



TEKNOLOGIA KIMIKOA:

**Sistema kimikoen datuak
eta
konposatu kimikoen parametroak**

Alexander López Urionabarrenechea
Naiara Rojo Azaceta
Esther Acha Peña

eman ta zabal zazu



Universidad
del País Vasco

Euskal Herriko
Unibertsitatea

CIP. Unibertsitateko Biblioteka

López Urionabarrenechea, Alexander

Teknologia kimikoa [Recurso electrónico]: sistema kimikoen datuak eta konposatu kimikoen parametroak / Alexander López Urionabarrenechea, Naiara Rojo Azaceta, Esther Acha Peña. – Datos. – Bilbao : Universidad del País Vasco / Euskal Herriko Unibertsitatea, Argitalpen Zerbitzua = Servicio Editorial, [2017]. – 1 recurso en línea : PDF (50 p.)

Modo de acceso: World Wide Web.

ISBN: 978-84-9082-697-3

1. Ingeniería química. I. Rojo Azaceta, Naiara, coaut. II. Acha Peña, Esther, coaut.

(0.034)66.0

Azalaren egilea: Iker Zarraga Martínez

UPV/EHUko Euskara Zerbitzuak sustatua eta zuzendua, Euskarazko ikasmaterialgintza sustatzeko deialdiaren bitartez.

© Servicio Editorial de la Universidad del País Vasco
Euskal Herriko Unibertsitateko Argitalpen Zerbitzua

ISBN: 978-84-9082-697-3

Aurkibidea

1. Elementuen zenbaki atomikoa, sinboloa eta masa atomikoa.....	3
2. Elementu kimikoen elektronegatibotasuna.....	6
3. Azido eta base ahulen ionizazio-konstanteak	9
4. Konposatu ezorganikoen disolbagarritasun-biderkadurak.....	12
5. Erredukzio-potentzial estandarrak	13
6. Henryren konstanteak	16
7. Konstante ebulioskopikoak eta krioskopikoak	18
8. van 't Hoffen faktorea.....	19
9. Lurrun-presioa (Antoineren ekuazioaren parametroak).....	20
10. Fase-aldaketaren entalpia-aldaketak (bero sorrak)	23
11. Formazio-entalpia estandarrak (ΔH_f°), entropia absolutu estandarrak (S°) eta Gibbsen formazio energia aske estandarrak (ΔG_f°).....	26
12. Presio konstanteko bero-ahalmen molarrak (C_p)	37
13. Errekuntza-entalpia estandarrak (ΔH_c°) eta erregaien goi bero-ahalmenak (GBA).....	43
Bibliografia.....	48

HITZAURREA

Teknologia kimikoaren alorrean (ingeniaritzako kimika-arloa) ezinbestekoa da bibliografian agertzen diren sistema kimikoen zenbait datu eta konposatu kimiko industrialen hainbat propietate erabiltzea. Lehenengo aipatutakoen artean oreka-konstanteak, erredukziozko potentzialak edo erreazio kimikoen entalpia-aldaketak daude; konposatuen propietateen artean, berriz, lurrun-presioa, bero-ahalmena edo entropia absolutua aurki daitezke. Datu horiek oinarritzakoak dira ingeniaritza kimikoko kalkuluak gauzatu ahal izateko; hala nola, bero-trukatzaile batean trukutzen den bero kantitatea zenbatesteko, galbanizazio elektrolitiko batean ezarriko den metalaren kantitatea aurreikusteko edo erreaktore baten tenperatura zehazteko. Datu horiek guztiak, normalean, liburu espezializatuen «Taulak» esaten zaien eranskinetan agertzen dira.

Hala ere, nahiz eta oinarritzakoak diren, zaila izaten da ingeniaritza kimikoko kalkulu jakin bat egiteko beharrezkoak diren datu guztiak liburu bakarrean aurkitzea, liburu bakoitza bere edukian jorrotutako gaietan baino ez delako ardatzen. Ohikoa da zientzia kimikoa lantzen duten liburu klasikoetan zientzia kimikoaren datuak agertzea, besteak beste, elementuen elektronegatibotasuna, formazio-entalpiak, hainbat azido eta base ahulen oreka-konstanteak, konposatu ezorganikoen disolbagarritasun-biderkadura edo erredukzio-potentzial estandarrak. Ingeniaritza edo teknologia kimikoko bibliografian, aldiz, oinarritzako kimikaren konstanteak eta parametroak alde batera utzi ohi dira. Mota horretako liburuetan, prozesu industrial kimikoen unitateak diseinatzeko erabilgarriak diren datuak biltzen dira, hala nola: hainbat konposaturen urtze-, sublimazio- eta lurruntze-bero sorrak, bero espezifikokoak, Antoineren parametroak, etab.

Hori dela eta, normalean ikasleei iturri desberdinetatik hartutako datuak ematen zaizkie eta batzuetan datu horiek erreferentzia desberdinekin kalkulatu daude. Esate baterako, ohikoa da tenperaturaren menpekoak diren konposatuen propietateak, bero-ahalmena kasu, tenperatura diferenteetan aurkitzea iturriaren arabera. Beste batzuetan, propietate berbera unitate ezberdinetan agertzen da liburuaren arabera, askotan sistema internazionala ez den unitate-sistemaren batean (sistema anglo-saxoia oraindik ere oso hedatuta dago teknologia kimikoaren arloan). Horretaz aparte, esan gabe doa arlo honetan eskuragarri dauden datu eta propietate gehienak ingelesez (nagusiki) eta gaztelaniaz argitaratuta daudela. Ondorioz, eskuarki ikasleei emandako «taulak» euskara ez den beste hizkuntza batean agertu ohi dira.

Erakutsitako arrazoi guztiak direla eta, egileek uste dute dokumentu honetan aurkezten den datu-bilduma oso erabilgarria izan daitekeela unibertsitatean teknologia kimikoko arloan ikasten eta lan egiten duten ikasle, irakasle eta ikertzaileentzat.

Oharra: tauletan, zenbaki baten ordean gidoi bat agertzeak adierazten du konposatu edo elementu horrek propietate hori ez daukala; aldiz, hutsunea agertzeak esan nahi du balio zehatza ez dela aurkitu.

1. ELEMENTUEN ZENBAKI ATOMIKOA, SINBOLOA ETA MASA ATOMIKOA

Materia atomoz osatuta dago: 118 atomo mota existitzen dira, eta horiek dira 118 elementuen oinarria. **Elementu kimiko** bat atomo mota bakar batez osatutako substantzia da, eta ezin da erreakzio kimiko baten bidez materiaren era sinpleagotan banatu.

Elementu kimiko bakoitzak hori identifikatzen duen **sinbolo** bat du. Adibidez: karbonoa = C, burdina = Fe, zilarra = Ag, etab.

Zenbaki atomikoak (Z ikurrak adierazten dena) atomo batek nukleoan duen protoi kopurua adierazten du. Elementu kimiko bakoitzak bere atomo-zenbakia du.

Masa atomikoa elementu kimiko jakin bateko atomoen propietatea da. Atomoaren masa adierazten du, *unified atomic mass unit*etan, eta atomoaren elektroi, protoi eta neutroi kopuruaren arabera da. *Unified atomic mass unita* (sinboloa: u) edo Daltona (sinboloa: Da) masa atomikoa (edota masa molekularra) adierazteko erabiltzen den unitatea da. Erreferentzia moduan karbono-12 isotopoa hartu da, oinarritzko egoeran ($^{12}_6\text{C} = 12 \text{ u}$), eta, hortik abiatuta, horrela definitu da atomo baten masa atomikoa: zenbat aldiz atomo horren masak $^{12}_6\text{C}$ -ren masaren hamabirena duen, u-tan adierazita.

1. taula. Elementuen zenbaki atomikoa, sinboloa eta masa atomikoa.

Zenbaki atomikoa	Elementu kimikoa	Elementuaren sinboloa	Masa atomikoa ¹ (u)
1	Hidrogeno	H	1.008
2	Helio	He	4.003
3	Litio	Li	6.941
4	Berilio	Be	9.012
5	Boro	B	10.81
6	Karbono	C	12.01
7	Nitrogeno	N	14.01
8	Oxigeno	O	16.00
9	Fluor	F	19.00
10	Neon	Ne	20.18
11	Sodio	Na	22.99
12	Magnesio	Mg	24.31
13	Aluminio	Al	26.98
14	Silizio	Si	28.09
15	Fosforo	P	30.97
16	Sufre	S	32.07
17	Kloro	Cl	35.45
18	Argon	Ar	39.95
19	Potasio	K	39.10
20	Kaltzio	Ca	40.08
21	Eskandio	Sc	44.96
22	Titanio	Ti	47.88
23	Banadio	V	50.94
24	Kromo	Cr	52.00

1. taula (jarraipena). Elementuen zenbaki atomikoa, sinboloa eta masa atomikoa.

Zenbaki atomikoa	Elementu kimikoa	Elementuaren sinboloa	Masa atomikoa ¹ (u)
25	Manganeso	Mn	54.94
26	Burdina	Fe	55.85
27	Kobalto	Co	58.93
28	Nikel	Ni	58.69
29	Kobre	Cu	63.55
30	Zink	Zn	65.39
31	Galio	Ga	69.72
32	Germanio	Ge	72.61
33	Artseniko	As	74.92
34	Selenio	Se	78.96
35	Bromo	Br	79.90
36	Kripton	Kr	83.80
37	Rubidio	Rb	85.47
38	Estrontzio	Sr	87.62
39	Itrio	Y	88.91
40	Zirkonio	Zr	91.22
41	Niobio	Nb	92.91
42	Molibdeno	Mo	95.94
43	Teknezio	Tc	98.91
44	Rutenio	Ru	101.1
45	Rodio	Rh	102.9
46	Paladio	Pd	106.4
47	Zilar	Ag	107.9
48	Kadmio	Cd	112.4
49	Indio	In	114.8
50	Eztainu	Sn	118.7
51	Antimonio	Sb	121.8
52	Telurio	Te	127.6
53	Iodo	I	126.9
54	Xenon	Xe	131.3
55	Zesio	Cs	132.9
56	Bario	Ba	137.3
57	Lantano	La	138.9
58	Zerio	Ce	140.1
59	Praseodimio	Pr	140.9
60	Neodimio	Nd	144.2
61	Prometio	Pm	144.9
62	Samario	Sm	150.4
63	Europio	Eu	152.0
64	Gadolinio	Gd	157.3
65	Terbio	Tb	158.9
66	Disprosio	Dy	162.5
67	Holmio	Ho	164.9
68	Erbio	Er	167.7
69	Tulio	Tm	168.9
70	Iterbio	Yb	173.0
71	Lutezio	Lu	175.0
72	Hafnio	Hf	178.5
73	Tantalio	Ta	180.9
74	Wolframio	W	183.9

1. taula (jarraipena). Elementuen zenbaki atomikoa, sinboloa eta masa atomikoa.

Zenbaki atomikoa	Elementu kimikoa	Elementuaren sinboloa	Masa atomikoa ¹ (u)
75	Renio	Re	186.2
76	Osmio	Os	190.2
77	Iridio	Ir	192.2
78	Platino	Pt	195.1
79	Urre	Au	197.0
80	Merkurio	Hg	200.6
81	Talio	Tl	204.4
82	Berun	Pb	207.2
83	Bismuto	Bi	209.0
84	Polonio	Po	209.0
85	Astato	At	210.0
86	Radon	Rn	222.0
87	Frantzio	Fr	223.0
88	Radio	Ra	226.0
89	Aktinio	Ac	227.0
90	Torio	Th	232.0
91	Protaktinio	Pa	231.0
92	Uranio	U	238.0
93	Neptunio	Np	237.0
94	Plutonio	Pu	244.1
95	Amerizio	Am	243.1
96	Kurio	Cm	247.1
97	Berkelio	Bk	247.1
98	Kalifornio	Cf	251.1
99	Einstenio	Es	252.1
100	Fermio	Fm	257.1
101	Mendelevio	Md	258.1
102	Nobelio	No	259.1
103	Lawrentzio	Lr	262.1
104	Rutherfordio	Rf	261.1
105	Dubnio	Db	262.1
106	Seaborgio	Sg	263.1
107	Bohrio	Bh	264.1
108	Hassio	Hs	265.1
109	Meitnerio	Mt	(266)
110	Darmstadio	Ds	(269)
111	Roentgenio	Rg	(272)
112	Kopernizio	Cn	(285)
113	Ununtrio	Uut	(284)
114	Flerovio	Fl	(287)
115	Ununpentio	Uup	(288)
116	Livermorio	Lv	(293)
117	Ununseptio	Uus	(293)
118	Ununoctio	Uuo	(294)

¹ Oharra: parentesi artean adierazi dira masa atomikoen balio hurbilduak.

Masa atomikoak lau zifra esanguratsuekin adierazi dira. Balio horiek dira *International Union of Pure and Applied Chemistry*ren Irakaskuntzarako Batzordeak gomendatzen dituenak.

2. ELEMENTU KIMIKOEN ELEKTRONEGATIBOTASUNA

Elektronegatibotasuna da atomo batek elektroiak beregana erakartzeko duen ahalmena, hau da, molekula bat osatzeko lotura kimiko bat eratzten duenean lotura horretan parte hartzen duen beste atomoaren elektroiak erakartzeko joera. Ahalmen hori handia bada, atomoa **elektronegatiboa** dela esaten da (ez-metalak), eta, txikia izanez gero, berriz, **elektropositiboa** (metalak).

Ez da atomo isolatuaren propietate bat, eta teorikoki kalkulatzen da, datu termodinamikoetan oinarrituz. Lortzen diren balioak erlatiboak dira. Eskalarik ezagunena Pauliren elektronegatibotasun-eskala da, zeinean fluoruari 4.0 balioa esleitzen baitzaio (baliorik altuena, elementurik elektronegatiboena).

2. taula. Elementu kimikoen elektronegatibotasuna.

Zenbaki atomikoa	Elementuaren sinboloa	Elektronegatibotasuna
1	H	2.20
2	He	Gas geldoa
3	Li	0.98
4	Be	1.57
5	B	2.04
6	C	2.55
7	N	3.04
8	O	3.44
9	F	3.98
10	Ne	Gas geldoa
11	Na	0.93
12	Mg	1.31
13	Al	1.61
14	Si	1.90
15	P	2.19
16	S	2.58
17	Cl	3.16
18	Ar	Gas geldoa
19	K	0.82
20	Ca	1.00
21	Sc	1.36
22	Ti	1.54
23	V	1.63
24	Cr	1.66
25	Mn	1.55
26	Fe	1.83
27	Co	1.88
28	Ni	1.91
29	Cu	1.90
30	Zn	1.65
31	Ga	1.81
32	Ge	2.01
33	As	2.18

2. taula (jarraipena). Elementu kimikoen elektronegatibotasuna.

Zenbaki atomikoa	Elementuaren sinboloa	Elektronegatibotasuna
34	Se	2.48
35	Br	2.96
36	Kr	Gas geldoa
37	Rb	0.82
38	Sr	1.95
39	Y	1.22
40	Zr	1.33
41	Nb	1.60
42	Mo	2.16
43	Tc	1.90
44	Ru	2.20
45	Rh	2.28
46	Pd	2.20
47	Ag	1.93
48	Cd	1.69
49	In	1.78
50	Sn	1.96
51	Sb	2.05
52	Te	2.10
53	I	2.66
54	Xe	Gas geldoa
55	Cs	0.79
56	Ba	0.89
57	La	1.10
58	Ce	1.12
59	Pr	1.13
60	Nd	1.14
61	Pm	1.13
62	Sm	1.17
63	Eu	1.20
64	Gd	1.20
65	Tb	1.20
66	Dy	1.22
67	Ho	1.23
68	Er	1.24
69	Tm	1.25
70	Yb	1.10
71	Lu	1.27
72	Hf	1.30
73	Ta	1.30
74	W	2.36
75	Re	1.90
76	Os	2.20
77	Ir	2.20
78	Pt	2.28
79	Au	2.54

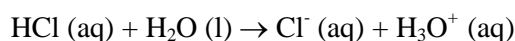
2. taula (jarraipena). Elementu kimikoen elektronegatibotasuna.

Zenbaki atomikoa	Elementuaren sinboloa	Elektronegatibotasuna
80	Hg	2.00
81	Tl	2.04
82	Pb	2.33
83	Bi	2.02
84	Po	2.00
85	At	2.20
86	Rn	Gas geldoa
87	Fr	0.70
88	Ra	0.90
89	Ac	1.10
90	Th	1.30
91	Pa	1.50
92	U	1.38
93	Np	1.36
94	Pu	1.28
95	Am	1.30
96	Cm	1.30
97	Bk	-
98	Cf	1.30
99	Es	1.30
100	Fm	-
101	Md	1.30
102	No	-
103	Lr	-

3. AZIDO ETA BASE AHULEN IONIZAZIO-KONSTANTEAK

Brönsted eta Lowryren teoriaren arabera, konposatu **azidoa** da ur disoluzioan hidrogeno ioi bat (H^+) edo gehiago emateko ahalmena duen substantzia. Aldiz, **basea** da ur disoluzioan H^+ bat edo gehiago hartzeko (berarekin erreakzionatzeko) ahalmena duen substantzia. Adibidez, azido klorhidrikoaren disoluzioaren azido izaera gertatzen da urari protoiak ematen dizkiolako: $HCl(aq) \rightarrow Cl^-(aq) + H^+(aq)$. Sodio hidroxidoaren (NaOH-aren) kasuan, aldiz, disoluzioaren izaera basikoa NaOH-k urari protoiak hartzen dizkiolako gertatzen da.

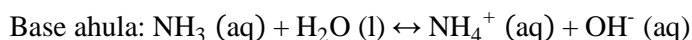
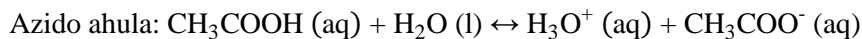
Hidrogeno ioia ia inoiz ez dago bere kasa aske, eta, ondorioz, horrela adieraz daiteke gertatuko den erreakzioa:



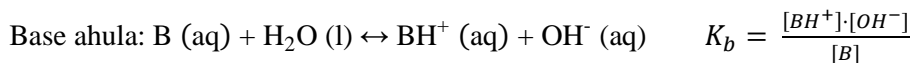
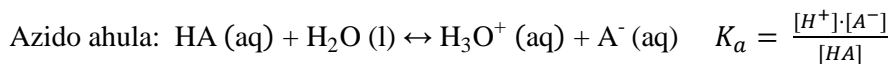
Horrenbestez, protoiak ematen dituen substantzia azidoa (HCl) da, eta hartzen dituen, aldiz, basea (H_2O). H_3O^+ ioiari hidroxonio ioia edo hidronio ioia deritzo.

Azido edo base bat uretan disolbatzean, bere molekula ioietan disoziatzen dira. Substantzia motaren arabera, horren molekula kopuru handiagoan edo txikiagoan disoziatuko dira eta, hala, protoi gehiago edo gutxiago sortuko edo hartuko dituzte (azidoaren eta basearen kasuan, hurrenez hurren). Horri, **azidoaren edo basearen indarra** deritzo. **Azido eta base sendoak** dira ur disoluzioan ia guztiz ionizatzen diren azido eta baseak; hau da, azido eta base sendoen disoluzioan ez da geldituko ionizatu gabeko molekularik disoluzio-prozesua bete ondoren. Hauxe da HCl-aren eta NaOH-aren kasua, adibidez.

Azido eta base ahulak, aldiz, ez dira guztiz ionizatzen eta, ondorioz, sortutako ioiak eta ionizatu gabeko molekula orekan gelditzen dira disoluzioan (guztiak disolbatuta). CH_3COOH eta NH_3 dira azido eta base ahulen adibideak, hurrenez hurren:



Azidotasun eta basikotasun konstanteak (K_a eta K_b , hurrenez hurren) adierazten dute sortutako ioien eta ionizatu gabeko molekularen kontzentrazioen arteko erlazioa (ionizazio-konstanteak dira), behin oreka lortuta. Geroz eta K_a handiagoa izan, azidoa sendoagoa izango da; basearen kasuan, K_b geroz eta handiagoa izan, geroz eta sendoagoa izango da basea. Azidotasun eta basikotasun konstanteak horrela adieraz daitezke, modu orokorrean:



Non: $[i]$ = Molaritatea, $\text{mol}_{\text{solutu}} \text{L}^{-1}_{\text{disoluzio}}$

Azido edo base batek hidrogeno ioi bat baino gehiago askatzeko edo hartzeko ahalmena daukanean, hidrogeno ioi guztien askatze- edo hartze-prozesua elkarren segidako pausoen bidez ematen da; hau da, pauso bakoitzean ioi bat. Kasu horietan, azido edo base horrek disoziazio-konstante bat baino gehiago edukiko du, bakoitza askatzen edo hartzen den ioiari dagokiona. Konstanteak K_{a1} , K_{a2} , K_{b1} , K_{b2} , etab., bezala adierazten dira.

3. taula. Hainbat azido ahulen ionizazio-konstanteak (azidotasun konstanteak), 25 °C-an.

