 Ti 47,88 titan	23 V 50,94 vanadi	24 Cr 52,00 crom	25 Mn 54,94 manganès	26 Fe 55,85 ferr	27 Co 58,93 cobalt	28 Ni 58,69 nickel	29 Cu 63,55 cobre	30 Zn 65,38 zinc	31 Ga 69,72 gal·li	32 Ge 72,64 germani	33 As 74,92 arsen	34 Se 78,96 seleni	35 Br 79,90 brom	36 Kr 83,80 cri
37 Rb 85,47 rubidi	38 Sr 87,62 estranci	39 Y 88,91 itri	40 Zr 91,22 zirconi	41 Nb 92,91 niobi	42 Mo 95,94 molibdeni	43 Tc 98,91 tecneci	44 Ru 101,07 ruteni	45 Rh 102,91 rodani	46 Pd 106,42 pal·lad	47 Ag 107,87 argent	48 Cd 112,41 cadami	49 In 114,82 indis	50 Sn 118,71 estany	51 Sb 121,76 antimoni	52 Te 127,60 tel·luri	53 I 126,91 iod	54 Xe 131,29 xenó
55 Cs 132,91 cesis	56 Ba 137,33 bari	57 La 138,91 lantan	58 Ce 140,12 ce·li	59 Pr 140,91 praseodimi	60 Nd 144,24 neodimi	61 Pm 144,91 prometi	62 Sm 150,36 samari	63 Eu 151,96 europi	64 Gd 157,25 gadolini	65 Tb 158,93 terbi	66 Dy 162,50 dyspros	67 Ho 164,93 holm	68 Er 167,26 erbi	69 Tm 168,93 terme	70 Yb 173,05 ytterbi	71 Lu 174,97 luteci	72 Hf 178,49 hafni
73 Ta 180,95 tangi	74 W 183,84 tungstè	75 Re 186,21 renadi	76 Os 190,23 osmi	77 Ir 192,22 iridi	78 Pt 195,08 platí	79 Au 196,97 or	80 Hg 200,59 mercuri	81 Tl 204,38 tal·li	82 Pb 207,2 plom	83 Bi 208,98 bismut	84 Po 209 poloni	85 At 210 astat	86 Rn 222 radó	87 Fr 223 franci	88 Ra 226 radi	89 Ac 227 actini	90 Th 232,04 toris
91 Pa 231,04 protactini	92 U 238,03 urani	93 Np 237,05 neptuni	94 Pu 244,06 plutoni	95 Am 243,06 americ	96 Cm 247,07 curi	97 Bk 247,07 berkeli	98 Cf 251,08 californi	99 Es 252,08 einsteini	100 Fm 257,10 fermi	101 Md 258,10 mendelivi	102 No 259,10 nobeli	103 Lr 262,10 lawrenci	104 Rf 261,10 rutherfordi	105 Db 262,10 dubni	106 Sg 266,10 seaborgi	107 Bh 264,10 bohri	108 Hs 277,10 hassium
109 Me 268,10 meitneri	110 Ds 271,10 darmstadt	111 Rg 272,10 roentgeni	112 Cn 285,10 copèrnic	113 Nh 286,10 nihoni	114 Fl 289,10 fleorn	115 Mc 290,10 moscov	116 Lv 293,10 livermori	117 Ts 294,10 teness	118 Og 294,10 oganesó								

6

7

scad

2 Constants

Taula 1: Constants rellevants per a aquest curs

Constant	Valor
Número d'Avogadro	$6,022 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
Càrrega d'un electró	$1,602 \times 10^{-19} \text{ C}$
Massa d'un electró	$9,109 \times 10^{-31} \text{ kg}$
Massa d'un protó	$1,673 \times 10^{-27} \text{ kg}$
Massa d'un neutró	$1,675 \times 10^{-27} \text{ kg}$
Constant de Planck	$6,626 \times 10^{-34} \text{ J s}$
Constant de Boltzmann	$1,381 \times 10^{-23} \text{ J K}^{-1}$