Konposatua	Formula kimikoa	K_{a1}	K_{a2}	K_{a3}
AZIDO EZORGANIKOAK				
Azido artseniko	H ₃ AsO ₄	$6.0 \cdot 10^{-3}$	$1.1 \cdot 10^{-7}$	$3.1 \cdot 10^{-12}$
Azido artsenioso	H ₃ AsO ₃	$6.0 \cdot 10^{-10}$	$3.0 \cdot 10^{-14}$	-
Azido boriko	H ₃ BO ₃	$5.8 \cdot 10^{-10}$	$1.8 \cdot 10^{-13}$	$1.6 \cdot 10^{-14}$
Azido fluorhidriko	HF	$7.2 \cdot 10^{-4}$	-	-
Azido fosforiko	H ₃ PO ₄	$7.1 \cdot 10^{-3}$	$6.2 \cdot 10^{-8}$	$4.8 \cdot 10^{-13}$
Azido fosforoso	H ₃ PO ₃	$3.0 \cdot 10^{-2}$	$1.6 \cdot 10^{-7}$	-
Azido hipobromoso	HBrO	$2.3 \cdot 10^{-9}$	-	-
Azido hipofosforoso	H ₃ PO ₂	$5.9 \cdot 10^{-2}$	-	-
Azido hipokloroso	HClO	$3.0 \cdot 10^{-8}$	-	-
Azido hipoiodoso	HIO	$2.3 \cdot 10^{-11}$	-	-
Azido iodiko	HIO ₃	$1.6 \cdot 10^{-1}$	-	-
Azido karboniko	H ₂ CO ₃	$4.3 \cdot 10^{-7}$	$4.7 \cdot 10^{-11}$	-
Azido kloroso	HClO ₂	$1.1 \cdot 10^{-2}$	-	-
Azido kromiko	H ₂ CrO ₄	$1.8 \cdot 10^{-1}$	$3.1 \cdot 10^{-7}$	-
Azido nitroso	HNO ₂	$4.5 \cdot 10^{-4}$	-	-
Azido periodiko	H ₅ IO ₆	$2.4 \cdot 10^{-2}$	$5.0 \cdot 10^{-9}$	-
Azido pirofosforiko	H ₄ P ₂ O ₇	$1.4 \cdot 10^{-1}$	$6.0 \cdot 10^{-3}$	$2.0 \cdot 10^{-7}$
Azido seleniko	H ₂ SeO ₄	Sendoa	$1.2 \cdot 10^{-2}$	-
Azido selenioso	H ₂ SeO ₃	$2.4 \cdot 10^{-3}$	$2.5 \cdot 10^{-7}$	-
Azido sulfhidriko	H ₂ S	$9.5 \cdot 10^{-8}$	$1.0 \cdot 10^{-19}$	-
Azido sulfuriko	H ₂ SO ₄	Sendoa	$1.2 \cdot 10^{-2}$	-
Azido sulfuroso	H ₂ SO ₃	$1.3 \cdot 10^{-2}$	$6.3 \cdot 10^{-8}$	-
Azido zianiko	HCNO	$3.5 \cdot 10^{-4}$	-	-
Azido zianhidriko	HCN	$4.9 \cdot 10^{-10}$	-	-
Amonio ioia	NH ₄ ⁺	$5.6 \cdot 10^{-10}$	-	-
Hidrogeno peroxido	H ₂ O ₂	$2.4 \cdot 10^{-12}$	-	-
AZIDO ORGANIKOAK				
Azido adipiko	H ₂ C ₆ H ₈ O ₄	$3.8 \cdot 10^{-5}$	$3.8 \cdot 10^{-6}$	-
Azido akriliko	HC ₃ H ₃ O ₂	$5.5 \cdot 10^{-5}$	-	-
Azido azetiko	HC ₂ H ₃ O ₂	$1.8 \cdot 10^{-5}$	-	-
Azido azetilsaliziliko	HC ₉ H ₇ O ₄	$3.1 \cdot 10^{-4}$	-	-
Azido L-askorbiko	HC ₆ H ₇ O ₆	$8.0 \cdot 10^{-5}$	$2.0 \cdot 10^{-12}$	-
Azido benzoiko	HC ₇ H ₅ O ₂	$6.3 \cdot 10^{-5}$	-	-
Azido 1-butanoiko	HC ₄ H ₇ O ₂	$1.5 \cdot 10^{-5}$	-	-
Azido bromoazetiko	HC ₂ H ₂ O ₂ Br	$1.2 \cdot 10^{-3}$	-	-
Azido formiko	HCHO ₂	$1.8 \cdot 10^{-4}$	-	-
Azido o-ftaliko	H ₂ C ₈ H ₄ O ₄	$1.1 \cdot 10^{-3}$	$3.9 \cdot 10^{-6}$	-
Azido kloroazetiko	HC ₂ H ₂ O ₂ Cl	$1.4 \cdot 10^{-3}$	-	-
Azido laktiko	HC ₃ H ₅ O ₃	$1.4 \cdot 10^{-4}$	-	-
Azido maleiko	H ₂ C ₄ H ₂ O ₄	$1.2 \cdot 10^{-2}$	$4.7 \cdot 10^{-7}$	-
Azido maliko	H ₂ C ₄ H ₄ O ₄	$3.5 \cdot 10^{-4}$	$8.0 \cdot 10^{-6}$	-
Azido maloniko	H ₂ C ₃ H ₂ O ₄	$1.4 \cdot 10^{-3}$	$2.0 \cdot 10^{-6}$	-
Azido oxaliko	H ₂ C ₂ O ₄	$5.9 \cdot 10^{-2}$	$5.4 \cdot 10^{-5}$	-
Azido pentanoiko (baleriko)	HC ₅ H ₉ O ₂	$1.4 \cdot 10^{-5}$	-	-

3. taula (jarraipena). Hainbat azido ahulen ionizazio-konstanteak, 25 °C-an.

Konposatua	Formula kimikoa	K_{a1}	K_{a2}	K_{a3}
AZIDO ORGANIKOAK				
Azido pikriko	$\text{HC}_6\text{H}_2\text{O}_7\text{N}_3$	$5.1 \cdot 10^{-1}$	-	-
Azido pirubiko	$\text{HC}_3\text{H}_3\text{O}_3$	$3.0 \cdot 10^{-3}$	-	-
Azido propanoiko	$\text{HC}_3\text{H}_5\text{O}_2$	$1.3 \cdot 10^{-5}$	-	-
Azido saliziliko	$\text{H}_2\text{C}_7\text{H}_4\text{O}_3$	$1.1 \cdot 10^{-3}$	$1.8 \cdot 10^{-14}$	-
Azido DL-tartariko	$\text{H}_2\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_6$	$9.2 \cdot 10^{-4}$	$4.3 \cdot 10^{-5}$	-
Azido trikloroazetiko	$\text{HC}_2\text{O}_2\text{Cl}_3$	$1.3 \cdot 10^{-1}$	-	-
Azido zianoazetiko	$\text{HC}_2\text{H}_2\text{O}_2\text{CN}$	$3.4 \cdot 10^{-3}$	-	-
Azido zitriko	$\text{H}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7$	$7.4 \cdot 10^{-4}$	$1.7 \cdot 10^{-5}$	$4.0 \cdot 10^{-7}$
Fenol	$\text{HC}_6\text{H}_5\text{O}$	$1.2 \cdot 10^{-10}$	-	-

4. taula. Hainbat base ahulen ionizazio-konstanteak, 25 °C-an.

Konposatua	Formula kimikoa	K_{b1}	K_{b2}
Amoniako	NH_3	$1.8 \cdot 10^{-5}$	-
Anilina	$\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$	$3.8 \cdot 10^{-10}$	-
1-Butilamina	$\text{C}_4\text{H}_9\text{NH}_2$	$4.0 \cdot 10^{-4}$	-
Dimetilamina	$(\text{CH}_3)_2\text{NH}$	$5.4 \cdot 10^{-4}$	-
Etanolamina	$\text{C}_2\text{H}_5\text{ONH}_2$	$3.2 \cdot 10^{-5}$	-
Etilamina	$\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_2$	$6.4 \cdot 10^{-4}$	-
Etilendiamina	$\text{C}_2\text{H}_4(\text{NH}_2)_2$	$8.5 \cdot 10^{-5}$	$7.1 \cdot 10^{-8}$
Hidrazina	H_2NNH_2	$1.3 \cdot 10^{-6}$	$8.9 \cdot 10^{-16}$
Hidroxilamina	HONH_2	$1.1 \cdot 10^{-8}$	-
Kafeina	$\text{C}_8\text{H}_{10}\text{N}_4\text{O}_2$	$5.3 \cdot 10^{-14}$	-
Metilamina	CH_3NH_2	$4.4 \cdot 10^{-4}$	-
Piridina	$\text{C}_5\text{H}_5\text{N}$	$1.7 \cdot 10^{-9}$	-
Trimetilamina	$(\text{CH}_3)_3\text{N}$	$6.4 \cdot 10^{-5}$	-
Urea	$(\text{NH}_2)_2\text{CO}$	$1.5 \cdot 10^{-14}$	-

4. KONPOSATU EZORGANIKOEN DISOLBAGARRITASUN-BIDERKADURAK

Konposatu disolbagaitzak oso neurri txikian disolbatzen dira, eta, gehienetan, disolbatutako hori ioietan guztiz disoziatzen dela onartzen da. Disoluzio-prozesua gertatu ondoren, disolbatu gabeko solidoa eta disolbatutako ioien artean oreka ezartzen da. Adibidez: $\text{Al}(\text{OH})_3 (\text{s}) \leftrightarrow \text{Al}^{3+} (\text{aq}) + 3\text{OH}^- (\text{aq})$.

Konposatu baten **disolbagarritasun-biderkadura** oreka-konstante bat da, eta horrela kalkulatzen da: konposatu hori osatzen duten ioien kontzentrazioen biderkadura, bakoitza ber formula-unitatean dagokion ioi kopurua. Modu orokorrean adieraziz:



Non: [i]-k molaritatea adierazten baitu ($\text{mol}_{\text{solutu}} \text{L}^{-1}_{\text{disoluzio}}$)

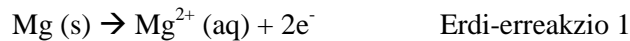
Disolbagarritasun-biderkadura konposatu disolbagaitzen disolbagarritasuna kalkulatzen erabiltzen da. Disolbagarritasun-biderkadura konstante mantenduko da tenperatura aldatzen ez bada.

5. taula. Hainbat konposaturen disolbagarritasun-biderkadurak, 25 °C-an.

Konposatua	Formula kimikoa	K_{ps}	Konposatua	Formula kimikoa	K_{ps}
Aluminio hidroxido	$\text{Al}(\text{OH})_3$	$1.9 \cdot 10^{-33}$	Kadmio hidroxido	$\text{Cd}(\text{OH})_2$	$1.2 \cdot 10^{-14}$
Bario fluoruro	BaF_2	$1.7 \cdot 10^{-6}$	Kaltzio fluoruro	CaF_2	$3.9 \cdot 10^{-11}$
Bario kromato	BaCrO_4	$1.2 \cdot 10^{-10}$	Kaltzio hidroxido	$\text{Ca}(\text{OH})_2$	$7.9 \cdot 10^{-6}$
Berun bromuro	PbBr_2	$6.3 \cdot 10^{-6}$	Kaltzio kromato	CaCrO_4	$7.1 \cdot 10^{-4}$
Berun fluoruro	PbF_2	$3.7 \cdot 10^{-8}$	Kobalto (II) hidroxido	$\text{Co}(\text{OH})_2$	$2.5 \cdot 10^{-16}$
Berun hidroxido	$\text{Pb}(\text{OH})_2$	$2.8 \cdot 10^{-16}$	Kobalto (III) hidroxido	$\text{Co}(\text{OH})_3$	$4.0 \cdot 10^{-45}$
Berun ioduro	PbI_2	$8.7 \cdot 10^{-9}$	Kobre (I) bromuro	CuBr	$5.3 \cdot 10^{-9}$
Berun kloruro	PbCl_2	$1.7 \cdot 10^{-5}$	Kobre (II) hidroxido	$\text{Cu}(\text{OH})_2$	$1.6 \cdot 10^{-19}$
Berun kromato	PbCrO_4	$1.8 \cdot 10^{-14}$	Kobre (I) ioduro	CuI	$5.1 \cdot 10^{-12}$
Burdin (II) hidroxido	$\text{Fe}(\text{OH})_2$	$7.9 \cdot 10^{-15}$	Kobre (I) kloruro	CuCl	$1.9 \cdot 10^{-7}$
Burdin (III) hidroxido	$\text{Fe}(\text{OH})_3$	$6.3 \cdot 10^{-38}$	Kromo (III) hidroxido	$\text{Cr}(\text{OH})_3$	$6.7 \cdot 10^{-31}$
Eztainu (II) hidroxido	$\text{Sn}(\text{OH})_2$	$2.0 \cdot 10^{-26}$	Urre (I) bromuro	AuBr	$5.0 \cdot 10^{-17}$
Eztainu (IV) hidroxido	$\text{Sn}(\text{OH})_4$	$1.0 \cdot 10^{-57}$	Urre (III) bromuro	AuBr_3	$4.0 \cdot 10^{-36}$
Eztainu (II) ioduro	SnI_2	$1.0 \cdot 10^{-4}$	Urre (III) hidroxido	$\text{Au}(\text{OH})_3$	$1.0 \cdot 10^{-53}$
Magnesio fluoruro	MgF_2	$6.4 \cdot 10^{-9}$	Urre (I) ioduro	AuI	$1.6 \cdot 10^{-23}$
Magnesio hidroxido	$\text{Mg}(\text{OH})_2$	$1.5 \cdot 10^{-11}$	Urre (III) ioduro	AuI_3	$1.0 \cdot 10^{-46}$
Manganeso (II) hidroxido	$\text{Mn}(\text{OH})_2$	$4.6 \cdot 10^{-14}$	Urre (I) kloruro	AuCl	$2.0 \cdot 10^{-13}$
Manganeso (III) hidroxido	$\text{Mn}(\text{OH})_3$	$1.0 \cdot 10^{-36}$	Urre (III) kloruro	AuCl_3	$3.2 \cdot 10^{-25}$
Merkurio (I) bromuro	HgBr	$5.8 \cdot 10^{-23}$	Zilar bromuro	AgBr	$3.3 \cdot 10^{-13}$
Merkurio (II) hidroxido	$\text{Hg}(\text{OH})_2$	$2.5 \cdot 10^{-26}$	Zilar ioduro	AgI	$1.5 \cdot 10^{-16}$
Merkurio (I) ioduro	Hg_2I_2	$4.5 \cdot 10^{-29}$	Zilar kloruro	AgCl	$1.8 \cdot 10^{-10}$
Merkurio (II) ioduro	HgI_2	$4.0 \cdot 10^{-29}$	Zilar kromato	Ag_2CrO_4	$9.0 \cdot 10^{-12}$
Merkurio (I) kloruro	Hg_2Cl_2	$1.1 \cdot 10^{-18}$	Zilar zianuro	AgCN	$1.2 \cdot 10^{-11}$
Nikel (II) hidroxido	$\text{Ni}(\text{OH})_2$	$2.8 \cdot 10^{-16}$	Zink hidroxido	$\text{Zn}(\text{OH})_2$	$4.5 \cdot 10^{-17}$

5. ERREDUKZIO-POTENTZIAL ESTANDARRAK

Oxidazio-erredukzio erreakzioetan elektroioak trukutzen dira. Horretarako, erreakzioan parte hartzen duen konposaturen baten elementuren batek elektroioak galtzen ditu (oxidatzen da) eta beste batek hartzen ditu (erreduzitzen da). Elektroio-mugimendua apropos bideratzen bada, elektrizitatea sor daiteke erreakzioaren gertatzearekin batera, eta, hori dela eta, elektrokimika deritzo erreakzio horiek (erredox erreakzioak) aztertzen dituen arloari. Ondoko adibidean Mg (s) **oxidatzen** da Mg²⁺ (aq)-ra, bere oxidazio-zenbakia handituz (0→+2); protoiak, aldiz, **erreduzitu** egiten dira, beren oxidazio-zenbakia txikituz (+1→0).



Erredox erreakzioetan parte hartzen duten erdi-erreakzio guztiek erredukzio-potentzial estandar bat daukate tenperatura jakin batean (E°), Volt-etan neurtuta. Hori da erdi-erreakzio horrek sortuko lukeen potentziala, beste erdi-erreakzioa hidrogenoaren oxidazioa izango balitz (hitzarmenez, hidrogenoaren oxidazioaren potentziala 0 V da) eta prozesu guztia baldintza estandarretan gertatua (konposatu gaseosoen presio partziala 1 atm, eta disolbatutako konposatuen kontzentrazioa 1 M). Erredukzio-potentzial estandarrak espezieen erredukzio-joera adierazten du; hau da, espezie baten erredukzio-joera handiagoa da E° -aren balioa handiagoa den heinean.

Espezie baten erredukzio-joera **baldintza errealetan** kalkulatzeko, *Nernsten* ekuazioa erabiltzen da:

$$E = E^{\circ} - \frac{R \cdot T}{n \cdot F} \cdot \ln Q, \text{ Volt}$$

Non:

E: erredukzio-potentzial erreala, Volt

R: gas idealen konstantea, $8.314 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$

n: trukaturako elektroio kopurua

Q: erreakzio-zatidura

E° : erredukzio-potentzial estandarra, Volt

T: sistemaren tenperatura, K

F: Faraday konstantea, $96500 \text{ C (mol e}^{-})^{-1}$

6. taula. Hainbat konposaturen erredukzio-potentzial estandarra, 25 °C-an.

Erdi-erreakzioa	E° (V)
$\text{Li}^{+} \text{ (aq)} + \text{e}^{-} \rightarrow \text{Li (s)}$	-3.04
$\text{K}^{+} \text{ (aq)} + \text{e}^{-} \rightarrow \text{K (s)}$	-2.92
$\text{Rb}^{+} \text{ (aq)} + \text{e}^{-} \rightarrow \text{Rb (s)}$	-2.92
$\text{Cs}^{+} \text{ (aq)} + \text{e}^{-} \rightarrow \text{Cs (s)}$	-2.92
$\text{Ba}^{2+} \text{ (aq)} + 2\text{e}^{-} \rightarrow \text{Ba (s)}$	-2.90
$\text{Sr}^{2+} \text{ (aq)} + 2\text{e}^{-} \rightarrow \text{Sr (s)}$	-2.89
$\text{Ca}^{2+} \text{ (aq)} + 2\text{e}^{-} \rightarrow \text{Ca (s)}$	-2.87
$\text{Na}^{+} \text{ (aq)} + \text{e}^{-} \rightarrow \text{Na (s)}$	-2.71
$\text{Mg}^{2+} \text{ (aq)} + 2\text{e}^{-} \rightarrow \text{Mg (s)}$	-2.37
$\text{H}_2 \text{ (g)} + 2\text{e}^{-} \rightarrow 2\text{H (aq)}$	-2.25
$\text{Al}^{3+} \text{ (aq)} + 3\text{e}^{-} \rightarrow \text{Al (s)}$	-1.66

6. taula (jarraipena). Hainbat konposaturen erredukzio-potentzial estandarra, 25 °C-an.

Erdi-erreakzioa	E° (V)
$\text{Zr}^{4+}(\text{aq}) + 4\text{e}^{-} \rightarrow \text{Zr}(\text{s})$	-1.53
$\text{ZnS}(\text{s}) + 2\text{e}^{-} \rightarrow \text{Zn}(\text{s}) + \text{S}^{2-}(\text{aq})$	-1.44
$\text{Zn}(\text{OH})_2(\text{s}) + 2\text{e}^{-} \rightarrow \text{Zn}(\text{s}) + 2\text{OH}^{-}(\text{aq})$	-1.24
$\text{CdS}(\text{s}) + 2\text{e}^{-} \rightarrow \text{Cd}(\text{s}) + \text{S}^{2-}(\text{aq})$	-1.21
$\text{V}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^{-} \rightarrow \text{V}(\text{s})$	-1.18
$\text{Mn}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^{-} \rightarrow \text{Mn}(\text{s})$	-1.18
$\text{FeS}(\text{s}) + 2\text{e}^{-} \rightarrow \text{Fe}(\text{s}) + \text{S}^{2-}(\text{aq})$	-1.01
$\text{SO}_4^{2-}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) + 2\text{e}^{-} \rightarrow \text{SO}_3^{2-}(\text{aq}) + 2\text{OH}^{-}(\text{aq})$	-0.93
$\text{Cr}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^{-} \rightarrow \text{Cr}(\text{s})$	-0.91
$\text{Fe}(\text{OH})_2(\text{s}) + 2\text{e}^{-} \rightarrow \text{Fe}(\text{s}) + 2\text{OH}^{-}(\text{aq})$	-0.88
$\text{Zn}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^{-} \rightarrow \text{Zn}(\text{s})$	-0.76
$\text{Cr}^{3+}(\text{aq}) + 3\text{e}^{-} \rightarrow \text{Cr}(\text{s})$	-0.74
$\text{HgS}(\text{s}) + 2\text{H}^{+}(\text{aq}) + 2\text{e}^{-} \rightarrow \text{Hg}(\text{l}) + \text{H}_2\text{S}(\text{g})$	-0.72
$\text{Ga}^{3+}(\text{aq}) + 3\text{e}^{-} \rightarrow \text{Ga}(\text{s})$	-0.53
$2\text{CO}_2(\text{g}) + 2\text{H}^{+}(\text{aq}) + 2\text{e}^{-} \rightarrow (\text{COOH})_2(\text{aq})$	-0.49
$\text{Fe}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^{-} \rightarrow \text{Fe}(\text{s})$	-0.44
$\text{Cr}^{3+}(\text{aq}) + \text{e}^{-} \rightarrow \text{Cr}^{2+}(\text{aq})$	-0.41
$\text{Cd}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^{-} \rightarrow \text{Cd}(\text{s})$	-0.40
$\text{Se}(\text{s}) + 2\text{H}^{+}(\text{aq}) + 2\text{e}^{-} \rightarrow \text{H}_2\text{Se}(\text{aq})$	-0.40
$\text{Pb}(\text{SO}_4)(\text{s}) + 2\text{e}^{-} \rightarrow \text{Pb}(\text{s}) + \text{SO}_4^{2-}(\text{aq})$	-0.36
$\text{Co}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^{-} \rightarrow \text{Co}(\text{s})$	-0.28
$\text{Ni}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^{-} \rightarrow \text{Ni}(\text{s})$	-0.25
$\text{AgI}(\text{s}) + \text{e}^{-} \rightarrow \text{Ag}(\text{s}) + \text{I}^{-}(\text{aq})$	-0.15
$\text{Sn}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^{-} \rightarrow \text{Sn}(\text{s})$	-0.14
$\text{Pb}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^{-} \rightarrow \text{Pb}(\text{s})$	-0.13
$2\text{H}^{+}(\text{aq}) + 2\text{e}^{-} \rightarrow \text{H}_2(\text{g})$	0.00
$\text{AgBr}(\text{s}) + \text{e}^{-} \rightarrow \text{Ag}(\text{s}) + \text{Br}^{-}(\text{aq})$	0.10
$\text{S}(\text{s}) + 2\text{H}^{+}(\text{aq}) + 2\text{e}^{-} \rightarrow \text{H}_2\text{S}(\text{aq})$	0.14
$\text{Sn}^{4+}(\text{aq}) + 2\text{e}^{-} \rightarrow \text{Sn}^{2+}(\text{aq})$	0.15
$\text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + \text{e}^{-} \rightarrow \text{Cu}^{+}(\text{aq})$	0.15
$\text{SO}_4^{2-}(\text{aq}) + 4\text{H}^{+}(\text{aq}) + 2\text{e}^{-} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_3(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}$	0.17
$\text{SO}_4^{2-}(\text{aq}) + 4\text{H}^{+}(\text{aq}) + 2\text{e}^{-} \rightarrow \text{SO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}$	0.20
$\text{AgCl}(\text{s}) + \text{e}^{-} \rightarrow \text{Ag}(\text{s}) + \text{Cl}^{-}(\text{aq})$	0.22
$\text{Hg}_2\text{Cl}_2(\text{s}) + 2\text{e}^{-} \rightarrow 2\text{Hg}(\text{l}) + 2\text{Cl}^{-}(\text{aq})$	0.27
$\text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^{-} \rightarrow \text{Cu}(\text{s})$	0.34
$\text{Cu}^{+}(\text{aq}) + \text{e}^{-} \rightarrow \text{Cu}(\text{s})$	0.52
$\text{I}_2(\text{s}) + 2\text{e}^{-} \rightarrow 2\text{I}^{-}(\text{aq})$	0.54
$\text{O}_2(\text{g}) + 2\text{H}^{+}(\text{aq}) + 2\text{e}^{-} \rightarrow \text{H}_2\text{O}_2(\text{aq})$	0.68
$\text{Fe}^{3+}(\text{aq}) + \text{e}^{-} \rightarrow \text{Fe}^{2+}(\text{aq})$	0.77
$\text{Hg}_2^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^{-} \rightarrow 2\text{Hg}(\text{l})$	0.79
$\text{Ag}^{+}(\text{aq}) + \text{e}^{-} \rightarrow \text{Ag}(\text{s})$	0.80
$\text{Hg}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^{-} \rightarrow \text{Hg}(\text{l})$	0.86
$2\text{Hg}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^{-} \rightarrow \text{Hg}_2^{2+}(\text{aq})$	0.92
$\text{NO}_3^{-}(\text{aq}) + 3\text{H}^{+}(\text{aq}) + 2\text{e}^{-} \rightarrow \text{HNO}_2(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}$	0.94
$\text{NO}_3^{-}(\text{aq}) + 4\text{H}^{+}(\text{aq}) + 3\text{e}^{-} \rightarrow \text{NO}(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}$	0.96
$\text{Pd}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^{-} \rightarrow \text{Pd}(\text{s})$	0.99
$\text{AuCl}_4^{-}(\text{aq}) + 3\text{e}^{-} \rightarrow \text{Au}(\text{s}) + 4\text{Cl}^{-}(\text{aq})$	1.00
$\text{Br}_2(\text{l}) + 2\text{e}^{-} \rightarrow 2\text{Br}^{-}(\text{aq})$	1.08
$\text{Pt}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^{-} \rightarrow \text{Pt}(\text{s})$	1.20

6. taula (jarraipena). Hainbat konposaturen erredukzio-potentzial estandarra, 25 °C-an.

Erdi-erreakzioa	E° (V)
$O_2(g) + 4H^+(aq) + 4e^- \rightarrow 2H_2O$	1.23
$MnO_2(s) + 4H^+(aq) + 2e^- \rightarrow Mn^{2+}(aq) + 2H_2O$	1.23
$Cr_2O_7^{2-}(aq) + 14H^+(aq) + 6e^- \rightarrow 2Cr^{3+}(aq) + 7H_2O$	1.33
$Cl_2(g) + 2e^- \rightarrow 2Cl^-(aq)$	1.36
$BrO_3^-(aq) + 6H^+(aq) + 6e^- \rightarrow Br^-(aq) + 3H_2O$	1.44
$ClO_3^-(aq) + 6H^+(aq) + 5e^- \rightarrow \frac{1}{2}Cl_2(g) + 3H_2O$	1.47
$Au^{3+}(aq) + 3e^- \rightarrow Au(s)$	1.50
$MnO_4^-(aq) + 8H^+(aq) + 5e^- \rightarrow Mn^{2+}(aq) + 4H_2O$	1.51
$Ce^{4+}(aq) + e^- \rightarrow Ce^{3+}(aq)$	1.61
$Au^+(aq) + e^- \rightarrow Au(s)$	1.68
$NiO_2(s) + 4H^+(aq) + 2e^- \rightarrow Ni^{2+}(aq) + 2H_2O$	1.70
$H_2O_2(aq) + 2H^+(aq) + 2e^- \rightarrow 2H_2O$	1.77
$Pb^{4+}(aq) + 2e^- \rightarrow Pb^{2+}(aq)$	1.80
$Co^{3+}(aq) + e^- \rightarrow Co^{2+}(aq)$	1.82
$F_2(g) + 2e^- \rightarrow 2F^-(aq)$	2.87

6. HENRYren KONSTANTEAK

Presioak ez dauka ia eraginik konposatu likido eta solidoen disolbagarritasunean, baina oso garrantzitsua da gasen disolbagarritasunean. Gasen disolbagarritasunaren eta presioaren arteko erlazio kuantitatiboa **Henryren legeak** adierazten du: «gas baten disolbagarritasuna likido batean proportzionala da likidoaren gainean dagoen gasaren presioarekin»:

$$c = k \cdot P_i$$

Non c : gasaren kontzentrazio molarra likidoan (mol L^{-1})

k : **Henryren konstantea** ($\text{mol L}^{-1} \text{atm}^{-1}$), tenperaturaren menpekoa

P_i : gasaren presio partziala likidoaren gainean (atm)

Henryren legea gas askorekin erabil daiteke, horiek kontzentrazio baxuetan daudenean. Beste gas batzuekin, aldiz, kontzentrazio-tarte zabal batean erabil daiteke. Oro har, gasaren presio partzialak 1 atm baino txikiagoa izan behar du Henryren legea erabili ahal izateko. Disolbatutako gasak likidoarekin erreakzionatzen baldin badu, disolbatutako gasaren kantitatea Henryren legeak aurreikusten duena baino handiagoa izango da (adibidez: NH_3 uretan, CO_2 uretan edo O_2 odolean).

7. taula. Hainbat gasen Henryren konstantea, 25 °C-an, ura disolbatzailea denean.

Konposatua	Formula kimikoa	k ($\text{mol L}^{-1} \text{atm}^{-1}$)
KONPOSATU EZORGANIKOAK		
Azido nitriko	HNO_3	$8.8 \cdot 10^4$
Azido nitroso	HNO_2	$4.8 \cdot 10^1$
Bromo	Br_2	$7.2 \cdot 10^{-1}$
Hidrogeno	H_2	$7.8 \cdot 10^{-4}$
bromuro	HBr	$2.4 \cdot 10^1$
fluoruro	HF	$1.3 \cdot 10^4$
kloruro	HCl	$1.5 \cdot 10^3$
peroxido	H_2O_2	$9.1 \cdot 10^4$
sulfuro	H_2S	$1.0 \cdot 10^{-1}$
zianuroa	HCN	3.9
Iodo	I_2	2.8
Karbono (II) anhidrido (monoxido)	CO	$9.7 \cdot 10^{-4}$
Karbono (IV) anhidrido (dioxido)	CO_2	$3.3 \cdot 10^{-2}$
Karbono disulfuro	CS_2	$6.1 \cdot 10^{-2}$
Kloro	Cl_2	$9.2 \cdot 10^{-2}$
Merkurio	Hg	$1.1 \cdot 10^{-1}$
Nitrogeno	N_2	$6.4 \cdot 10^{-4}$
(III) hidruro (amoniako)	NH_3	$5.9 \cdot 10^1$
(I) oxido (nitroso)	N_2O	$2.4 \cdot 10^{-2}$
(II) oxido (nitriko)	NO	$1.9 \cdot 10^{-3}$
(IV) oxido (dioxido)	NO_2	$9.9 \cdot 10^{-3}$
Oxigeno	O_2	$1.2 \cdot 10^{-3}$
Ozono	O_3	$1.0 \cdot 10^{-2}$
Sufre (IV) oxido	SO_2	1.3

7. taula (jarraipena). Hainbat gasen Henryren konstantea, 25 °C-an, ura disolbatzailea denean.

Konposatua	Formula kimikoa	k (mol L ⁻¹ atm ⁻¹)
KONPOSATU ORGANIKOAK		
Metano	CH ₄	1.4 · 10 ⁻³
Etano	C ₂ H ₆	1.9 · 10 ⁻³
Eteno (etileno)	C ₂ H ₄	5.9 · 10 ⁻³
Etino (azetileno)	C ₂ H ₂	4.1 · 10 ⁻²
Propano	C ₃ H ₈	1.5 · 10 ⁻³
Butano	C ₄ H ₁₀	1.2 · 10 ⁻³
1,3-Butadieno	C ₄ H ₆	1.3 · 10 ⁻²
Pentano	C ₅ H ₁₂	8.0 · 10 ⁻⁴
Hexano	C ₆ H ₁₄	6.1 · 10 ⁻⁴
Bentzeno	C ₆ H ₆	1.7 · 10 ⁻¹
Tolueno	C ₆ H ₅ CH ₃	1.5 · 10 ⁻¹
o-Xileno	C ₆ H ₄ (CH ₃) ₂	2.4 · 10 ⁻¹
m-Xileno	C ₆ H ₄ (CH ₃) ₂	1.4 · 10 ⁻¹
p-Xileno	C ₆ H ₄ (CH ₃) ₂	1.9 · 10 ⁻¹
Naftaleno	C ₁₀ H ₈	2.1
Metanol	CH ₃ OH	2.0 · 10 ²
Etanol	C ₂ H ₅ OH	1.9 · 10 ²
Fenol	C ₆ H ₅ OH	2.8 · 10 ³
Metanal (formaldehido)	HCHO	3.2 · 10 ³
Etanal (azetaldehido)	CH ₃ CHO	1.3 · 10 ¹
Propenal (akroleina)	CH ₂ CHCHO	7.2
Benzaldehido	C ₆ H ₅ CHO	3.8 · 10 ¹
Propanona (azetona)	CH ₃ COCH ₃	2.7 · 10 ¹
Azido metanoiko (formiko)	HCOOH	8.8 · 10 ³
Azido etanoiko (azetiko)	CH ₃ COOH	4.0 · 10 ³
Dimetil eter	CH ₃ OCH ₃	1.7 · 10 ⁻¹
Dibenzo-p-dioxina	C ₁₂ H ₈ O ₂	9.0
Benzofurano	C ₈ H ₆ O	1.9
Klorometano	CH ₃ Cl	1.3 · 10 ⁻¹
Diklorometano	CH ₂ Cl ₂	3.6 · 10 ⁻¹
Triklorometano (kloroformo)	CHCl ₃	2.5 · 10 ⁻¹
Tetraklorometano	CCl ₄	3.4 · 10 ⁻²
Kloroetano	C ₂ H ₅ Cl	8.3 · 10 ⁻²
Kloroetano (binil kloruro)	CH ₂ CHCl	3.8 · 10 ⁻²
Metanotiol (metil merkaptano)	CH ₃ SH	3.8 · 10 ⁻¹
Dimetil sulfuro	CH ₃ SCH ₃	5.6 · 10 ⁻¹
Karbono disulfuro	CS ₂	6.1 · 10 ⁻²
Tiofeno	C ₄ H ₄ S	4.4 · 10 ⁻¹

8. taula. Hainbat konposaturen Henryren konstanteak beste tenperatura batzuetan (uretan)

Konposatua	k (mol L ⁻¹ atm ⁻¹)				
	$T = 0^{\circ}\text{C}$	$T = 20^{\circ}\text{C}$	$T = 25^{\circ}\text{C}$	$T = 40^{\circ}\text{C}$	$T = 60^{\circ}\text{C}$
N ₂	10.3 · 10 ⁻⁴	7.3 · 10 ⁻⁴	6.4 · 10 ⁻⁴	5.6 · 10 ⁻⁴	4.9 · 10 ⁻⁴
O ₂	22.0 · 10 ⁻⁴	14.3 · 10 ⁻⁴	1.2 · 10 ⁻³	10.2 · 10 ⁻⁴	8.7 · 10 ⁻⁴
H ₂	9.6 · 10 ⁻⁴	8.1 · 10 ⁻⁴	7.8 · 10 ⁻⁴	7.3 · 10 ⁻⁴	6.7 · 10 ⁻⁴

7. KONSTANTE EBUILOSKOPIKOAK ETA KRIOSKOPIKOAK

Disolbatzaile baten izozte-tenperatura ($T_{f,\text{disoluzio}}$) jaitsi egiten da (disolbatzaile puruaren izozte-tenperaturarekin, $T_{f,\text{disolbatzaile}}^*$, konparatuta), m_D disolbatzaile masan n_B mol solutu disolbatzen denean. Horri **izozte-tenperaturaren beharakada** (ΔT_f) deritzo eta honako formularen bidez kalkula daiteke (suposatuz disoluzioa ideala eta diluitua [≤ 0.2 M] dela eta disolbatzaile purua dela izozten dena):

$$\Delta T_f = -K_f \cdot m$$

Non $\Delta T_f = T_{f,\text{disoluzio}} - T_{f,\text{disolbatzaile}}^*$: izozte-tenperaturaren beharakada

K_f : disolbatzailearen izozte-tenperaturaren beharakadaren **konstante krioskopikoa** ($^{\circ}\text{C } m^{-1}$)

m : disoluzioaren molalitatea ($\text{mol}_{\text{solutu}} \text{kg}_{\text{disolbatzaile}}^{-1}$)

Disolbatzailearen irakite-tenperaturari (T_b) dagokionez, hori igo egiten da (disolbatzaile puruaren irakite-tenperaturarekin, $T_{b,\text{disolbatzaile}}^*$, konparatuta) m_D disolbatzaile masan n_B mol solutu disolbatzen denean. Horri **irakite-tenperaturaren gorakada** (ΔT_b) deritzo, eta honako formularen bidez kalkula daiteke (suposatuz disoluzioa ideala eta diluitua [≤ 0.2 M] dela):

$$\Delta T_b = K_b \cdot m$$

Non $\Delta T_b = T_{b,\text{disoluzio}} - T_{b,\text{disolbatzaile}}^*$: irakite-tenperaturaren gorakada

K_b : disolbatzailearen irakite-tenperaturaren gorakadaren **konstante ebuloskopikoa** ($^{\circ}\text{C } m^{-1}$)

m : disoluzioaren molalitatea ($\text{mol}_{\text{solutu}} \text{kg}_{\text{disolbatzaile}}^{-1}$)

9. taula. Hainbat disolbatzailearen izozte- eta irakite-tenperaturak, eta konstante krioskopiko eta ebuloskopikoa.

Disolbatzailea	Formula kimikoa	Izozte-tenperatura normala ($^{\circ}\text{C}$) ¹	K_f ($^{\circ}\text{C } m^{-1}$)	Irakite-tenperatura normala ($^{\circ}\text{C}$) ¹	K_b ($^{\circ}\text{C } m^{-1}$)
Azido etanoiko (azetiko)	CH ₃ COOH	16.6	3.90	117.9	3.07
Bentzeno	C ₆ H ₆	5.5	5.12	80.4	2.53
Dietil eter	(C ₂ H ₅) ₂ O	-119.2	1.79	34.6	1.82
Etanol	C ₂ H ₅ OH	-117.3	1.99	78.4	1.22
Fenilamina (anilina)	C ₆ H ₅ NH ₂	-6.3	5.87	184.1	3.22
Karbono disulfuro	CS ₂	-112	3.80	46.2	2.37
Karbono tetrakloruro	CCl ₄	-22.7	30	76.7	4.95
Naftaleno	C ₁₀ H ₈	80.0	6.94	216.9	5.80
2-Propanona (azetona)	CH ₃ COCH ₃	(-95) – (-93)	2.40	50.5	1.71
Triklorometano (kloroformo)	CHCl ₃	-63.2	4.90	61.2	3.66
Ura	H ₂ O	0	1.86	100	0.52
Ziklohexano	C ₆ H ₁₂	6.6	20.0	80.7	2.79

¹ 1 atm-n neurtua.

8. VAN'T HOFFen FAKTOREA

Disoluzioan, elektrolitoak ioietan disoziatzen dira; hau da, konposatu elektrolito baten unitate bat disolbatzean, hori bi edo partikula gehiagotan banatzen da. Horrek eragina edukiko du izozte-tenperaturaren beherakadan, eta baita irakite-tenperaturaren gorakadan ere. Eragin hori azaltzeko **van't Hoffen faktorea** (i) definitzen da:

$$i = \frac{\text{disoluzioan dagoen partikula kopuru erreala, disoziatu ondoren}}{\text{hasieran disolbatutako formula-unitate kantitatea}}$$

Elektrolitoen disoluzioen izozte-tenperaturaren beherakada eta irakite-tenperaturaren gorakada horrela definituko dira, hurrenez hurren:

$$\Delta T_f = -K_f \cdot m \cdot i \quad \Delta T_b = K_b \cdot m \cdot i$$

Non $\Delta T_f = T_{f, \text{disoluzio}} - T_{f, \text{disolbatzaile}}^*$: izozte-tenperaturaren beherakada

$\Delta T_b = T_{b, \text{disoluzio}} - T_{b, \text{disolbatzaile}}^*$: irakite-tenperaturaren gorakada

K_f : disolbatzailearen izozte-tenperaturaren beherakadaren konstante krioskopikoa ($^{\circ}\text{C m}^{-1}$)

K_b : disolbatzailearen irakite-tenperaturaren gorakadaren konstante ebuloskopikoa ($^{\circ}\text{C m}^{-1}$)

i : van't Hoffen faktorea

m : disoluzioaren molalitatea ($\text{mol}_{\text{solutu}} \text{kg}_{\text{disolbatzaile}}^{-1}$)

Errealitatean, elektrolitoen disoluzioen izozte-tenperaturaren beherakada eta irakite-tenperaturaren gorakada espero baino txikiagoak dira. Hori gertatzen da kontzentrazioak altuak direnean indar elektrostatikoak sortu eta pare ionikoak sortzen direlako, azken horien presentziak disoluzioan dagoen partikula kopurua txikiagotzen baitu.

10. taula. van't Hoffen faktorea, hainbat elektrolitoren disoluzioentzat (disolbatzailea: ura; 0.0500 M; $T = 25^{\circ}\text{C}$).