Constant dels gasos	$8,314 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$
Constant de Faraday	$96\,485 \text{ C mol}^{-1}$
Constant de gravitació universal	$6,674 \times 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$

3 Fórmules

Taula 2: Fórmules rellevants per a aquest curs

Fórmula	Descripció
$p = mv$	Relació entre el moment lineal, la massa i la velocitat
$KE = \frac{1}{2}mv^2$	Energia cinètica d'un cos en moviment
$P = \frac{F}{A}$	Definició de pressió
$PV = nRT$	Llei dels gasos ideals
$\left(P + \frac{n^2a}{V^2}\right)(V - nb) = nRT$	Equació de van der Waals
$w = -P\Delta V$	Treball exercit sobre un gas
$U = q + w$	Primera llei de la termodinàmica
$H = U + PV$	Definició d'entalpia
$dS = \frac{dq_{\text{rev}}}{T}$	Definició d'entropia
$G = H - TS$	Definició d'energia lliure de Gibbs
$q_v = n\Delta U$	Calor a volum constant
$q_p = n\Delta H$	Calor a pressió constant
$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$	Canvi d'energia lliure de Gibbs

4 Unitats de mesura

Taula 3: Algunes unitats del SI rellevants per a aquest curs, incloent la seva anàlisi dimensional. El sistema CGS (centímetre-gram-segon) és un sistema de mesura que utilitza el centímetre, el gram i el segon com a unitats bàsiques de longitud, massa i temps respectivament.

Magnitud	Unitat a SI	Símbol SI	Dimensió
Longitud	metre	m	L
Volum	litre	L	L ³
Massa	kilogram	kg	M
Temperatura	kelvin	K	Θ
mol	mol	mol	N
temps	segon	s	T
Freqüència	hertz	Hz	T ⁻¹
Energia	joule	J	ML ² T ⁻²

Força	newton	N	MLT^{-2}
Pressió	pascal	Pa	$\text{ML}^{-1}\text{T}^{-2}$
Potencial elèctric	volt	V	$\text{ML}^2\text{T}^{-3}\text{I}^{-1}$
Potència	watt	W	ML^2T^{-3}

Taula 4: Conversió d'unitats del sistema americà al Sistema Internacional (SI)

Magnitud	Unitat (EUA)	Equivalència en SI
Volum	1 in ³	16,387 cm ³
Volum	1 ft ³	28,317 L
Volum	1 gal (US)	3,785 L
Pressió	1 psi	6,895 kPa
Pressió	1 atm	101,325 kPa
Pressió	1 inHg	3,386 kPa
Temperatura	1 F	$T_C = (T_F - 32) \times \frac{5}{9}$
Massa	1 oz	28,35 g
Massa	1 lb	0,4536 kg
Massa	1 t (US)	907,184 kg

Taula 5: Comparació de les unitats de pressió amb 1 atmosfera

Unitat de Pressió	Pressió (en relació a 1 atm)
Atmosfera (atm)	1 atm
Pascal (Pa)	101325 Pa
Kilopascal (kPa)	101.325 kPa
Bar	1.01325 bar
Mil·límetre de mercuri (mmHg)	760 mmHg
Torra (Torr)	760 Torr
Pounds per square inch (psi)	14.696 psi

Taula 6: Conversió de la constant dels gasos en diferents unitats

Valor de la constant dels gasos R	Unitats
0,082	atm L mol ⁻¹ K ⁻¹
8,3145	m ³ Pa K ⁻¹ mol ⁻¹
8,3145	J K ⁻¹ mol ⁻¹
62,363	L Torr K ⁻¹ mol ⁻¹

$$1,9872 \times 10^{-3}$$

$$8,205 \times 10^{-5}$$

$$\text{kcal K}^{-1} \text{mol}^{-1}$$

$$\text{m}^3 \text{atm K}^{-1} \text{mol}^{-1}$$

5 Dades termodinàmiques

Taula 7: Calor de Fusió i Vaporització d'algunes substàncies pures
(específic ΔH en J/g i Molar ΔH en kJ/mol)