Sustantzia elektrolitoa	Formula kimikoa	i (neurtua)	i (kalkulatua)
Aluminio kloruro	AlCl_3	3.2	4.0
Burdin (III) kloruro	FeCl_3	3.4	4.0
Hidrogeno kloruro	HCl	1.9	2.0
Kaltzio nitrato	$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$	2.5	3.0
Magnesio sulfato	MgSO_4	1.3	2.0
Magnesio kloruro	MgCl_2	2.7	3.0
Sodio kloruro	NaCl	1.9	2.0

9. LURRUN-PRESIOA (ANTOINEREN EKUAZIOAREN PARAMETROAK)

Sistema likido bat hutsik eta itxita dagoen ontzi batean isurtzean, likidoa lurruntzen joango da eta ontziaren presioa handituko da. Momentu batetik aurrera, presioa konstante mantenduko da. Orekako presio horri likidoaren lurrun-presioa (P^0) deritzo, esperimendua egin den temperaturan.

Lurrun-presioa likidoaren izaeraren eta temperaturaren menpekoa da. Bere balioa minimoa da puntu hirukoitzean, eta maximoa temperatura kritikoa.

Lurrun-presioa metodo ezberdinekin kalkula daiteke, horietako gehienak Clapeyronen ekuazioan oinarrituta. Ekuazio sinpleena **Antoineren** ekuazioa da:

$$\text{Log}P^0 = A - \frac{B}{T+C} \quad \text{Non: } P^0 \text{ bar-ean neurtuta baitago eta } T \text{ K-ean.}$$

11. taula. Hainbat konposaturen Antoineren ekuazioaren parametroak.

Konposatua	Formula kimikoa	Temperatura-tartea (K)	A	B	C
KONPOSATU EZORGANIKOAK					
Bromo	Br ₂	224.5-331.4 343-383	2.9453 4.7083	638.26 1562.3	-115.14 0.628
Hidrogeno	H ₂	21.0-32.3	3.5431	99.395	7.726
Hidrogeno bromuro	HBr	134.3-206.7 206.7-343.8	4.0242 4.1558	695.47 754.97	-33.542 -25.086
Hidrogeno fluoruro	HF	273-303	4.9148	1556.6	24.199
Hidrogeno ioduro	HI	149.8-238.1	4.2685	939.99	-18.012
Hidrogeno kloruro	HCl	122.3-188.3 188.3-309.4	3.6076 4.5739	535.17 868.36	-39.847 1.754
Hidrogeno sulfuro	H ₂ S	138.8-212.8 212.8-349.5	4.4368 4.5289	829.44 958.59	-25.412 -0.539
Hidrogeno zianuro	HCN	256.7-319.4	4.6742	1340.8	-11.592
Karbono					
Karbono disulfuro	CS ₂	276.7-353.1	4.0668	1168.6	-31.616
Karbono (IV) anhidrido	CO ₂	154.3-195.9	6.8123	1301.7	-3.494
Sulfuro karbonilo	COS	161.8-223.8	4.0436	808.49	-22.72
Kloro	Cl ₂	155-239.4 239.4-400.3	3.0213 4.2881	530.59 969.99	-64.639 -12.791
Nitrogeno	N ₂	63.1-126	3.7362	264.65	-6.788
Nitrogeno (III) hidruro	NH ₃	164-239.6 239.6-371.5	3.1876 4.8689	506.71 1113.9	-80.78 -10.409
Oxigeno	O ₂	54.4-154.3	3.9523	340.02	-4.144
Sufre (IV) anhidrido (dioxido)	SO ₂	177.7-263 263-414.9	3.4859 4.3780	668.22 966.58	-72.252 -42.071
Sufre (VI) anhidrido (trioxido)	SO ₃	333-483	4.2052	892.18	-103.56
Ura	H ₂ O	273-303 304-333 334-363	5.4022 5.2039 5.0768	1838.7 1733.9 1659.8	-31.737 -39.485 -45.854

11. taula (jarraipena). Hainbat konposaturen Antoineren ekuazioaren parametroak.

Konposatua	Formula kimikoa	Temperatura-tartea (K)	A	B	C
KONPOSATU ORGANIKOAK					
ALIFATIKOAK					
Metano	CH ₄	91-190	3.9895	443.03	-0.49
Etano	C ₂ H ₆	91.3-114.1 135.7-199.9	4.5071 3.9384	791.3 659.74	-6.422 -16.719
Eteno (etileno)	C ₂ H ₄	149.4-188.6	3.8726	584.15	-18.307
Etino (azetileno)	C ₂ H ₂	192.6-206.3 214.6-308.3	4.1960 4.6614	699.53 909.08	-21.47 7.947
Propano	C ₃ H ₈	166-231.4 230.6-320.7	4.0116 3.9829	834.26 819.30	-22.763 -24.417
Propeno (propileno)	C ₃ H ₆	165.8-226	3.9749	795.82	-24.884
n-Butano	C ₄ H ₁₀	195-273 273-425	3.8500 4.3558	909.65 1175.6	-36.146 -2.071
1-Buteno	C ₄ H ₈	195.7-269.4	4.2470	1099.2	-8.256
1,3-Butadieno	C ₄ H ₆	197.7-271.7	3.9980	941.66	-32.753
n-Pentano	C ₅ H ₁₂	268.8-341.4	3.9892	1070.6	-40.454
1-Penteno	C ₅ H ₁₀	286-303.9 177.7-264.9	3.9106 3.4560	1014.3 1044.0	-43.367 -53.893
n-Hexano	C ₆ H ₁₄	286.2-342.7	4.0027	1171.5	-48.784
1-Hexeno	C ₆ H ₁₂	289.0-337.5	3.9906	1153.0	-47.301
n-Heptano	C ₇ H ₁₆	185.3-295.6 299.0-372.4	4.8180 4.0283	1635.4 1268.6	-27.338 -56.199
1-Hepteno	C ₇ H ₁₄	273.2-361.9	4.2181	1400.7	-34.193
n-Oktano	C ₈ H ₁₈	216.6-297.1 326.1-399.7	5.2012 4.0487	1936.3 1355.1	-20.143 -63.633
n-Dekano	C ₁₀ H ₂₂	243.5-310.6 367.6-448.3	4.2102 4.0786	440.62 1501.3	-156.90 -78.67
n-Dodekano	C ₁₂ H ₂₆	399.5-490.5	4.1055	1625.9	-92.84
n-Hexadekano	C ₁₆ H ₃₄	463.2-559.9	4.1731	1845.6	-117.05
ALIZIKLIKOAK					
Ziklopentano	C ₅ H ₁₀	225.9-287.4 288.9-323.2	4.2471 4.0029	1235.3 1119.2	-30.666 -42.412
Ziklohexano	C ₆ H ₁₂	293.1-354.7 323-523	3.9699 4.1398	1203.5 1316.6	-50.287 -35.581
AROMATIKOAK					
Bentzeno	C ₆ H ₆	287.7-354.1	4.0181	1203.8	-53.226
Metilbentzeno (tolueno)	C ₆ H ₅ CH ₃	273-298 308.5-384.7	4.2368 4.0783	1426.4 1343.9	-45.957 -53.773
Etilbentzeno	C ₆ H ₅ C ₂ H ₅	329.7-410.3 420-600	4.0749 4.4054	1419.3 1695.0	-60.539 -23.698
Etenilbentzeno (estireno)	C ₆ H ₅ C ₂ H ₃	303.1-417.9	4.2195	1525.0	-56.379
Naftaleno	C ₁₀ H ₈	353.5-452.3	4.2712	1831.6	-61.329

11. taula (jarraipena). Hainbat konposaturen Antoineren ekuazioaren parametroak.

Konposatua	Formula kimikoa	Temperatura-tartea (K)	A	B	C
KONPOSATU ORGANIKOAK					
ALKOHOLAK					
Metanol	CH ₃ OH	288.1-356.8 353.5-512.6	5.2041 5.1585	1581.3 1569.6	-33.50 -34.846
Etanol	C ₂ H ₅ OH	273-351.7 364.8-513.9	5.3723 4.9253	1670.4 1432.5	-40.191 -61.819
1,2-Etanodiol (etilen glikol)	C ₂ H ₄ (OH) ₂	323-473	4.9701	1915.0	-84.996
2-Propanol (isopropanol)	C ₃ H ₇ OH	329.9-362.4 395.1-508.2	4.8610 4.5780	1357.4 1221.4	-75.814 -87.474
1,2,3-Propanotriol (glizerina)	C ₃ H ₅ (OH) ₃	456.4-533.6	3.9374	1411.5	-200.57
1-Butanol	C ₄ H ₉ OH	295.8-391.0 391.0-479.0	4.5461 4.3903	1351.6 1254.5	-93.34 -105.25
Hidroxibentzeno (fenol)	C ₆ H ₅ OH	380.3-454.9	4.2469	1509.7	-98.949
AZIDO KARBOXILIKOAK					
Azido metanoiko (formiko)	HCOOH	273.7-307.4	2.0012	515	-139.41
Azido etanoiko (azetiko)	CH ₃ COOH	290.3-391.0	4.6821	1642.5	-39.764
Azido benzoiko	C ₆ H ₅ COOH	369-522.4	4.4783	1771.4	-127.48
ALDEHIDOAK					
Metanal (formaldehido)	HCHO	163.8-250.9	4.2818	959.43	-29.758
Etanal (azetaldehido)	CH ₃ CHO	293.4-377.5	3.6864	822.89	-69.899
Benzaldehidoa	C ₆ H ₅ CHO	299.4-452	3.8765	1380.7	-94.98
ZETONAK					
Etenona (keteno)	CH ₂ CO	159.3-223.8	3.9772	766.68	-30.609
2-Propanona (azetona)	(CH ₃) ₂ CO	259.2-507.6	4.4245	1312.2	-32.445
AMINAK					
Metilamina	CH ₃ NH ₂	190.1-266.9	4.520	1035.0	-37.574
Dimetilamina	C ₂ H ₅ NH ₂	201.4-280.0	4.2937	995.44	-47.869
Trimetilamina	C ₃ H ₇ NH ₂	192.8-276.6	4.0161	970.30	-34.06
Etilendiamina	C ₂ H ₄ (NH ₂) ₂	299.7-390.6	4.2237	1302.2	-81.788
Fenilamina (anilina)	C ₆ H ₅ NH ₂	304-457	4.3454	1661.8	-74.048
BESTE BATZUK					
Dimetil eter (dimetil oxido)	(CH ₃) ₂ O	194.9-248.2	4.1148	894.67	-30.604
Dietil eter	(C ₂ H ₅) ₂ O	250.0-328.6	4.0220	1062.64	-44.93
Etileno oxido (oxano)	C ₂ H ₄ O	182.6-283.6	4.386	1115.1	-29.015
Metil kloruro (klorometano)	CH ₃ Cl	183-249.4 303-416.3	4.1545 4.9186	916.22 1427.5	-28.466 45.137
Metilen kloruro (diklorometano)	CH ₂ Cl ₂	233-313	4.5369	1327.0	-20.474
Triklorometano (kloroformo)	CHCl ₃	215-334.4 334.4-527	4.2077 4.5699	1233.1 1486.4	-40.953 -8.612
Karbono tetrakloruro (tetraklorometano)	CCl ₄	293-350.9	4.0229	1221.7	-45.739
Piridina	C ₅ H ₅ N	340.5-426.0	4.1627	1371.4	-58.496
Sulfuro karbonilo	COS	161.8-223.8	4.0436	808.49	-22.72

10. FASE-ALDAKETAREN ENTALPIA-ALDAKETAK (BERO SORRAK)

Fase-aldaketaren entalpia-aldaketa edo bero sorra da substantzia baten mol batek ingurunearekin trukatzeko duen bero kantitatea fasez aldatzen denean tenperatura konstantean (fase-aldaketaren tenperaturan). Plasma-egoera alde batera utzita, hiru dira agregazio-egoerak (faseak): solido, likido eta gas. Horrenbestez, hiru fase-aldaketa mota daude: solido-likido, solido-gas, likido-gas. Hala ere, fase-aldaketak itzulgarriak direnez, zein fasetik zein fasera ematen denaren arabera, bi prozesu ezberdin agertzen dira fase-aldaketa bakoitzean:

Solido → Likido: urtzea Likido → Solido: solidotzea

Solido → Gas: sublimazioa Gas → Solido: alderantzizko sublimazioa edo jalkitzea

Likido → Gas: lurruntzea Gas → Likido: kondentsazioa

Fase-aldaketa bakoitzeko prozesu ezberdin horietan trukatzeko den energia kantitatea berdina da, baina energia askatzen denean prozesua exotermikoa da, eta hitzarmenez (termodinamika klasikoaren hitzarmena) bero sorraren zeinua negatiboa da; eta, aldiz, fase-aldaketan energia xurgatzen denean, prozesua endotermikoa da, eta bero sorraren zeinua positiboa da. Normalean, tauletan balio positiboak adierazten dira, hau da, prozesu endotermikoen beroak jasotzen dira.

12. taula. Hainbat konposaturen urtze (ΔH_{SL}) eta lurruntze (ΔH_{LV}) entalpia-aldaketak.

Konposatua	Formula kimikoa	T_f (°C)	ΔH_{SL} (kJ mol ⁻¹)	T_b (°C)	ΔH_{LV} (kJ mol ⁻¹)
KONPOSATU EZORGANIKOAK					
Aluminio	Al	660.0	10.6	2057	255
Antimonio	Sb	630.5	19.9	1440	195
Argon	Ar	-189.3	1.21	-185.8	6.64
Artseniko	As	814	27.7	610 ¹	130
Azido nitriko	HNO ₃	-42.0	-	83.0	38.6
Bario	Ba	704	5.85	1638	149
Berun	Pb	327.4	5.12	1744	176
Bromo	Br ₂	-7.2	10.8	58.0	31.0
Burdina	Fe	1530	14.9	2735	354
Hidrogeno	H ₂	-259.2	0.117	-252.7	0.903
bromuro	HBr	-86.9	2.40	-66.7	17.6
fluoruro	HF	-83.0	4.57	33.3	31.2
ioduro	HI	-51.0	-	-35.0	19.8
kloruro	HCl	-114.2	1.99	-85.0	16.1
peroxido	H ₂ O ₂	-0.89	-	150.2	48.5
sulfuro	H ₂ S	-85.5	2.37	-60.3	18.6
zianuro	HCN	-13.2	8.40	25.7	25.2
Iodo	I ₂	113	15.2	183	43.4
Kadmio	Cd	320.9	6.10	765	99.8
Kaltzio	Ca	851	9.32	1487	153
karbonato	CaCO ₃	1282	53.1	1339	-
kloruro	CaCl ₂	782	25.5	1935	-
oxido	CaO	2707	51.2	2850	-
sulfato	CaSO ₄	1297	28.0	-	-

12. taula (jarraipena). Hainbat konposaturen urtze (ΔH_{SL}) eta lurruntze (ΔH_{LV}) entalpia-aldaketak.

Konposatua	Formula kimikoa	T_f (°C)	ΔH_{SL} (kJ mol ⁻¹)	T_b (°C)	ΔH_{LV} (kJ mol ⁻¹)
KONPOSATU EZORGANIKOAK					
Karbono	C (grafito)	3600	46.0	-	-
disulfuro	CS ₂	-112.0	4.38	46.2	26.7
(II) anhidrido (monoxido)	CO	-205.0	0.836	-191.5	6.04
(IV) anhidrido (dioxido)	CO ₂	-57.5	7.94	-78.4 ¹	25.2
sulfuro karbonilo	COS	-138.8	4.72	-50.2	18.5
Kloro	Cl ₂	-101.0	6.40	-34.1	20.4
Kobrea	Cu	1083	13.0	2595	304
Kromo	Cr	1550	16.4	2475	-
Magnesio	Mg	650	9.03	1107	136
Merkurio	Hg	-38.9	2.33	361	584
Nikel	Ni	1455	17.6	2730	365
Nitrogeno	N ₂	-210.0	0.719	-195.8	5.58
(III) hidruro (amoniako)	NH ₃	-77.7	5.65	-33.4	23.3
Oxigeno	O ₂	-218.9	0.443	-183.0	6.81
Potasio	K	63.5	2.40	776	79.1
Silizio	Si	1427	39.6	2290	-
Sodio	Na	97.7	2.63	914	96.6
kloruro	NaCl	800	30.2	1465	171
Sufre	S (erronbikoa)	112.8	-	444.6	9.20
(IV) anhidrido (dioxido)	SO ₂	-75.5	7.39	-5.0	24.9
(VI) anhidrido (trioxido)	SO ₃	17	8.61	44.8	42.6
Talio	Tl	302.5	4.30	1457	162
Ur	H ₂ O	0.0	6.00	100.0	40.7
Urre	Au	1063	12.7	2966	342
Zesio	Cs	28.4	2.09	690	68.2
Zilar	Ag	960.5	11.3	2212	254
Zink	Zn	419.5	6.67	907	115
kloruroa	ZnCl ₂	283	23.0	732	120
KONPOSATU ORGANIKOAK					
ALIFATIKOAK					
Metano	CH ₄	-182.5	0.938	-164	9.2
Etano	C ₂ H ₆	-183.2	2.85	-88.4	14.7
Eteno (etileno)	C ₂ H ₄	-169.2	3.34	-104	13.5
Etino (azetilen)	C ₂ H ₂	-81.5	2.50	-84	16.7
Propano	C ₃ H ₈	-187.6	3.51	-41.9	19.0
Propeno (propileno)	C ₃ H ₆	-185.3	2.99	-47.4	18.4
n-Butano	C ₄ H ₁₀	-138.3	4.65	0.0	22.4
1-Buteno	C ₄ H ₈	-185.2	3.96	-6.2	22.1
1,3-Butadieno	C ₄ H ₆	-108.1	7.98	-4.4	22.5
n-Pentano	C ₅ H ₁₂	-129.7	8.39	36.2	25.8
1-Penteno	C ₅ H ₁₀	-165.2	5.88	31.0	25.2
n-Hexano	C ₆ H ₁₄	-95.3	13.0	68.9	28.8
1-Hexeno	C ₆ H ₁₂	-140.0	9.35	64.0	30.6
n-Heptano	C ₇ H ₁₆	-90.6	14.0	98.5	31.8
1-Hepteno	C ₇ H ₁₄	-120.0	12.7	94.0	34.3
n-Oktano	C ₈ H ₁₈	-56.8	20.6	125.7	34.4
n-Dekano	C ₁₀ H ₂₂	-29.7	27.6	174.2	38.8
n-Dodekano	C ₁₂ H ₂₆	-9.5	36.8	216.0	51.6
n-Hexadekano	C ₁₆ H ₃₄	18.0	53.0	281.0	68.5

12. taula (jarraipena). Hainbat konposaturen urtze (ΔH_{SL}) eta lurruntze (ΔH_{LV}) entalpia-aldaketak.