Substància	Calor de Fusió		Calor de Vaporització	
	ΔH_{fus} (J/g)	ΔH_{fus} (kJ/mol)	ΔH_{vap} (J/g)	ΔH_{vap} (kJ/mol)
Alumini	321	8.66	11400	307.6
Benzè	127.4	10.0	390	30.5
Coure	207	13.2	5069	322.1
Or	67	13.2	1578	310.9
Ferro	209	11.7	6340	354.1
Plom	22.4	4.64	871	180.5
Metà	59	0.946	537	8.61
Mercuri	11.6	2.33	295	5.92
Metanol	98.8	3.17	1100	35.2
Nitrogen	25.5	0.715	200	5.60
Sodi	113	2.60	4237	97.42
Aigua	334	6.02	2260	40.7

La taula següent mostra els valors clau de termodinàmica per a diverses substàncies, extrets de la taula *CODATA KEY VALUES FOR THERMODYNAMICS* a [1, 2]. La taula inclou l'entalpia estàndard de formació a 298,15 K, l'entropia a 298,15 K i la quantitat H° (298,15 K) - H° (0 K). Un valor de 0 a la columna $\Delta_f H^\circ$ per a un element indica l'estat de referència per a aquest element. La pressió de l'estat estàndard és 10^5 Pa (1 bar).

Taula 8: Valors termodinàmics per a diverses substàncies [1]

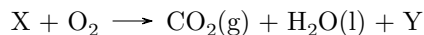
Substància	$\Delta_f H^\circ$ (298.15 K) (kJ/mol)	S° (298.15 K) (J/K/mol)	H° (298.15 K) - H° (0) (kJ/mol)
Ar (g)	0	154.846 ± 0.003	6.197 ± 0.001
C (cr, graphite)	0	5.74 ± 0.10	1.050 ± 0.020
C (g)	716.68 ± 0.45	158.100 ± 0.003	6.536 ± 0.001
CO (g)	-110.53 ± 0.17	197.660 ± 0.004	8.671 ± 0.001
CO ₂ (aq, undissoc.)	-413.26 ± 0.20	119.36 ± 0.60	
CO ₂ (g)	-393.51 ± 0.13	213.785 ± 0.010	9.365 ± 0.003
CO ₃ ²⁻ (aq)	-675.23 ± 0.25	-50.0 ± 1.0	
H ₂ (g)	0	130.680 ± 0.003	8.468 ± 0.001
H ₂ O (g)	-241.826 ± 0.040	188.835 ± 0.010	9.905 ± 0.005
H ₂ O (l)	-285.830 ± 0.040	69.95 ± 0.03	13.273 ± 0.020
H ₂ PO ₄ ⁻ (aq)	-1302.6 ± 1.5	92.5 ± 1.5	
H ₂ S (aq, undissoc.)	-38.6 ± 1.5	126 ± 5	

Taula 8: Valors termodinàmics per a diverses substàncies [1]