Konposatua	Formula kimikoa	T_f (°C)	ΔH_{SL} (kJ mol ⁻¹)	T_b (°C)	ΔH_{LV} (kJ mol ⁻¹)
ALIZIKLIKOAK					
Ziklopentano	C ₅ H ₁₀	-93.8	0.605	49.4	27.3
Ziklohexano	C ₆ H ₁₂	6.7	2.66	80.9	30.0
Metilziklohexano	C ₆ H ₁₁ CH ₃	-126.4	6.72	101.0	31.3
AROMATIKOAK					
Bentzeno	C ₆ H ₆	5.5	9.81	80.1	30.8
Metilbentzeno (tolueno)	C ₆ H ₅ CH ₃	-95.0	6.60	110.8	33.2
Etilbentzeno	C ₆ H ₅ C ₂ H ₅	-94.9	9.14	136.3	35.6
Etenilbentzeno (estireno)	C ₆ H ₅ C ₂ H ₃	-32.0	11.0	146.0	41.5
Naftaleno	C ₁₀ H ₈	80.0	19.9	217	44.5
ALKOHOLAK					
Metanol	CH ₃ OH	-97.0	2.20	64.8	35.2
Etanol	C ₂ H ₅ OH	-116.3	4.95	78.3	39.3
1,2-Etanodiol (etilen glikol)	C ₂ H ₄ (OH) ₂	-12.0	9.96	197.5	65.2
2-Propanol (isopropanol)	C ₃ H ₇ OH	-88.4	5.37	82.5	39.8
1,2,3-Propanotriol (glizerina)	C ₃ H ₅ (OH) ₃	17.0	18.3	287.0	78.5
1-Butanol	C ₄ H ₉ OH	-85.0	9.3	117.6	43.3
Hidroxibentzeno (fenol)	C ₆ H ₅ OH	40.9	11.4	182	49.5
AZIDO KARBOXILIKOAK					
Azido metanoiko (formiko)	HCOOH	8.4	11.3	100.9	22.7
Azido etanoiko (azetiko)	CH ₃ COOH	16.7	11.6	118.2	23.7
Azido benzoiko	C ₆ H ₅ COOH	122.2	17.1	249.2	66.3
ALDEHIDOAK					
Metanal (formaldehido)	HCHO	-117.0	7.53	19.0	24.3
Etanal (azetaldehido)	CH ₃ CHO	-123	2.31	20.9	25.8
Benzaldehidoa	C ₆ H ₅ CHO	-57	9.32	179	38.3
ZETONAK					
2-Propanona (azetona)	(CH ₃) ₂ CO	-95.5	5.68	56.3	29.1
AMINAK					
Metilamina	CH ₃ NH ₂	-93.0	6.13	-6.2	25.8
Dimetilamina	C ₂ H ₅ NH ₂	-93.0	5.94	8.0	26.4
Trimetilamina	C ₃ H ₇ NH ₂	-117.2	6.54	2.0	22.9
Etilendiamina	C ₂ H ₄ (NH ₂) ₂	11.0	21.1	118.0	38.0
Fenilamina (anilina)	C ₆ H ₅ NH ₂	-6.3	10.5	184.1	42.4
BESTE BATZUK					
Dimetil eter (dimetil oxido)	(CH ₃) ₂ O	-141.5	37.5	-24.0	21.5
Dietil eter	(C ₂ H ₅) ₂ O	-116	7.66	34.6	26.0
Etilen oxido (oxano)	C ₂ H ₄ O	-112.6	5.17	12.0	25.5
Metil kloruro (klorometano)	CH ₃ Cl	-91.0	6.42	-26.0	21.5
Metilen kloruro (diklorometano)	CH ₂ Cl ₂	-75.0	6.16	40.0	28.1
Triklorometano (kloroformo)	CHCl ₃	-63.0	8.80	61.2	29.2
Karbono tetrakloruro (tetraklorometano)	CCl ₄	-22.8	2.69	76.8	29.8
Piridina	C ₅ H ₅ N	-41.0	8.28	115.5	35.1
Sulfuro karbonilo	COS	-139.0	4.73	-50.1	18.5
Urea	(NH ₂) ₂ CO	133.0	14.8	-	94.6 ¹

¹ Sublimazioa

11. FORMAZIO-ENTALPIA ESTANDARRAK (ΔH_f^0), ENTROPIA ABSOLUTU ESTANDARRAK (S^0) ETA GIBBSen FORMAZIO-ENERGIA ASKE ESTANDARRAK (ΔG_f^0)

Konposatu baten formazio-entalpia estandarra da konposatu horren mol bat sortzerakoan gertatzen den bero-aldaketa, 1 atm-n eta konposatuaren elementuetatik (beren egoera estandarrean) abiatuz lortzen denean. Elementuek eta gas diatomikoek ez daukate formazio-entalpiarik. Konposatuaren formazio-entalpia estandarrak erabiltzen dira erreakzioen entalpia-aldaketa estandarrak kalkulatzeko, hau da, 1 atm-n gertatzen diren erreakzioen bero-aldaketak:

$$\Delta H_R^0(T) = \sum \sigma_{prod} \Delta H_f^0(T)_{prod} - \sum \sigma_{erreak} \Delta H_f^0(T)_{erreak}$$

Substantzia baten entropia absolutu estandarra da konposatu horrek, 1 atm-n, daukan energiaren dispersio-mailaren adierazlea. Zenbat eta dispersio-maila handiagoa, orduan eta entropia handiagoa. Substantzien entropia absolutu estandarrak erabiltzen dira erreakzioen entropia-aldaketa estandarrak kalkulatzeko:

$$\Delta S_R^0(T) = \sum \sigma_{prod} S^0(T)_{prod} - \sum \sigma_{erreak} S^0(T)_{erreak}$$

Erreakzio baten entalpia-aldaketa estandarra eta entropia-aldaketa estandarra ezagutzen direnean, erreakzioaren Gibbsen energia aske estandarra kalkula daiteke, tenperatura jakin batean. Gibbsen energia aske estandarra negatiboa bada, erreakzioa berezkoa da baldintza horietan (dagokion T eta 1 atm-n); aldiz, positiboa bada, erreakzioa ez da berezkoa aipatutako baldintzetan:

$$\Delta G_R^0(T) = \Delta H_R^0(T) - T \Delta S_R^0(T)$$

Erreakzio baten Gibbsen energia aske estandarra kalkula daiteke erreakzioan parte hartzen duen konposatu bakoitzaren formazio-erreakzioan gertatzen den Gibbsen energia aske estandarraren aldaketa erabiliz ere. Konposatu baten formazioaren Gibbsen energia aske estandarra da konposatu horren mol bat sortzerakoan gertatzen den energia askearen aldaketa, 1 atm-n eta konposatuaren elementuetatik (beren egoera estandarrean) abiatuz lortzen denean. Hitzarmenez, elementuen eta gas diatomikoen formazio-erreakzioen Gibbsen energia askea zero da. Erreakzio baten Gibbsen energia aske estandarra honela kalkulatu da:

$$\Delta G_R^0(T) = \sum \sigma_{prod} \Delta G_f^0(T)_{prod} - \sum \sigma_{erreak} \Delta G_f^0(T)_{erreak}$$

13. taula. Hainbat konposaturen formazio-entalpia estandarrak, entropia absolutu estandarrak eta formazioen Gibbsen energia aske estandarrak, 25 °C-an.

Konposatua	Formula kimikoa	S° (J mol ⁻¹ K ⁻¹)	Formazio-erreakzioa	ΔH _f ° (kJ mol ⁻¹)	ΔG _f ° (kJ mol ⁻¹)
KONPOSATU EZORGANIKOAK					
Aluminio	Al (s)	28.3	-	-	-
kloruro	AlCl ₃ (s)	110.7	Al (s) + 3/2 Cl ₂ (g) → AlCl ₃ (s)	-704.2	-628.9
oxido	Al ₂ O ₃ (s)	51.0	2Al (s) + 3/2 O ₂ (g) → Al ₂ O ₃ (s)	-1669.8	-1576.4
Amonio	NH ₄ ⁺ (aq)	112.8	1/2 N ₂ (g) + 2H ₂ (g) → NH ₄ ⁺ (aq)	-132.8	-79.5
kloruro	NH ₄ Cl (s)	94.6	1/2 N ₂ (g) + 2H ₂ (g) + 1/2 Cl ₂ (g) → NH ₄ Cl (s)	-315.4	-203.9
nitrato	NH ₄ NO ₃ (s)	151.1	N ₂ (g) + 2H ₂ (g) + 3/2 O ₂ (g) → NH ₄ NO ₃ (s)	-365.6	-184.0
Azido karboniko	H ₂ CO ₃ (aq)	187.4	H ₂ (g) + C (s) + 3/2 O ₂ (g) → H ₂ CO ₃ (aq)	-699.7	-623.2
Azido nitriko	HNO ₃ (l)	155.6	1/2 H ₂ (g) + 1/2 N ₂ (g) + 3/2 O ₂ (g) → HNO ₃ (l)	-173.2	-79.9
	HNO ₃ (aq)	146.0	1/2 H ₂ (g) + 1/2 N ₂ (g) + 3/2 O ₂ (g) → HNO ₃ (aq)	-206.6	-110.5
	HNO ₃ (g)	266.2	1/2 H ₂ (g) + 1/2 N ₂ (g) + 3/2 O ₂ (g) → HNO ₃ (g)	-135.1	-74.8
Azido nitroso	HNO ₂ (aq)		1/2 H ₂ (g) + 1/2 N ₂ (g) + O ₂ (g) → HNO ₂ (aq)	-118.8	-53.6
	HNO ₂ (g)	249.4	1/2 H ₂ (g) + 1/2 N ₂ (g) + O ₂ (g) → HNO ₂ (g)	-76.7	
Azido sulfuriko	H ₂ SO ₄ (l)	156.9	H ₂ (g) + S (s) + 2O ₂ (g) → H ₂ SO ₄ (l)	-811.3	-690.1
	H ₂ SO ₄ (aq)	17.0	H ₂ (g) + S (s) + 2O ₂ (g) → H ₂ SO ₄ (aq)	-907.5	-742.0
	H ₂ SO ₄ (g)	298.8	H ₂ (g) + S (s) + 2O ₂ (g) → H ₂ SO ₄ (g)	-735.1	
Bario	Ba (s)	66.9	-	-	-
karbonato	BaCO ₃ (s)	112.1	Ba (s) + C (s) + 3/2 O ₂ (g) → BaCO ₃ (s)	-1218.8	-1138.9
kloruro	BaCl ₂ (s)	125.5	Ba (s) + Cl ₂ (g) → BaCl ₂ (s)	-860.1	-810.7
oxido	BaO (s)	70.3	Ba (s) + 1/2 O ₂ (g) → BaO (s)	-558.2	-528.4
sulfato	BaSO ₄ (s)	132.2	Ba (s) + S (s) + 2O ₂ (g) → BaSO ₄ (s)	-1464.4	-1353.1
Berun	Pb (s)	64.9	-	-	-
hidroxido	Pb(OH) ₂ (s)	88.0	Pb (s) + H ₂ (g) + O ₂ (g) → Pb(OH) ₂ (s)	-515.9	-420.9
kloruro	PbCl ₂ (s)	136.4	Pb (s) + Cl ₂ (g) → PbCl ₂ (s)	-359.2	-314.0
(II) oxido	PbO (s)	69.4	Pb (s) + 1/2 O ₂ (g) → PbO (s)	-217.9	-188.5
(IV) oxido	PbO ₂ (s)	76.6	Pb (s) + O ₂ (g) → PbO ₂ (s)	-276.6	-219.0
sulfato	PbSO ₄ (s)	147.3	Pb (s) + S (s) + 2O ₂ (g) → PbSO ₄ (s)	-918.4	-811.2
sulfuro	PbS (s)	91.2	Pb (s) + S (s) → PbS (s)	-94.3	-92.7
Bromo	Br ₂ (l)	152.3	-	-	-
	Br ₂ (g)	245.3	-	30.9	3.1

13. taula (jarraipena). Hainbat konposaturen formazio-entalpia estandarrak, entropia absolutu estandarrak eta formazioen Gibbsen energia aske estandarrak, 25 °C-an.

Konposatua	Formula kimikoa	S° (J mol ⁻¹ K ⁻¹)	Formazio-erreakzioa	ΔH _f ° (kJ mol ⁻¹)	ΔG _f ° (kJ mol ⁻¹)
KONPOSATU EZORGANIKOAK					
Burdina	Fe (s)	27.2	-	-	-
disulfuro (pirita)	FeS ₂ (s)		Fe (s) + 2S (s) → FeS ₂ (s)	-178.2	-166.9
(II) oxido (ferroso)	FeO (s)	60.8	Fe (s) + 1/2 O ₂ (g) → FeO (s)	-272.0	-255.2
(III) oxido (ferriko)	Fe ₂ O ₃ (s)	89.9	2Fe (s) + 3/2 O ₂ (g) → Fe ₂ O ₃ (s)	-824.2	-742.2
(II, III) oxido (magnetita)	Fe ₃ O ₄ (s)	146.0	3Fe (s) + 2O ₂ (g) → Fe ₃ O ₄ (s)	-1118.0	-1015.0
Fluor	F ₂ (g)	203.3	-	-	-
	P ₄ (s)	177.0 (zuria)	-	-	-
Fosforo	P ₄ (s)	91.2 (gorria)	-	-73.6	-48.5
	P (g)	163.1	-	314.6	278.3
(III) hidruro (fosfina)	PH ₃ (g)	210.1	P (s) + 3/2 H ₂ (g) → PH ₃ (g)	5.4	13.0
(III) kloruro	PCl ₃ (g)	311.7	P (s) + 3/2 Cl ₂ (g) → PCl ₃ (g)	-306.4	-286.3
(V) kloruro	PCl ₅ (g)	353	P (s) + 5/2 Cl ₂ (g) → PCl ₅ (g)	-398.9	-324.6
Hidrogeno	H ₂ (g)	131.0	-	-	-
bromuro	HBr (g)	198.5	1/2 H ₂ (g) + 1/2 Br ₂ (g) → HBr (g)	-36.2	-53.2
fluoruro	HF (g)	173.5	1/2 H ₂ (g) + 1/2 F ₂ (g) → HF (g)	-271.6	-270.7
	HF (aq)		1/2 H ₂ (g) + 1/2 F ₂ (g) → HF (aq)	-320.8	-296.8
ioduro	HI (g)	206.3	1/2 H ₂ (g) + 1/2 I ₂ (s) → HI (g)	25.9	1.3
	HCl (g)	187.0	1/2 H ₂ (g) + 1/2 Cl ₂ (g) → HCl (g)	-92.3	-95.3
kloruro	HCl (aq)	55.1	1/2 H ₂ (g) + 1/2 Cl ₂ (g) → HCl (aq)	-167.4	-131.2
	peroxido	H ₂ O ₂ (l)	109.6	H ₂ (g) + O ₂ (g) → H ₂ O ₂ (l)	-187.6
sulfuro	H ₂ S (g)	205.6	H ₂ (g) + S (s) → H ₂ S (g)	-20.2	-33.0
zianuro	HCN (aq)	128.9	1/2 H ₂ (g) + C (s) + 1/2 N ₂ (g) → HCN (aq)	105.4	112.1
Iodo	I ₂ (s)	116.7	-	-	-
	I ₂ (g)	260.6	-	62.4	-

13. taula (jarraipena). Hainbat konposaturen formazio-entalpia estandarrak, entropia absolutu estandarrak eta formazioen Gibbsen energia aske estandarrak, 25 °C-an.

Konposatua	Formula kimikoa	S° (J mol ⁻¹ K ⁻¹)	Formazio-erreakzioa	ΔH _f ° (kJ mol ⁻¹)	ΔG _f ° (kJ mol ⁻¹)	
KONPOSATU EZORGANIKOAK						
Kaltzio	Ca (s)	41.6	-	-	-	
hidroxido	Ca(OH) ₂ (s)	83.4	Ca (s) + H ₂ (g) + O ₂ (g) → Ca(OH) ₂ (s)	-986.6	-896.8	
	Ca(OH) ₂ (aq)	76.2	Ca (s) + H ₂ (g) + O ₂ (g) → Ca(OH) ₂ (aq)	-1002.8	-1320.0	
karbonato	CaCO ₃ (s)	92.9	Ca (s) + C (s) + 3/2 O ₂ (g) → CaCO ₃ (s)	-1206.9	-1128.8	
kloruro	CaCl ₂ (s)	113.8	Ca (s) + Cl ₂ (g) → CaCl ₂ (s)	-795.0	-750.2	
oxido	CaO (s)	39.8	Ca (s) + 1/2 O ₂ (g) → CaO (s)	-635.6	-604.2	
sulfato	CaSO ₄ (s)	106.7	Ca (s) + S (s) + 2O ₂ (g) → CaSO ₄ (s)	-1432.7	-1320.3	
Karbono	C (s)	5.7 (grafito)	-	-	-	
	C (s)	2.4 (diamante)	-	1.9	2.9	
disulfuro	CS ₂ (g)	237.8	C (s) + 2S (s) → CS ₂ (g)	115.3	65.1	
	CS ₂ (l)	151.0	C (s) + 2S (s) → CS ₂ (l)	87.3	63.6	
(II) oxido (monoxido)	CO (g)	197.9	C (s) + 1/2 O ₂ (g) → CO (g)	-110.5	-137.3	
(IV) oxido (dioxido)	CO ₂ (g)	213.6	C (s) + O ₂ (g) → CO ₂ (g)	-393.5	-394.4	
tetrakloruro	CCl ₄ (g)	309.7	C (s) + 2Cl ₂ (g) → CCl ₄ (g)	-103.0	-60.6	
	CCl ₄ (l)	216.4	C (s) + 2Cl ₂ (g) → CCl ₄ (l)	-135.4	-65.3	
Kloro	Cl ₂ (g)	223.0	-	-	-	
Kobre	Cu (s)	33.3	-	-	-	
	(I) oxido	Cu ₂ O (s)	100.8	2Cu (s) + 1/2 O ₂ (g) → Cu ₂ O (s)	-166.7	-146.4
	(II) oxido	CuO (s)	43.5	Cu (s) + 1/2 O ₂ (g) → CuO (s)	-155.2	-127.2
	sulfato	CuSO ₄ (s)	113.4	Cu (s) + S (s) + 2O ₂ (g) → CuSO ₄ (s)	-769.9	-661.9
Magnesio	Mg (s)	32.5	-	-	-	
	hidroxido	Mg(OH) ₂ (s)	63.1	Mg (s) + H ₂ (g) + O ₂ (g) → Mg(OH) ₂ (s)	-924.7	-833.8
	karbonato	MgCO ₃ (s)	65.7	Mg (s) + C (s) + 3/2 O ₂ (g) → MgCO ₃ (s)	-1112.9	-1029.3
	kloruro	MgCl ₂ (s)	89.5	Mg (s) + Cl ₂ (g) → MgCl ₂ (s)	-641.8	-592.3
	oxido	MgO (s)	26.8	Mg (s) + 1/2 O ₂ (g) → MgO (s)	-601.8	-569.6
	sulfato	MgSO ₄ (s)	91.6	Mg (s) + S (s) + 2O ₂ (g) → MgSO ₄ (s)	-1278.2	-1173.6

13. taula (jarraipena). Hainbat konposaturen formazio-entalpia estandarrak, entropia absolutu estandarrak eta formazioen Gibbsen energia aske estandarrak, 25 °C-an.

Konposatua	Formula kimikoa	S° (J mol ⁻¹ K ⁻¹)	Formazio-erreakzioa	ΔH _f ° (kJ mol ⁻¹)	ΔG _f ° (kJ mol ⁻¹)
KONPOSATU EZORGANIKOAK					
Merkurio	Hg (l)	76.0	-	-	-
kloruro	HgCl ₂ (s)	146.0	Hg (l) + Cl ₂ (g) → HgCl ₂ (s)	-224.0	-179.0
oxido	HgO (s)	70.3	Hg (l) + 1/2 O ₂ (g) → HgO (s)	-90.8	-58.6
sulfuro	HgS (s)	82.4	Hg (l) + S (s) → HgS (s)	-58.2	-50.6
Nikel	Ni (s)	30.1	-	-	-
(II) hidroxido	Ni(OH) ₂ (s)	79.5	Ni (s) + H ₂ (g) + O ₂ (g) → Ni(OH) ₂ (s)	-538.1	-453.1
(II) oxido	NiO (s)	38.6	Ni (s) + 1/2 O ₂ (g) → NiO (s)	-244.4	-216.3
Nitrogeno	N ₂ (g)	191.5	-	-	-
(II) hidruro (hidrazina)	N ₂ H ₄ (l)	121.2	N ₂ (g) + 2H ₂ (g) → N ₂ H ₄ (l)	50.6	149.2
(III) hidruro (amoniako)	NH ₃ (g)	193.0	1/2 N ₂ (g) + 3/2 H ₂ (g) → NH ₃ (g)	-46.3	-16.6
(III) hidruro (amoniako)	NH ₃ (aq)	111.3	1/2 N ₂ (g) + 3/2 H ₂ (g) → NH ₃ (aq)	-80.3	-26.5
(I) oxido (nitroso)	N ₂ O (g)	220.0	N ₂ (g) + 1/2 O ₂ (g) → N ₂ O (g)	81.6	103.6
(II) oxido (nitriko)	NO (g)	210.6	1/2 N ₂ (g) + 1/2 O ₂ (g) → NO (g)	90.4	86.7
(IV) oxido (dioxido)	NO ₂ (g)	240.5	1/2 N ₂ (g) + O ₂ (g) → NO ₂ (g)	33.8	51.8
(IV) oxido (tetraoxido)	N ₂ O ₄ (g)	304.3	N ₂ (g) + 2O ₂ (g) → N ₂ O ₄ (g)	9.7	98.3
(V) oxido (pentoxido)	N ₂ O ₅ (g)	356.0	N ₂ (g) + 5/2 O ₂ (g) → N ₂ O ₅ (g)	-43.1	114.0
Oxigeno	O ₂ (g)	205.0	-	-	-
Ozono	O ₃ (g)	237.6	O ₂ (g) + 1/2 O ₂ (g) → O ₃ (g)	142.2	163.4
Potasio	K (s)	63.6	-	-	-
bromuro	KBr (s)	96.4	K (s) + 1/2 Br ₂ (g) → KBr (s)	-392.2	-379.2
hidroxido	KOH (s)	78.9	K (s) + 1/2 H ₂ (g) + 1/2 O ₂ (g) → KOH (s)	-424.7	-378.9
hidroxido	KOH (aq)	92.0	K (s) + 1/2 H ₂ (g) + 1/2 O ₂ (g) → KOH (aq)	-481.2	-439.6
ioduro	KI (s)	104.4	K (s) + 1/2 I ₂ (s) → KI (s)	-327.6	-322.3
kloruro	KCl (s)	82.7	K (s) + 1/2 Cl ₂ (s) → KCl (s)	-435.9	-408.3
nitrato	KNO ₃ (s)	132.9	K (s) + 1/2 N ₂ (g) + 3/2 O ₂ (g) → KNO ₃ (s)	-492.7	-393.1
Silizio	Si (s)	18.7	-	-	-
oxido	SiO ₂ (s)	41.8	Si (s) + O ₂ (g) → SiO ₂ (s)	-859.3	-805.0

13. taula (jarraipena). Hainbat konposaturen formazio-entalpia estandarrak, entropia absolutu estandarrak eta formazioen Gibbsen energia aske estandarrak, 25 °C-an.