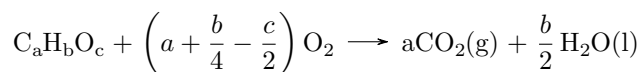
Substància	$\Delta_f H^\circ$ (298.15 K) (kJ/mol)	S° (298.15 K) (J/K/mol)	H° (298.15 K)– H° (0) (kJ/mol)
H ₂ S (g)	-20.6 ± 0.5	205.81 ± 0.05	9.957 ± 0.010
N (g)	472.68 ± 0.40	153.301 ± 0.003	6.197 ± 0.001
NH ₃ (g)	-45.94 ± 0.35	192.77 ± 0.05	10.043 ± 0.010
NH ₄ ⁺ (aq)	-133.26 ± 0.25	111.17 ± 0.40	
NO ₃ ⁻ (aq)	-206.85 ± 0.40	146.70 ± 0.40	
N ₂ (g)	0	191.609 ± 0.004	8.670 ± 0.001
S (g)	277.17 ± 0.15	167.829 ± 0.006	6.657 ± 0.001
SO ₂ (g)	-296.81 ± 0.20	248.223 ± 0.050	10.549 ± 0.010
SO ₄ ²⁻ (aq)	-909.34 ± 0.40	18.50 ± 0.40	
C ₃ H ₈ (g)	-104.7 ± 0.4	269.91 ± 0.10	14.66 ± 0.05
H ₂ (g)	0	130.680 ± 0.003	8.468 ± 0.001
H ₂ O (g)	-241.826 ± 0.040	188.835 ± 0.010	9.905 ± 0.005
H ₂ O (l)	-285.830 ± 0.040	69.95 ± 0.03	13.273 ± 0.020
H ₂ PO ₄ ⁻ (aq)	-1302.6 ± 1.5	92.5 ± 1.5	
H ₂ S (aq, undissoc.)	-38.6 ± 1.5	126 ± 5	
H ₂ S (g)	-20.6 ± 0.5	205.81 ± 0.05	9.957 ± 0.010
N (g)	472.68 ± 0.40	153.301 ± 0.003	6.197 ± 0.001
NH ₃ (g)	-45.94 ± 0.35	192.77 ± 0.05	10.043 ± 0.010
NH ₄ ⁺ (aq)	-133.26 ± 0.25	111.17 ± 0.40	
NO ₃ ⁻ (aq)	-206.85 ± 0.40	146.70 ± 0.40	
N ₂ (g)	0	191.609 ± 0.004	8.670 ± 0.001
S (g)	277.17 ± 0.15	167.829 ± 0.006	6.657 ± 0.001
SO ₂ (g)	-296.81 ± 0.20	248.223 ± 0.050	10.549 ± 0.010
SO ₄ ²⁻ (aq)	-909.34 ± 0.40	18.50 ± 0.40	

5.1 Calor de Combustió

La calor de combustió d'una substància a 25°C es pot calcular a partir de les dades d'entalpia de formació ($\Delta_f H^\circ$). Podem escriure la reacció general de combustió com:



Per a un compost que conté només carboni, hidrogen i oxigen, la reacció és simplement:



i la calor estàndard de combustió $\Delta_c H^\circ$, que es defineix com el negatiu del canvi d'entalpia per a la reacció (és a dir, el calor alliberat en el procés de combustió),

es dona per:

$$\begin{aligned}\Delta_c H^\circ &= -a\Delta_f H^\circ(CO_2, g) - \frac{b}{2}\Delta_f H^\circ(H_2O, l) + \Delta_f H^\circ(C_a H_b O_c) \\ &= 393.51a + 142.915b + \Delta_f H^\circ(C_a H_b O_c)\end{aligned}$$

Aquesta equació s'aplica si els reactius comencen en els seus estats estàndard (25°C i una atmosfera de pressió) i els productes tornen a les mateixes condicions. La mateixa equació s'aplica a un compost que conté un altre element si aquest element acaba en el seu estat de referència estàndard (per exemple, nitrogen, si el producte és N₂); en general, però, els productes exactes que contenen els altres elements han de ser coneguts per calcular el calor de combustió.

Taula 9: Calor estàndard de combustió de diverses substàncies.
Adaptat de la taula *Heat of Combustion* a [2]

Fórmula Molecular	Nom	$\Delta_c H^\circ$ (kJ/mol)
C ₃ H ₈ O	1-Propanol (l)	2021.3
C ₃ H ₈ O ₃	Glicerol (l)	1655.4
C ₄ H ₁₀ O	Èter dietílic (l)	2723.9
C ₅ H ₁₂ O	1-Pentanol (l)	3330.9
C ₆ H ₆	Fenol (s)	3053.5
Substàncies Inorgàniques		
C	Carboni (grafit)	393.5
CO	Monòxid de carboni (g)	283.0
H ₂	Hidrogen (g)	285.8
H ₃ N	Amoníac (g)	382.8
H ₄ N ₂	Hidrazina (g)	667.1
N ₂ O	Òxid nitrós (g)	82.1
Compostos de Carbonil		
CH ₂ O	Formaldehid (g)	726.1
C ₂ H ₂ O	Cetè (g)	1366.8
C ₂ H ₄ O	Acetaldehid (l)	1460.4
C ₃ H ₆ O	Acetona (l)	1189.2
C ₃ H ₆ O	Propanal (l)	1822.7
C ₄ H ₈ O	2-Butanona (l)	2444.1
Hidrocarburs		
CH ₄	Metà (g)	890.8
C ₂ H ₂	Acetilè (g)	1301.1
C ₂ H ₄	Etilè (g)	1411.2
C ₂ H ₆	Età (g)	1560.7
C ₃ H ₆	Propilè (g)	2058.0
C ₃ H ₆	Ciclopropà (g)	2091.3
C ₃ H ₈	Propà (g)	2219.2

Taula 9: Calor estàndard de combustió de diverses substàncies.
Adaptat de la taula *Heat of Combustion* a [2]

Fórmula Molecular	Nom	$\Delta_c H^\circ$ (kJ/mol)
C ₄ H ₆	1,3-Butadiè (g)	2541.5
C ₄ H ₁₀	Butà (g)	2877.6
C ₅ H ₁₂	Pentà (l)	3509.0
C ₆ H ₆	Benzè (l)	3267.6
C ₆ H ₁₂	Ciclohexà (l)	3919.6
C ₆ H ₁₄	Hexà (l)	4163.2
C ₇ H ₈	Toluè (l)	3910.3
C ₇ H ₁₆	Heptà (l)	4817.0
C ₁₀ H ₈	Naftalè (s)	5156.3
Alcohols i Èters		
CH ₄ O	Metanol (l)	570.7
C ₂ H ₆ O	Etanol (l)	1025.4
C ₂ H ₆ O	Èter dimetilic (g)	1166.9
C ₂ H ₆ O ₂	Etilè glicol (l)	1789.9
Àcids i Èsters		
CH ₂ O ₂	Àcid fòrmic (l)	254.6
C ₂ H ₄ O ₂	Àcid acètic (l)	874.2
C ₂ H ₄ O ₂	Formiat de metil (l)	972.6
C ₃ H ₆ O ₂	Acetat de metil (l)	1592.2
C ₄ H ₈ O ₂	Acetat d'etil (l)	2238.1
C ₇ H ₆ O ₂	Àcid benzoic (s)	3226.9
Compostos de Nitrogen		
CHN	Cianur d'hidrogen (g)	671.5
CH ₃ NO ₂	Nitrometà (l)	709.2
CH ₅ N	Metilamina (g)	1085.6
C ₂ H ₃ N	Acetonitril (l)	1247.2
C ₂ H ₅ NO	Acetamida (s)	1184.6
C ₃ H ₉ N	Trimetilamina (g)	2443.1
C ₅ H ₅ N	Piridina (l)	2782.3
C ₆ H ₇ N	Anilina (l)	3392.8

6 Enllaços d'interès

A part de les referències incloses en aquest document, es pot trobar més informació rellevant en les següents fonts:

- Sobre els errors en les mesures i la seva propagació: [3].

Referències

- [1] J. Cox, D. Wagman i V. Medvedev. “CODATA key values for thermodynamics”. A: 1989. URL: <https://www.semanticscholar.org/paper/CODATA-key-values-for-thermodynamics-Cox-Wagman/c2c548403f0478b44fb007d0b0d2acbac313aeb> (cons. 22-02-2025).
- [2] David R Lide et al. *CRC Handbook of Chemistry and Physics*. en. Boca Raton, FL: CRC Press, 2005.
- [3] Vern Lindberg. *Uncertainties and Error Propagation*. 2000. URL: <http://www.geol.lsu.edu/jlorenzo/geophysics/uncertainties/Uncertaintiespart1.html> (cons. 22-02-2025).