Konposatua	Formula kimikoa	S° (J mol ⁻¹ K ⁻¹)	Formazio-erreakzioa	ΔH _f ^o (kJ mol ⁻¹)	ΔG _f ^o (kJ mol ⁻¹)	
KONPOSATU EZORGANIKOAK						
Sodio	Na (s)	51.0	-	-	-	
bikarbonato	NaHCO ₃ (s)	102.1	Na (s) + 1/2H ₂ (g) + C (s) + 3/2O ₂ (g) → NaHCO ₃ (s)	-947.7	-851.9	
hidroxido	NaOH (s)		Na (s) + 1/2H ₂ (g) + 1/2O ₂ (g) → NaOH (s)	-426.7		
	NaOH (aq)	49.8	Na (s) + 1/2H ₂ (g) + 1/2O ₂ (g) → NaOH (aq)	-469.6	-419.2	
karbonato	Na ₂ CO ₃ (s)	136.0	2Na (s) + C (s) + 3/2O ₂ (g) → Na ₂ CO ₃ (s)	-1130.9	-1047.7	
kloruro	NaCl (s)	72.4	Na (s) + 1/2Cl ₂ (g) → NaCl (s)	-411.0	-384.0	
	NaCl (aq)	115.5	Na (s) + 1/2Cl ₂ (g) → NaCl (aq)	-407.1	-393.0	
nitrato	NaNO ₃ (s)	116.3	Na (s) + 1/2N ₂ (g) + 3/2O ₂ (g) → NaNO ₃ (s)	-466.7	-365.9	
oxido	Na ₂ O (s)	72.8	2Na (s) + 1/2O ₂ (g) → Na ₂ O (s)	-415.9	-376.6	
sulfato	Na ₂ SO ₄ (s)	149.5	2Na (s) + S (s) + 2O ₂ (g) → Na ₂ SO ₄ (s)	-1384.5	-1266.8	
Sufre	S (s)	31.9 (erronbiko)	-	-	-	
	S (s)	32.6 (monokliniko)	-	-	-	
	S (g)	167.8	-	278.8	238.3	
	(IV) oxido (dioxido)	SO ₂ (g)	248.5	S (s) + O ₂ (g) → SO ₂ (g)	-296.4	-300.4
(VI) oxido (trioxido)	SO ₃ (g)	256.2	S (s) + 3/2O ₂ (g) → SO ₃ (g)	-395.2	-370.4	
Ur	H ₂ O (l)	69.9	H ₂ (g) + 1/2O ₂ (g) → H ₂ O (l)	-285.8	-237.2	
	H ₂ O (g)	188.7	H ₂ (g) + 1/2O ₂ (g) → H ₂ O (g)	-241.8	-228.6	
Zilar	Ag (s)	42.7	-	-	-	
	bromuro	AgBr (s)	107.1	Ag (s) + 1/2Br ₂ (g) → AgBr (s)	-99.5	-95.9
	ioduro	AgI (s)	114.2	Ag (s) + 1/2I ₂ (s) → AgI (s)	-62.4	-66.3
	kloruro	AgCl (s)	96.1	Ag (s) + 1/2Cl ₂ (g) → AgCl (s)	-127.0	-109.7
	nitrato	AgNO ₃ (s)	140.9	Ag (s) + 1/2N ₂ (g) + 3/2O ₂ (g) → AgNO ₃ (s)	-123.1	-32.2
Zink	Zn (s)	41.6	-	-	-	
	karbonato	ZnCO ₃ (s)	82.4	Zn (s) + C (s) + 3/2O ₂ (g) → ZnCO ₃ (s)	-812.8	
	kloruro	ZnCl ₂ (s)	108.4	Zn (s) + Cl ₂ (g) → ZnCl ₂ (s)	-415.9	-369.3
	oxido	ZnO (s)	43.9	Zn (s) + 1/2O ₂ (g) → ZnO (s)	-348.0	-318.2
	sulfato	ZnSO ₄ (s)	124.7	Zn (s) + S (s) + 2O ₂ (g) → ZnSO ₄ (s)	-978.6	-871.6
	sulfuro	ZnS (s)	57.7	Zn (s) + S (s) → ZnS (s)	-202.9	-198.3

13. taula (jarraipena). Hainbat konposaturen formazio-entalpia estandarrak, entropia absolutu estandarrak eta formazioen Gibbsen energia aske estandarrak, 25 °C-an.

Konposatua	Formula kimikoa	S° (J mol ⁻¹ K ⁻¹)	Formazio-erreakzioa	ΔH _f ° (kJ mol ⁻¹)	ΔG _f ° (kJ mol ⁻¹)
KONPOSATU ORGANIKOAK					
ALIFATIKOAK					
Metano	CH ₄ (g)	186.2	C (s) + 2H ₂ (g) → CH ₄ (g)	-74.8	-50.8
Etano	C ₂ H ₆ (g)	229.5	2C (s) + 3H ₂ (g) → C ₂ H ₆ (g)	-84.7	-32.9
Eteno (etileno)	C ₂ H ₄ (g)	219.5	2C (s) + 2H ₂ (g) → C ₂ H ₄ (g)	52.3	68.1
Etino (azetileno)	C ₂ H ₂ (g)	200.8	2C (s) + H ₂ (g) → C ₂ H ₂ (g)	226.6	209.2
Propano	C ₃ H ₈ (g)	269.9	3C (s) + 4H ₂ (g) → C ₃ H ₈ (g)	-103.9	-23.5
Propeno (propileno)	C ₃ H ₆ (g)	266.9	3C (s) + 3H ₂ (g) → C ₃ H ₆ (g)	20.0	74.7
n-Butano	C ₄ H ₁₀ (g)	310.0	4C (s) + 5H ₂ (g) → C ₄ H ₁₀ (g)	-124.7	-15.7
1-Buteno	C ₄ H ₈ (g)	305.6	4C (s) + 4H ₂ (g) → C ₄ H ₈ (g)	-0.40	72.0
1,3-Butadieno	C ₄ H ₆ (g)	278.7	4C (s) + 3H ₂ (g) → C ₄ H ₆ (g)	110.2	150.7
	C ₄ H ₆ (l)	199.0	4C (s) + 3H ₂ (g) → C ₄ H ₆ (l)	90.5	
n-Pentano	C ₅ H ₁₂ (g)	347.8	5C (s) + 6H ₂ (g) → C ₅ H ₁₂ (g)	-146.8	-8.6
1-Penteno	C ₅ H ₁₀ (g)		5C (s) + 5H ₂ (g) → C ₅ H ₁₀ (g)	-21.3	78.4
	C ₅ H ₁₀ (l)	262.6	5C (s) + 5H ₂ (g) → C ₅ H ₁₀ (l)	-49.0	
n-Hexano	C ₆ H ₁₄ (g)	388.8	6C (s) + 7H ₂ (g) → C ₆ H ₁₄ (g)	-166.9	0.2
	C ₆ H ₁₄ (l)	296.1	6C (s) + 7H ₂ (g) → C ₆ H ₁₄ (l)	-198.8	-3.81
1-Hexeno	C ₆ H ₁₂ (g)		6C (s) + 6H ₂ (g) → C ₆ H ₁₂ (g)	-42.0	86.8
	C ₆ H ₁₂ (l)	295.2	6C (s) + 6H ₂ (g) → C ₆ H ₁₂ (l)	-73.0	
n-Heptano	C ₇ H ₁₆ (g)		7C (s) + 8H ₂ (g) → C ₇ H ₁₆ (g)	-187.8	8.3
	C ₇ H ₁₆ (l)	326.0	7C (s) + 8H ₂ (g) → C ₇ H ₁₆ (l)	-224.4	1.8
1-Hepteno	C ₇ H ₁₄ (g)		7C (s) + 7H ₂ (g) → C ₇ H ₁₄ (g)	-62.8	
	C ₇ H ₁₄ (l)	327.6	7C (s) + 7H ₂ (g) → C ₇ H ₁₄ (l)	-97.7	
n-Oktano	C ₈ H ₁₈ (g)	467.1	8C (s) + 9H ₂ (g) → C ₈ H ₁₈ (g)	-208.8	16.3
	C ₈ H ₁₈ (l)	357.7	8C (s) + 9H ₂ (g) → C ₈ H ₁₈ (l)	-250.0	7.41
n-Dekano	C ₁₀ H ₂₂ (g)	545.8	10C (s) + 11H ₂ (g) → C ₁₀ H ₂₂ (g)	-249.7	
	C ₁₀ H ₂₂ (l)	425.5	10C (s) + 11H ₂ (g) → C ₁₀ H ₂₂ (l)	-301.0	-17.5
n-Dodekano	C ₁₂ H ₂₆ (g)	622.5	12C (s) + 13H ₂ (g) → C ₁₂ H ₂₆ (g)	-289.5	
	C ₁₂ H ₂₆ (l)	490.6	12C (s) + 13H ₂ (g) → C ₁₂ H ₂₆ (l)	-352.1	28.1

13. taula (jarraipena). Hainbat konposaturen formazio-entalpia estandarrak, entropia absolutu estandarrak eta formazioen Gibbsen energia aske estandarrak, 25 °C-an.

Konposatua	Formula kimikoa	S° (J mol ⁻¹ K ⁻¹)	Formazio-erreakzioa	ΔH _f ° (kJ mol ⁻¹)	ΔG _f ° (kJ mol ⁻¹)
KONPOSATU ORGANIKOAK					
ALIFATIKOAK					
n-Hexadekano	C ₁₆ H ₃₄ (g)	778.3	16C (s) + 17H ₂ (g) → C ₁₆ H ₃₄ (g)	-374.8	83.7
	C ₁₆ H ₃₄ (l)	586.2	16C (s) + 17H ₂ (g) → C ₁₆ H ₃₄ (l)	-456.3	
ALIZIKLIKOAK					
Ziklopentano	C ₅ H ₁₀ (g)	292.9	5C (s) + 5H ₂ (g) → C ₅ H ₁₀ (g)	-77.2	38.6
	C ₅ H ₁₀ (l)	204.3	5C (s) + 5H ₂ (g) → C ₅ H ₁₀ (l)	-105.8	36.4
Ziklohexano	C ₆ H ₁₂ (g)	298.2	6C (s) + 6H ₂ (g) → C ₆ H ₁₂ (g)	-123.1	31.9
	C ₆ H ₁₂ (l)	203.9	6C (s) + 6H ₂ (g) → C ₆ H ₁₂ (l)	-156.2	26.8
Metilziklohexano	C ₆ H ₁₁ CH ₃ (g)	343.3	7C (s) + 7H ₂ (g) → C ₇ H ₁₄ (g)	-154.8	27.5
	C ₆ H ₁₁ CH ₃ (l)	247.9	7C (s) + 7H ₂ (g) → C ₇ H ₁₄ (l)	-190.2	20.6
AROMATIKOAK					
Bentzeno	C ₆ H ₆ (g)		6C (s) + 3H ₂ (g) → C ₆ H ₆ (g)	82.9	129.7
	C ₆ H ₆ (l)	172.8	6C (s) + 3H ₂ (g) → C ₆ H ₆ (l)	49.0	124.5
Metilbentzeno (tolueno)	C ₆ H ₅ CH ₃ (g)		7C (s) + 4H ₂ (g) → C ₇ H ₈ (g)	50.2	122.0
	C ₆ H ₅ CH ₃ (l)	221.0	7C (s) + 4H ₂ (g) → C ₇ H ₈ (l)	12.2	113.6
Etilbentzeno	C ₆ H ₅ C ₂ H ₅ (g)	360.6	8C (s) + 5H ₂ (g) → C ₈ H ₁₀ (g)	29.9	130.9
	C ₆ H ₅ C ₂ H ₅ (l)	255.2	8C (s) + 5H ₂ (g) → C ₈ H ₁₀ (l)	-13.1	19.7
Etenilbentzeno (estireno)	C ₆ H ₅ C ₂ H ₃ (g)	345.1	8C (s) + 4H ₂ (g) → C ₈ H ₈ (g)	147.4	213.9
	C ₆ H ₅ C ₂ H ₃ (l)	240.5	8C (s) + 4H ₂ (g) → C ₈ H ₈ (l)	103.4	
Naftalenoa	C ₁₀ H ₈ (g)	335.6	10C (s) + 4H ₂ (g) → C ₁₀ H ₈ (g)	148.9	223.6
	C ₁₀ H ₈ (l)	217.6	10C (s) + 4H ₂ (g) → C ₁₀ H ₈ (l)		
	C ₁₀ H ₈ (s)	166.9	10C (s) + 4H ₂ (g) → C ₁₀ H ₈ (s)	75.3	201.0
ALKOHOLAK					
Metanol	CH ₃ OH (g)	231.5	C (s) + 2H ₂ (g) + 1/2O ₂ (g) → CH ₃ O (g)	-201.0	-162.3
	CH ₃ OH (l)	126.8	C (s) + 2H ₂ (g) + 1/2O ₂ (g) → CH ₃ O (l)	-238.7	-166.3
Etanol	C ₂ H ₅ OH (g)	282.6	2C (s) + 3H ₂ (g) + 1/2O ₂ (g) → C ₂ H ₆ O (g)	-235.1	-168.6
	C ₂ H ₅ OH (l)	161.0	2C (s) + 3H ₂ (g) + 1/2O ₂ (g) → C ₂ H ₆ O (l)	-277.0	-174.2

13. taula (jarraipena). Hainbat konposaturen formazio-entalpia estandarrak, entropia absolutu estandarrak eta formazioen Gibbsen energia aske estandarrak, 25 °C-an.

Konposatua	Formula kimikoa	S° (J mol ⁻¹ K ⁻¹)	Formazio-erreakzioa	ΔH _f ° (kJ mol ⁻¹)	ΔG _f ° (kJ mol ⁻¹)
KONPOSATU ORGANIKOAK					
ALKOHOLAK					
1,2-Etanodiol (etilen glikol)	C ₂ H ₄ (OH) ₂ (g)	311.8	2C (s) + 3H ₂ (g) + O ₂ (g) → C ₂ H ₆ O ₂ (g)	-394.4	
	C ₂ H ₄ (OH) ₂ (l)	166.9	2C (s) + 3H ₂ (g) + O ₂ (g) → C ₂ H ₆ O ₂ (l)	-460.0	-323.1
2-Propanol (isopropanol)	C ₃ H ₇ OH (l)	180.6	3C (s) + 4H ₂ (g) + 1/2 O ₂ (g) → C ₃ H ₈ O (l)	-317.9	-180.3
1,2,3-Propanotriol (glizerina)	C ₃ H ₅ (OH) ₃ (l)	37.9 (s)	3C (s) + 4H ₂ (g) + 3/2 O ₂ (g) → C ₃ H ₈ O ₃ (l)	-669.6	
1-Butanol	C ₄ H ₉ OH (g)	362.8	4C (s) + 5H ₂ (g) + 1/2 O ₂ (g) → C ₄ H ₁₀ O (g)	-275.0	-150.8
	C ₄ H ₉ OH (l)	225.7	4C (s) + 5H ₂ (g) + 1/2 O ₂ (g) → C ₄ H ₁₀ O (l)	-327.1	-162.5
Hidroxibentzeno (fenol)	C ₆ H ₅ OH (s)	144.0	6C (s) + 3H ₂ (g) + 1/2 O ₂ (g) → C ₆ H ₆ O (s)	-165.0	-50.4
AZIDO KARBOXILIKOAK					
Azido metanoiko (formiko)	HCOOH (l)	129.0	C (s) + H ₂ (g) + O ₂ (g) → CH ₂ O ₂ (l)	-409.2	-346.0
Azido etanoiko (azetiko)	CH ₃ COOH (g)	159.8	2C (s) + 2H ₂ (g) + O ₂ (g) → C ₂ H ₄ O ₂ (g)	-484.2	-389.4
	CH ₃ COOH (l)	158.0	2C (s) + 2H ₂ (g) + O ₂ (g) → C ₂ H ₄ O ₂ (l)	-484.1	-289.9
Azido benzoiko	C ₆ H ₅ COOH (s)	167.6	7C (s) + 3H ₂ (g) + O ₂ (g) → C ₇ H ₆ O ₂ (s)	-385.1	-245.3
ALDEHIDOAK					
Metanal (formaldehido)	HCHO (g)	219.0	C (s) + H ₂ (g) + 1/2 O ₂ (g) → CH ₂ O (g)	-108.6	-102.5
Etanal (azetaldehido)	CH ₃ CHO (g)	264.2	2C (s) + 2H ₂ (g) + 1/2 O ₂ (g) → C ₂ H ₄ O (g)	-166.4	-128.9
	CH ₃ CHO (l)	160.3	2C (s) + 2H ₂ (g) + 1/2 O ₂ (g) → C ₂ H ₄ O (l)	-192.3	-128.2
Benzaldehido	C ₆ H ₅ CHO (l)	221.2	7C (s) + 3H ₂ (g) + 1/2 O ₂ (g) → C ₇ H ₆ O (l)	-87.1	9.4
ZETONAK					
Etenona (keteno)	CH ₂ CO (g)	247.6	2C (s) + H ₂ (g) + 1/2 O ₂ (g) → C ₂ H ₂ O (g)	-47.5	-48.3
2-Propanona (azetona)	C ₃ H ₆ CO (g)		3C (s) + 3H ₂ (g) + 1/2 O ₂ (g) → C ₃ H ₆ O (g)	-218.5	
	C ₃ H ₆ CO (l)	198.7	3C (s) + 3H ₂ (g) + 1/2 O ₂ (g) → C ₃ H ₆ O (l)	-246.8	-153.6

13. taula (jarraipena). Hainbat konposaturen formazio-entalpia estandarrak, entropia absolutu estandarrak eta formazioen Gibbsen energia aske estandarrak, 25 °C-an.

Konposatua	Formula kimikoa	S° (J mol ⁻¹ K ⁻¹)	Formazio-erreakzioa	ΔH_f° (kJ mol ⁻¹)	ΔG_f° (kJ mol ⁻¹)
KONPOSATU ORGANIKOAK					
AMINAK					
Metilamina	CH ₃ NH ₂ (g)	242.9	C (s) + 5/2 H ₂ (g) + 1/2 N ₂ (g) → CH ₃ N (g)	-22.5	32.7
	CH ₃ NH ₂ (l)	150.2	C (s) + 5/2 H ₂ (g) + 1/2 N ₂ (g) → CH ₃ N (l)	-47.2	35.7
Dimetilamina	C ₂ H ₅ NH ₂ (g)	273.0	2C (s) + 7/2 H ₂ (g) + 1/2 N ₂ (g) → C ₂ H ₇ N (g)	-18.5	68.5
	C ₂ H ₅ NH ₂ (l)	182.3	2C (s) + 7/2 H ₂ (g) + 1/2 N ₂ (g) → C ₂ H ₇ N (l)	-43.9	70.0
Trimetilamina	C ₃ H ₇ NH ₂ (g)	287.0	3C (s) + 9/2 H ₂ (g) + 1/2 N ₂ (g) → C ₃ H ₉ N (g)	-23.7	98.9
	C ₃ H ₇ NH ₂ (l)	197.8	3C (s) + 9/2 H ₂ (g) + 1/2 N ₂ (g) → C ₃ H ₉ N (l)	-45.7	
Etilendiamina	C ₂ H ₄ (NH ₂) ₂ (l)	202.4	2C (s) + 4H ₂ (g) + N ₂ (g) → C ₂ H ₈ N ₂ (l)	-63.0	
Fenilamina (anilina)	C ₆ H ₅ NH ₂ (l)	191.3	6C (s) + 7/2 H ₂ (g) + 1/2 N ₂ (g) → C ₆ H ₇ N (l)	31.3	
KARBOHIDRATOAK					
Glukosa	C ₆ H ₁₂ O ₆ (s)	212.1	6C (s) + 6H ₂ (g) + 3O ₂ (g) → C ₆ H ₁₂ O ₆ (s)	-1274.5	-910.6
Sakarosa	C ₁₂ H ₂₂ O ₁₁ (s)	360.2	12C (s) + 11H ₂ (g) + 11/2 O ₂ (g) → C ₁₂ H ₂₂ O ₁₁ (s)	-2221.7	-1544.3
BESTE BATZUK					
Dimetil eter (dimetil oxidoa)	(CH ₃) ₂ O (g)	266.4	2C (s) + 3H ₂ (g) + 1/2 O ₂ (g) → C ₂ H ₆ O (g)	-184.1	-112.6
	(C ₂ H ₅) ₂ O (g)	342.7	4C (s) + 5H ₂ (g) + 1/2 O ₂ (g) → C ₄ H ₁₀ O (g)	-252.1	-122.3
Dietil eter	(C ₂ H ₅) ₂ O (l)	172.4	4C (s) + 5H ₂ (g) + 1/2 O ₂ (g) → C ₄ H ₁₀ O (l)	-279.5	-116.7
	C ₂ H ₄ O (g)	242.4	2C (s) + 2H ₂ (g) + 1/2 O ₂ (g) → C ₂ H ₄ O (g)	-52.6	-13.1
Etileno oxido (oxano)	C ₂ H ₄ O (l)	153.9	2C (s) + 2H ₂ (g) + 1/2 O ₂ (g) → C ₂ H ₄ O (l)	-78.0	-11.8
BESTE BATZUK					
Metil kloruroa (klorometano)	CH ₃ Cl (g)	234.6	C (s) + 3/2 H ₂ (g) + 1/2 Cl ₂ (g) → CH ₃ Cl (g)	-81.9	-58.5
	CH ₃ Cl (l)	140.1	C (s) + 3/2 H ₂ (g) + 1/2 Cl ₂ (g) → CH ₃ Cl (l)	-102.4	
Metilen kloruroa (diklorometano)	CH ₂ Cl ₂ (g)	270.3	C (s) + H ₂ (g) + Cl ₂ (g) → CH ₂ Cl ₂ (g)	-95.4	-68.9
	CH ₂ Cl ₂ (l)	174.5	C (s) + H ₂ (g) + Cl ₂ (g) → CH ₂ Cl ₂ (l)	-124.1	
Triklorometano (kloroformo)	CHCl ₃ (g)	295.6	C (s) + 1/2 H ₂ (g) + 3/2 Cl ₂ (g) → CHCl ₃ (g)	-103.1	-70.4
	CHCl ₃ (l)	202.0	C (s) + 1/2 H ₂ (g) + 3/2 Cl ₂ (g) → CHCl ₃ (l)	-134.5	-73.7

13. taula (jarraipena). Hainbat konposaturen formazio-entalpia estandarrak, entropia absolutu estandarrak eta formazioen Gibbsen energia aske estandarrak, 25 °C-an.

Konposatua	Formula kimikoa	S° (J mol ⁻¹ K ⁻¹)	Formazio-erreakzioa	ΔH_f° (kJ mol ⁻¹)	ΔG_f° (kJ mol ⁻¹)
KONPOSATU ORGANIKOAK					
BESTE BATZUK					
Karbono tetrakloruro (tetraklorometano)	CCl ₄ (g)	309.9	C (s) + 2Cl ₂ (g) → CCl ₄ (g)	-95.7	-53.6
	CCl ₄ (l)	216.2	C (s) + 2Cl ₂ (g) → CCl ₄ (l)	-128.2	-62.6
Piridina	C ₅ H ₅ N (g)	282.8	5C (s) + 5/2 H ₂ (g) + 1/2 N ₂ (g) → C ₅ H ₅ N (g)	140.4	190.2
	C ₅ H ₅ N (l)	177.9	5C (s) + 5/2 H ₂ (g) + 1/2 N ₂ (g) → C ₅ H ₅ N (l)	100.2	181.3
Sulfuro karbonilo	COS (g)	231.6	C (s) + 1/2 O ₂ (g) + S (s) → COS (g)	-138.4	-165.6
Urea	(NH ₂) ₂ CO (s)	104.6	C (s) + 2H ₂ (g) + 1/2 O ₂ (g) + N ₂ (g) → (NH ₂) ₂ CO (s)	-333.2	-197.2
	(NH ₂) ₂ CO (aq)	173.8	C (s) + 2H ₂ (g) + 1/2 O ₂ (g) + N ₂ (g) → (NH ₂) ₂ CO (aq)	-319.2	-203.8

12. PRESIO KONSTANTEKO BERO-AHALMEN MOLARRAK (C_p)

Substantzia baten presio konstanteko bero-ahalmen molarra da beharrezkoa den energia kopurua substantzia horren mol bat gradu bat berotzeko presio konstantean. Substantziaren beroarekiko ahalmena adierazten du, eta ingeniartzan fase-aldaketarik gabeko beroketetan trukutzen den energia kopurua (beroa) kalkulatzeko erabiltzen da:

$$Q = n C_p \Delta T$$

Non,

Q = trukaturako beroa

n = mol kopurua

ΔT = beroketaren tenperatura-tartea

14. taula. Hainbat konposatu ezorganikoren tenperaturaren menpeko presio konstanteko bero-ahalmen molarrak (C_p -aren formulak, T da tenperatura K-ean / 1000).

Konposatua	Formula	Tenperatura-tartea (K)	$C_p = a + bT + cT^2 + dT^3 + e/T^2$ (J mol ⁻¹ K ⁻¹)				
			a	b	c	d	e
Aluminio	Al (s)	298-933	28.09	-5.41	8.56	3.43	-0.28
	Al (l)	933-2791	31.8	$3.9 \cdot 10^{-8}$	$-1.8 \cdot 10^{-8}$	$2.7 \cdot 10^{-9}$	$5.5 \cdot 10^{-9}$
Aluminio kloruro	AlCl ₃ (s)	298-466	64.9	87.8	0.02	0	0
Aluminio oxido	Al ₂ O ₃ (s, α)	298-2327	102.4	38.7	-15.9	2.63	-3.01
Azido nitriko	HNO ₃ (g)	298-1200	19.6	154.0	-115.8	32.9	-0.25
		1200-6000	97.4	5.43	-1.03	0.07	-12.3
Azido nitroso	HNO ₂ (g)	298-1200	24.9	91.4	-64.8	17.9	-0.13
		1200-6000	73.6	4.85	-0.92	0.06	-9.11
Azido sulfuriko	H ₂ SO ₄ (g)	298-1200	47.3	190.3	-148.1	43.9	-0.74
		1200-6000	139.2	9.51	-1.80	0.12	-15.6
Bario	Ba (s)	298-583	83.8	-406.2	915.1	-519.8	-0.19
	Ba (s)	583-768	76.7	-187.6	295.7	-113.9	-4.34
	Ba (s)	768-1000	26.2	28.6	-23.7	6.95	1.04
	Ba (l)	1000-2119	55.0	-18.7	2.76	1.28	3.02
Bario kloruro	BaCl ₂ (s)	298-1198	49.9	101.4	-123.1	60.9	0.39
Bario oxido	BaO (s)	298-2286	47.4	13.1	-3.80	0.72	-0.34
Berun	Pb (s)	298-600	25.0	5.44	4.06	-1.24	-0.01
	Pb (l)	600-2019	38.0	-14.6	7.26	-1.03	-0.33
Berun kloruro	PbCl ₂ (s)	298-774	68.8	28.2	0.59	-0.17	-0.02
Berun (II) oxido	PbO (s)	298-1159	51.6	10.5	-2.69	1.76	-0.79
Berun (IV) oxido	PbO ₂ (s)	298-1200	57.9	48.9	-34.8	7.98	-0.75
Berun sulfuro	PbS (s)	298-1386	47.4	7.55	2.01	-0.70	-0.03
Bromo	Br ₂ (g)	332.5-3400	38.5	-1.98	1.53	-0.20	-0.18

14. taula (jarraipena). Hainbat konposatu ezorganikoren tenperaturaren menpeko presio konstanteko bero-ahalmen molarrak (C_p -aren formularen, T da tenperatura K-ean / 1000).

Konposatua	Formula	Tenperatura-tartea (K)	$C_p = a + bT + cT^2 + dT^3 + e/T^2$ ($J \text{ mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$)				
			a	b	C	d	e
Burdina	Fe (s, γ)	298-1809	24.0	8.37	0	0	0
	Fe (l)	1809-3133	46.0	$-1.9 \cdot 10^{-8}$	$6.1 \cdot 10^{-9}$	$-6.6 \cdot 10^{-10}$	$-8.2 \cdot 10^{-9}$
Burdin disulfuro	FeS ₂ (s)	298-1400	82.3	-23.7	35.1	-9.60	-1.40
Burdin (II) oxido	FeO (s)	298-1650	45.8	18.8	-5.95	0.85	-0.08
		298-950	93.4	108.4	-50.9	25.6	-1.61
Burdin (III) oxido	Fe ₂ O ₃ (s)	950-1050	150.6	0	0	0	0
		1050-2500	110.9	32.0	-9.19	0.90	5.43
Burdin (II-III) oxido	Fe ₃ O ₄ (s)	298-900	104.2	178.5	10.6	1.13	-0.99
		900-3000	200.8	$1.6 \cdot 10^{-7}$	$-6.7 \cdot 10^{-8}$	$9.4 \cdot 10^{-9}$	$3.2 \cdot 10^{-8}$
Fluor	F ₂ (g)	298-6000	31.4	8.41	-2.78	0.22	-0.21
Fosforo	P (s) zuria	298-317	16.4	43.3	-58.7	25.6	-0.09
	P (s) gorria	298-317	24.3	-1.81	7.49	3.15	-0.30
	P (l)	317-1180	26.3	$1.0 \cdot 10^{-10}$	$-6.1 \cdot 10^{-11}$	$1.1 \cdot 10^{-11}$	$3.0 \cdot 10^{-12}$
	P (g)	1180-2200	20.4	1.06	-1.1	0.38	0.01
Fosforo (III) hidruro	PH ₃ (g)	298-1200	11.9	84.5	-38.0	5.70	0.29
		1200-6000	74.3	4.66	-0.90	0.06	-14.8
Fosforo (III) kloruro	PCl ₃ (g)	298-6000	81.9	1.02	-0.28	0.02	-0.96
Fosforo (V) kloruro	PCl ₅ (g)	298-6000	130.9	1.82	-0.49	0.04	-1.76
Hidrogeno	H ₂ (g)	298-1000	33.1	-11.4	11.4	-2.77	-0.16
		1000-2500	18.6	12.2	-2.86	0.27	1.98
Hidrogeno bromuro	HBr (g)	298-1100	31.7	-13.7	23.4	-9.01	-0.03
		1100-6000	32.9	2.82	-0.48	0.03	-3.17
Hidrogeno fluoruro	HF (g)	298-1000	30.1	-3.25	2.87	0.46	-0.02
		1000-6000	24.6	6.89	-1.24	0.08	-0.23
Hidrogeno ioduro	HI (g)	298-1400	26.0	4.69	4.91	-2.65	0.12
		1400-6000	35.4	1.41	-0.18	0.01	-4.05
Hidrogeno kloruro	HCl (g)	298-1200	32.1	-13.4	19.9	-6.85	-0.05
		1200-6000	31.9	3.20	-0.54	0.04	-3.44
Hidrogeno peroxido	H ₂ O ₂ (g)	298-1500	34.2	55.2	-35.2	9.09	-0.42
Hidrogeno sulfuro	H ₂ S (g)	298-1400	26.9	18.7	3.43	-3.38	0.14
		1400-6000	51.2	4.15	-0.64	0.04	-10.5
Hidrogeno zianuro	HCN (l)	15-300	71.0	0	0	0	0
		298-1200	32.7	22.6	-4.37	-0.41	-0.28
		1200-6000	52.4	5.56	-0.95	0.06	-7.56
Iodo	I ₂ (s)	298-387	-195.8	918.9	-1079	534.3	5.16
		387-458	80.7	$6.8 \cdot 10^{-8}$	$-8.7 \cdot 10^{-8}$	$3.7 \cdot 10^{-8}$	$4.7 \cdot 10^{-10}$
		458-2000	37.8	0.22	-0.91	1.03	-0.08
Kaltzio	Ca (s, α)	298-1100	19.8	10.1	14.5	-5.53	0.18
		1115-1774	35.0	$1.1 \cdot 10^{-10}$	$-8.3 \cdot 10^{-11}$	$1.9 \cdot 10^{-11}$	$1.9 \cdot 10^{-12}$
		1774-6000	121.5	-75.0	19.2	-1.40	-64.5
Kaltzio hidroxido	Ca(OH) ₂ (s)	298-1000	130.8	-82.7	122.8	-50.4	-2.51
Kaltzio kloruro	CaCl ₂ (s)	298-1045	87.3	-35.1	44.1	-9.85	-0.67
Kaltzio oxido	CaO (s)	298-3200	50.0	4.89	-0.35	0.05	-0.82

14. taula (jarraipena). Hainbat konposatu ezorganikoren tenperaturaren menpeko presio konstanteko bero-ahalmen molarrak (C_p -aren formularen, T da tenperatura K-ean / 1000).

Konposatua	Formula	Tenperatura-tartea (K)	$C_p = a + bT + cT^2 + dT^3 + e/T^2$ ($J \text{ mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$); $T/1000$				
			a	b	c	d	e
Karbono	C (s)	298	9.25	0	0	0	0
		Batez beste	17.1	0	0	0	0
Karbono (II) oxido	CO (g)	298-1300	25.6	6.10	4.05	-2.67	0.13
		1300-6000	35.2	1.30	-0.20	0.01	-3.28
Karbono (IV) oxido	CO ₂ (g)	298-1200	25.0	55.2	-33.7	7.95	-0.14
		1200-6000	58.2	2.72	-0.49	0.04	-6.45
Sulfuro karbonilo	COS (g)	298-1200	34.5	43.0	-26.6	6.34	-0.33
		1200-6000	60.3	1.74	-0.21	0.01	-5.13
Kloro	Cl ₂ (g)	298-1000	33.0	12.2	-12.1	4.38	-0.16
		1000-3000	42.7	-5.01	1.90	-0.16	-2.10
Kobre	Cu (s)	298-1358	17.7	28.1	-31.2	14.0	0.07
		1358-2843	32.8	0	0	0	0
Kobre (I) oxido	Cu ₂ O (s)	298-1100	59.4	37.8	-26.4	11.1	-0.54
		1100-1517	28.8	39.8	1.46	-0.26	11.3
Kobre (II) oxido	CuO (s)	298-2000	48.6	7.50	-0.06	0.01	-0.76
Magnesio	Mg (s)	298-923	26.5	-1.53	8.06	0.57	-0.17
		923-1366	34.3	$-7.5 \cdot 10^{-10}$	$6.1 \cdot 10^{-10}$	$-1.6 \cdot 10^{-10}$	$-1.2 \cdot 10^{-11}$
		1366-2200	20.8	0.04	-0.03	0.01	0
Magnesio hidroxido	Mg(OH) ₂ (s)	298-1000	84.9	74.4	-68.9	26.6	-2.17
Magnesio karbonato	MgCO ₃ (s)	298-1000	44.9	149.7	-74.2	12.0	-0.63
Magnesio kloruro	MgCl ₂ (s)	298-987	78.3	2.44	6.86	-1.73	-0.73
Magnesio oxido	MgO (s)	298-3105	47.2	5.68	-0.87	0.10	-1.05
Magnesio sulfato	MgSO ₄ (s)	298-1400	75.8	111.7	-39.7	5.13	-0.83
Merkurio	Hg (l)	298-630	27.7	0	0	0	0
		630-6000	20.7	0.18	-0.08	0.01	0.01
Merkurio kloruro	HgCl ₂ (s)	298-550	68.1	25.8	-4.64	0.36	-0.13
Merkurio oxido	HgO (s)	298-1000	27.6	73.6	-58.5	16.8	-0.06
Nikel	Ni (s)	298-600	13.7	82.5	-175.0	161.6	-0.09
		600-700	1248	-1257	0	0	-165.1
		700-1728	16.5	18.7	-6.64	1.72	1.87
Nitrogeno	N ₂ (g)	1728-3157	38.9	0	0	0	0
		100-500	29.0	1.85	-9.65	16.6	0
Nitrogeno (II) hidruro	N ₂ H ₄ (l)	500-2000	19.5	19.9	-8.60	1.37	0.53
		298-800	48.2	170.5	-100.8	45.1	0.67
		800-2000	35.2	96.0	-40.5	6.67	-0.87
Nitrogeno (III) hidruro	NH ₃ (g)	2000-6000	121.4	4.82	-0.76	0.04	-40.8
		298-1400	20.0	49.8	-15.4	1.92	0.19
Nitrogeno (I) oxido	N ₂ O (g)	1400-6000	52.0	18.5	-3.76	0.25	-12.4
		298-1400	27.7	51.1	-30.6	6.85	-0.16
Nitrogeno (II) oxido	NO (g)	1400-6000	60.3	1.03	-0.19	0.01	-6.86
		298-1200	23.8	12.6	-1.14	-1.50	0.21
Nitrogeno (IV) oxido	NO ₂ (g)	1200-6000	36.0	0.96	-0.15	0.01	-3.00
		298-1200	16.1	75.9	-54.4	14.3	0.24
Nitrogeno (IV) oxido	N ₂ O ₄ (l)	1200-6000	56.8	0.74	-0.14	0.01	-5.46
		298-500	89.2	178.9	0.93	0	-0.01
		500-1000	34.0	192.0	-151.0	44.4	-0.16
Nitrogeno (V) oxido	N ₂ O ₅ (g)	1000-6000	128.6	2.52	-0.52	0.04	-11.56
		298-800	23.8	338.0	-353.4	134.8	-0.04
		800-6000	149.5	0.15	-0.04	0	-8.09

14. taula (jarraipena). Hainbat konposatu ezorganikoren tenperaturaren menpeko presio konstanteko bero-ahalmen molarrak (Cp-aren formulak, T da tenperatura K-ean / 1000).

Konposatua	Formula	Tenperatura-tartea (K)	$C_p = a + bT + cT^2 + dT^3 + e/T^2$ (J mol ⁻¹ K ⁻¹)					
			a	b	c	d	e	
Oxigeno	O ₂ (g)	100-700	31.3	-20.2	57.9	-36.5	-0.01	
		700-2000	30.0	8.77	-3.99	0.79	-0.74	
Ozono	O ₃ (g)	298-1200	21.7	79.9	-66.0	19.6	-0.08	
		1200-6000	57.8	0.73	-0.04	0	-3.56	
Potasio	K (s)	298-336	-63.5	-3226	14645	-16230	16.3	
		K (l)	336-1040	40.3	-30.5	26.5	-5.73	-0.06
		K (g)	1040-1800	20.7	0.39	-0.42	0.14	0
Potasio bromuro	KBr (s)	298-900	39.2	63.4	-94.7	60.4	0.09	
Potasio hidroxido	KOH (s)	298-516	80.8	-112.2	301.2	-148.0	-0.47	
		KOH (l)	679-2000	83.1	-2.3·10 ⁻⁹	1.9·10 ⁻⁹	-4.8·10 ⁻¹⁰	-3.6·10 ⁻¹¹
Potasio ioduro	KI (s)	298-954	73.6	-85.4	130.1	-48.9	-0.50	
Potasio kloruro	KCl (s)	298-900	35.4	70.0	-91.4	52.5	0.15	
Silizio	Si (s)	298-1685	22.8	3.90	-0.08	0.04	-0.35	
		Si (l)	1685-3505	27.2	-1.2·10 ⁻¹⁰	5.4·10 ⁻¹¹	-7.0·10 ⁻¹²	-4.3·10 ⁻¹²
Silizio oxido	SiO ₂ (s)	298-1996	72.8	1.29	0	0	-4.14	
Sodio	Na (s)	298-370	72.6	-9.49	-730.9	1414	-1.26	
		Na (l)	370-1170	40.2	-28.2	20.7	-3.64	-0.08
		Na (g)	1170-6000	20.8	0.28	-0.39	0.12	-0.01
Sodio hidroxido	NaOH (s)	298-572	419.5	-1718	2954	-1597	-6.05	
		NaOH (l)	596-2500	88.3	-2.50	-3.01	0.86	0.04
Sodio karbonato	Na ₂ CO ₃ (s)	298-723	175.2	-348.0	743.1	-305.6	-1.63	
		723-1123	-1067	2469	-1829	505.7	100.2	
Sodio kloruro	NaCl (s)	298-1073	50.7	6.67	-2.52	10.2	-0.20	
Sodio oxido	Na ₂ O (s)	298-1023	25.6	177.7	-166.3	57.6	0.34	
Sodio sulfato	Na ₂ SO ₄ (s, γ)	298-1157	252.9	-309.1	381.0	-113.8	-3.19	
Sufre	S (s, erronb)	298-388	21.2	3.86	22.3	-10.3	-0.12	
		S (s, monokl)	298-388	24.2	-4.98	33.0	-15.3	-0.18
		S (l)	388-432	-4541	26065	-55521	42012	54.6
		432-882	-37.9	133.2	-95.3	24.0	7.65	
		S (g)	882-1400	27.4	-13.3	10.1	-2.66	-0.06
Sufre (IV) oxido	SO ₂ (g)	298-1200	21.4	74.4	-57.8	16.4	0.09	
		1200-6000	57.5	1.01	-0.08	0	-4.04	
Sufre (VI) oxido	SO ₃ (g)	298-1200	24.0	119.5	-94.4	27.0	-0.12	
		1200-6000	82.0	0.62	-0.12	0.01	-6.70	
Ur	H ₂ O (g)	Batez beste	37.7	0	0	0	0	
		H ₂ O (l)	298-500	-203.6	1523	-3196	2474	3.86
		H ₂ O (g)	500-1700	30.1	6.83	6.79	-2.53	0.08
Zilar	Ag (s)	Batez beste	25.1	0	0	0	0	
Zilar kloruro	AgCl (s)	Batez beste	52.7	0	0	0	0	
Zink	Zn (s)	298-693	25.6	-4.40	20.4	-7.40	-0.04	
		Zn (l)	693-1180	31.4	-9.6·10 ⁻⁹	6.8·10 ⁻⁹	-1.6·10 ⁻⁹	-3.2·10 ⁻¹⁰
		Zn (g)	1180-6000	18.2	2.31	-0.74	0.08	1.07
Zink karbonato	ZnCO ₃ (s)	Batez beste	79.7	0	0	0	0	
Zink oxido	ZnO (s)	Batez beste	40.3	0	0	0	0	
		298-540	114.4	-139.6	566.6	-402.5	-1.20	
Zink sulfato	ZnSO ₄ (s)	540-1013	182.0	-122.9	129.8	-44.0	-2.90	
		1013-2000	145.2	0	0	0	0	

15. taula. Hainbat konposatu organikoren presio konstanteko bero-ahalmen molarrak (25 °C).

Konposatua	Formula	C_p (J mol ⁻¹ K ⁻¹)
ALIFATIKOAK		
Metano	CH ₄ (g)	35.7
Etano	C ₂ H ₆ (g)	52.5
Eteno (etileno)	C ₂ H ₄ (g)	42.9
Etino (azetileno)	C ₂ H ₂ (g)	44.0
Propano	C ₃ H ₈ (g)	73.6
Propeno (propileno)	C ₃ H ₆ (g)	64.3
n-Butano	C ₄ H ₁₀ (g)	98.5
1-Buteno	C ₄ H ₈ (g)	85.6
1,3-Butadieno	C ₄ H ₆ (g)	79.8
	C ₄ H ₆ (l)	123.6
n-Pentano	C ₅ H ₁₂ (g)	120.1
1-Penteno	C ₅ H ₁₀ (g)	108.2
	C ₅ H ₁₀ (l)	154.9
n-Hexano	C ₆ H ₁₄ (g)	142.6
	C ₆ H ₁₄ (l)	195.5
1-Hexeno	C ₆ H ₁₂ (l)	183.3
n-Heptano	C ₇ H ₁₆ (g)	165.2
	C ₇ H ₁₆ (l)	224.7
1-Hepteno	C ₇ H ₁₄ (l)	211.8
n-Oktano	C ₈ H ₁₈ (g)	187.8
	C ₈ H ₁₈ (l)	255.7
n-Dekano	C ₁₀ H ₂₂ (g)	233.1
	C ₁₀ H ₂₂ (l)	315.5
n-Dodekano	C ₁₂ H ₂₆ (l)	376.0
n-Hexadekano	C ₁₆ H ₃₄ (l)	499.7
ALIZIKLIKOAK		
Ziklopentano	C ₅ H ₁₀ (g)	82.8
	C ₅ H ₁₀ (l)	126.7
Ziklohexano	C ₆ H ₁₂ (g)	105.3
	C ₆ H ₁₂ (l)	156.0
Metilziklohexano	C ₆ H ₁₁ CH ₃ (g)	135.8
	C ₆ H ₁₁ CH ₃ (l)	184.4
AROMATIKOAK		
Bentzeno	C ₆ H ₆ (l)	136.0
	C ₆ H ₆ (g)	81.6
Metilbentzeno (tolueno)	C ₆ H ₅ CH ₃ (g)	103.7
	C ₆ H ₅ CH ₃ (l)	157.1
Etilbentzeno	C ₆ H ₅ C ₂ H ₅ (g)	127.4
	C ₆ H ₅ C ₂ H ₅ (l)	185.7
Etenilbentzeno (estireno)	C ₆ H ₅ C ₂ H ₃ (g)	120.2
	C ₆ H ₅ C ₂ H ₃ (l)	183.2
Naftaleno	C ₁₀ H ₈ (g)	133.0
	C ₁₀ H ₈ (l)	196.1
	C ₁₀ H ₈ (s)	161.5

15. taula (jarraipena). Hainbat konposatu organikoren presio konstanteko bero-ahalmen molarrak (25 °C).

Konposatua	Formula	C_p (J mol ⁻¹ K ⁻¹)
ALKOHOLAK		
Metanol	CH ₃ OH (g)	44.1
	CH ₃ OH (l)	80.0
Etanol	C ₂ H ₅ OH (g)	420.0
	C ₂ H ₅ OH (l)	113.0
1,2-Etanodiol (etilen glikol)	C ₂ H ₄ (OH) ₂ (g)	78.0
	C ₂ H ₄ (OH) ₂ (l)	150.3
2-Propanol (isopropanol)	C ₃ H ₇ OH (l)	154.4
1,2,3-Propanotriol (glizerina)	C ₃ H ₅ (OH) ₃ (l)	218.9
1-Butanol	C ₄ H ₉ OH (g)	108.0
	C ₄ H ₉ OH (l)	176.9
Hidroxibentzeno (fenol)	C ₆ H ₅ OH (s)	127.3
AZIDO KARBOXILIKOAK		
Azido metanoiko (formiko)	HCOOH (l)	99.0
Azido etanoiko (azetiko)	CH ₃ COOH (g)	63.4
	CH ₃ COOH (l)	123.1
Azido benzoiko	C ₆ H ₅ COOH (s)	146.7
ALDEHIDOAK		
Metanal (formaldehido)	HCHO (g)	35.4
Etanal (azetaldehido)	CH ₃ CHO (g)	55.3
	CH ₃ CHO (l)	89.0
Benzaldehido	C ₆ H ₅ CHO (l)	172.0
ZETONAK		
Etenona (keteno)	CH ₂ CO (g)	51.8
2-Propanona (azetona)	C ₃ H ₆ CO (g)	75.0
	C ₃ H ₆ CO (l)	125.4
AMINAK		
Metilamina	CH ₃ NH ₂ (l)	101.8
Dimetilamina	C ₂ H ₅ NH ₂ (l)	136.8
Trimetilamina	C ₃ H ₇ NH ₂ (l)	132.6
Etilendiamina	C ₂ H ₄ (NH ₂) ₂ (l)	172.6
Fenilamina (anilina)	C ₆ H ₅ NH ₂ (l)	191.0
BESTE BATZUK		
Dimetil eter (dimetil oxidoa)	(CH ₃) ₂ O (g)	65.6
Dietil eter	(C ₂ H ₅) ₂ O (g)	119.5
	(C ₂ H ₅) ₂ O (l)	172.5
Etileno oxido (oxano)	C ₂ H ₄ O (g)	47.0
	C ₂ H ₄ O (l)	86.9
Metil kloruroa (klorometano)	CH ₃ Cl (l)	81.2
Metilen kloruroa (diklorometano)	CH ₂ Cl ₂ (l)	102.3
Triklorometano (kloroformo)	CHCl ₃ (l)	114.3
Karbono tetrakloruro (tetraklorometano)	CCl ₄ (l)	131.5
Piridina	C ₅ H ₅ N (l)	133.5
Karbonil diamida (urea)	(NH ₂) ₂ CO (s)	93.0

13. ERREKUNTZA-ENTALPIA ESTANDARRAK (ΔH_c^0) ETA ERREGAIEN GOI BERO-AHALMENAK (GBA)

Konposatu baten errektuntza-entalpia estandarra da konposatu horren mol batek oxigenoarekin errektionatzerakoan askatzen den bero kantitatea, 1 atm-n eta errektuntzaren produktuak CO_2 eta H_2O (egoera likidoan) direnean, hots, errektuntza osoa gertatzen denean. Baldintza horietan askatutako beroa da konposatu horren errektuntzaren bitartez lor daitekeen bero kantitaterik handiena. Konposatuen errektuntza-entalpia estandarrek errektzioen entalpia-aldaketa estandarrek kalkulatzeko erabiltzen dira, hau da, 1 atm-n gertatzen diren errektzioen bero-aldaketak:

$$\Delta H_R^0(T) = \sum \sigma_{erreak} \Delta H_c^0(T)_{erreak} - \sum \sigma_{prod} \Delta H_c^0(T)_{prod}$$

Aplikazio industrialetan eta erregai industrialak erabiltzen direnean, errektuntza-entalpia baino, goi bero-ahalmenak (GBA) erabiltzen dira. Erregai baten goi bero-ahalmena da erregai horretatik lor daitekeen energia kopuru maximoa. Hitzarmenez, GBak zeinu positiboa dauka, eta izatez erregaia konposatu puru bat denean, bere errektuntza-entalpiaren balio negatiboa da. Hala ere, normalean kantitate-unitatea ez da mola, baizik eta kilogramoa (gehienetan) edo bolumen-unitate bat (erregaia likidoa edo gasa denean), eta, horrenbestez, erregai baten errektuntza-entalpiaren eta GBaren balio absolutua ezberdina izaten da.

16. taula. Hainbat konposaturen errektuntza-entalpia estandarrek (25 °C).

Konposatua	Formula	Errektuntza-erreakzioa	ΔH_c° (kJ mol ⁻¹)
KONPOSATU EZORGANIKOAK			
Hidrogeno	H ₂ (g)	H ₂ (g) + 1/2 O ₂ (g) → H ₂ O (l)	-285.8
Karbono	C	C (s) + O ₂ (g) → CO ₂ (g)	-393.5
(II) anhidrido (monoxido)	CO (g)	CO (g) + 1/2 O ₂ (g) → CO ₂ (g)	-283.5
Sufre	S (s)	S (s) + O ₂ (g) → SO ₂ (g)	-296.4
(IV) oxido (dioxido)	SO ₂ (g)	SO ₂ (g) + 1/2 O ₂ (g) → SO ₃ (g)	-96.77
KONPOSATU ORGANIKOAK			
ALIFATIKOAK			
Metano	CH ₄ (g)	CH ₄ (g) + 2O ₂ (g) → CO ₂ (g) + 2H ₂ O (l)	-890.4
Etano	C ₂ H ₆ (g)	C ₂ H ₆ (g) + 7/2 O ₂ (g) → 2CO ₂ (g) + 3H ₂ O (l)	-1560
Eteno (etileno)	C ₂ H ₄ (g)	C ₂ H ₄ (g) + 3O ₂ (g) → 2CO ₂ (g) + 2H ₂ O (l)	-1411
Propano	C ₃ H ₈ (g)	C ₃ H ₈ (g) + 5O ₂ (g) → 3CO ₂ (g) + 4H ₂ O (l)	-2220
Propeno (propileno)	C ₃ H ₆ (g)	C ₃ H ₆ (g) + 9/2 O ₂ (g) → 3CO ₂ (g) + 3H ₂ O (l)	-2058
n-Butano	C ₄ H ₁₀ (g)	C ₄ H ₁₀ (g) + 13/2 O ₂ (g) → 4CO ₂ (g) + 5H ₂ O (l)	-2877
1-Buteno	C ₄ H ₈ (g)	C ₄ H ₈ (g) + 6O ₂ (g) → 4CO ₂ (g) + 4H ₂ O (l)	-2717
1,3-Butadieno	C ₄ H ₆ (g)	C ₄ H ₆ (g) + 11/2 O ₂ (g) → 4CO ₂ (g) + 3H ₂ O (l)	-2540
	C ₄ H ₆ (l)	C ₄ H ₆ (l) + 11/2 O ₂ (g) → 4CO ₂ (g) + 3H ₂ O (l)	-2522
n-Pentano	C ₅ H ₁₂ (g)	C ₅ H ₁₂ (g) + 8O ₂ (g) → 5CO ₂ (g) + 6H ₂ O (l)	-3536
1-Penteno	C ₅ H ₁₀ (l)	C ₅ H ₁₀ (l) + 15/2 O ₂ (g) → 5CO ₂ (g) + 5H ₂ O (l)	-3350
n-Hexano	C ₆ H ₁₄ (l)	C ₆ H ₁₄ (l) + 19/2 O ₂ (g) → 6CO ₂ (g) + 7H ₂ O (l)	-4163
n-Heptano	C ₇ H ₁₆ (l)	C ₇ H ₁₆ (l) + 11O ₂ (g) → 7CO ₂ (g) + 8H ₂ O (l)	-4817
1-Hepteno	C ₇ H ₁₄ (l)	C ₇ H ₁₄ (l) + 21/2 O ₂ (g) → 7CO ₂ (g) + 7H ₂ O (l)	-4657
n-Oktano	C ₈ H ₁₈ (l)	C ₈ H ₁₈ (l) + 25/2 O ₂ (g) → 8CO ₂ (g) + 9H ₂ O (l)	-5430
n-Dekano	C ₁₀ H ₂₂ (l)	C ₁₀ H ₂₂ (l) + 31/2 O ₂ (g) → 10CO ₂ (g) + 11H ₂ O (l)	-6778
n-Dodekano	C ₁₂ H ₂₆ (l)	C ₁₂ H ₂₆ (l) + 37/2 O ₂ (g) → 12CO ₂ (g) + 13H ₂ O (l)	-7902
n-Hexadekano	C ₁₆ H ₃₄ (l)	C ₁₆ H ₃₄ (l) + 49/2 O ₂ (g) → 16CO ₂ (g) + 17H ₂ O (l)	-10699

16. taula (jarraipena). Hainbat konposaturen errektuntza-entalpia estandarrak (25 °C).

Konposatua	Formula	Errektuntza-erreakzioa	ΔH_c° (kJ mol ⁻¹)
KONPOSATU ORGANIKOAK			
ALIZIKLIKOAK			
Ziklopentano	C ₅ H ₁₀ (l)	C ₅ H ₁₀ (l) + 15/2 O ₂ (g) → 5CO ₂ (g) + 5H ₂ O (l)	-32691
Ziklohexano	C ₆ H ₁₂ (l)	C ₆ H ₁₂ (l) + 9O ₂ (g) → 6CO ₂ (g) + 6H ₂ O (l)	-3930
Metilziklohexano	C ₆ H ₁₁ CH ₃ (l)	C ₇ H ₁₄ (l) + 21/2 O ₂ (g) → 7CO ₂ (g) + 7H ₂ O (l)	-4565
AROMATIKOAK			
Bentzeno	C ₆ H ₆ (l)	C ₆ H ₆ (l) + 15/2 O ₂ (g) → 6CO ₂ (g) + 3H ₂ O (l)	-3267
Metilbentzeno (tolueno)	C ₆ H ₅ CH ₃ (l)	C ₇ H ₈ (l) + 9O ₂ (g) → 7CO ₂ (g) + 4H ₂ O (l)	-3920
Etilbentzeno	C ₆ H ₅ C ₂ H ₅ (l)	C ₈ H ₁₀ (l) + 21/2 O ₂ (g) → 8CO ₂ (g) + 5H ₂ O (l)	-4567
Etenilbentzeno (estireno)	C ₆ H ₅ C ₂ H ₃ (l)	C ₈ H ₈ (l) + 10O ₂ (g) → 8CO ₂ (g) + 4H ₂ O (l)	-4390
Naftaleno	C ₁₀ H ₈ (s)	C ₁₀ H ₈ (s) + 12O ₂ (g) → 10CO ₂ (g) + 4H ₂ O (l)	-5160
ALKOHOLAK			
Metanol	CH ₃ OH (g)	CH ₄ O (g) + 3/2 O ₂ (g) → CO ₂ (g) + 2H ₂ O (l)	-763.7
	CH ₃ OH (l)	CH ₄ O (l) + 3/2 O ₂ (g) → CO ₂ (g) + 2H ₂ O (l)	-726.0
Etanol	C ₂ H ₅ OH (g)	C ₂ H ₆ O (g) + 3O ₂ (g) → 2CO ₂ (g) + 3H ₂ O (l)	-1366
	C ₂ H ₅ OH (l)	C ₂ H ₆ O (l) + 3O ₂ (g) → 2CO ₂ (g) + 3H ₂ O (l)	-1368
1,2-Etanodiol (etilen glikol)	C ₂ H ₄ (OH) ₂ (l)	C ₂ H ₆ O ₂ (l) + 5/2 O ₂ (g) → 2CO ₂ (g) + 3H ₂ O (l)	-1191
2-Propanol (isopropanol)	C ₃ H ₇ OH (l)	C ₃ H ₈ O (l) + 9/2 O ₂ (g) → 3CO ₂ (g) + 4H ₂ O (l)	-2005
1,2,3-Propanotriol (glizerina)	C ₃ H ₅ (OH) ₃ (l)	C ₃ H ₈ O ₃ (l) + 7/2 O ₂ (g) → 3CO ₂ (g) + 4H ₂ O (l)	-1654
1- Butanol	C ₄ H ₉ OH (l)	C ₄ H ₁₀ O (l) + 13/2 O ₂ (g) → 4CO ₂ (g) + 5H ₂ O (l)	-2670
Hidroxibentzeno (fenol)	C ₆ H ₅ OH (s)	C ₆ H ₆ O (s) + 7O ₂ (g) → 6CO ₂ (g) + 3H ₂ O (l)	-3058
AZIDO KARBOXILIKOAK			
Azido metanoiko (formiko)	HCOOH (l)	CH ₂ O ₂ (s) + 1/2 O ₂ (g) → CO ₂ (g) + H ₂ O (l)	-253.8
Azido etanoiko (azetiko)	CH ₃ COOH (l)	C ₂ H ₄ O ₂ (l) + 2O ₂ (g) → 2CO ₂ (g) + 2H ₂ O (l)	-875.2
Azido benzoiko	C ₆ H ₅ COOH (s)	C ₇ H ₆ O ₂ (s) + 15/2 O ₂ (g) → 7CO ₂ (g) + 3H ₂ O (l)	-3228

16. taula (jarraipena). Hainbat konposaturen errektuntza-entalpia estandarrak (25 °C).

Konposatua	Formula	Errekuntza-erreakzioa	ΔH_c° (kJ mol ⁻¹)
KONPOSATU ORGANIKOAK			
ALDEHIDOAK			
Metanal (formaldehido)	HCHO (g)	$\text{CH}_2\text{O (g)} + \text{O}_2\text{(g)} \rightarrow \text{CO}_2\text{(g)} + \text{H}_2\text{O (l)}$	-570.8
Benzaldehido	$\text{C}_6\text{H}_5\text{CHO (l)}$	$\text{C}_7\text{H}_6\text{O (l)} + 8\text{O}_2\text{(g)} \rightarrow 7\text{CO}_2\text{(g)} + 3\text{H}_2\text{O (l)}$	-3525
ZETONAK			
2-Propanona (azetona)	$\text{C}_3\text{H}_6\text{CO (g)}$	$\text{C}_2\text{H}_6\text{O (g)} + 3\text{O}_2\text{(g)} \rightarrow 2\text{CO}_2\text{(g)} + 3\text{H}_2\text{O (l)}$	-1821
	$\text{C}_3\text{H}_6\text{CO (l)}$	$\text{C}_2\text{H}_6\text{O (l)} + 3\text{O}_2\text{(g)} \rightarrow 2\text{CO}_2\text{(g)} + 3\text{H}_2\text{O (l)}$	-1772
AMINAK			
Metilamina	$\text{CH}_3\text{NH}_2\text{(l)}$	$\text{CH}_5\text{N (l)} + \frac{13}{4}\text{O}_2\text{(g)} \rightarrow \text{CO}_2\text{(g)} + \frac{5}{2}\text{H}_2\text{O (l)} + \text{NO}_2\text{(g)}$	-1061
Dimetilamina	$\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_2\text{(l)}$	$\text{C}_2\text{H}_7\text{N (l)} + \frac{19}{4}\text{O}_2\text{(g)} \rightarrow 2\text{CO}_2\text{(g)} + \frac{7}{2}\text{H}_2\text{O (l)} + \text{NO}_2\text{(g)}$	-1792
Trimetilamina	$\text{C}_3\text{H}_7\text{NH}_2\text{(l)}$	$\text{C}_3\text{H}_9\text{N (l)} + \frac{25}{4}\text{O}_2\text{(g)} \rightarrow 3\text{CO}_2\text{(g)} + \frac{9}{2}\text{H}_2\text{O (l)} + \text{NO}_2\text{(g)}$	-2484
Etilendiamina	$\text{C}_2\text{H}_4(\text{NH}_2)_2\text{(l)}$	$\text{C}_2\text{H}_8\text{N}_2\text{(l)} + 6\text{O}_2\text{(g)} \rightarrow 2\text{CO}_2\text{(g)} + 4\text{H}_2\text{O (l)} + 2\text{NO}_2\text{(g)}$	-1867
AMINAK			
Fenilamina (anilina)	$\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2\text{(l)}$	$\text{C}_6\text{H}_7\text{N (l)} + \frac{35}{4}\text{O}_2\text{(g)} \rightarrow 6\text{CO}_2\text{(g)} + \frac{7}{2}\text{H}_2\text{O (l)} + \text{NO}_2\text{(g)}$	-3393
BESTE BATZUK			
Dimetil eter (dimetil oxidoa)	$(\text{CH}_3)_2\text{O (g)}$	$\text{C}_2\text{H}_6\text{O (g)} + 3\text{O}_2\text{(g)} \rightarrow 2\text{CO}_2\text{(g)} + 3\text{H}_2\text{O (l)}$	-1460
Dietil eter	$(\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{O (g)}$	$\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O (g)} + 6\text{O}_2\text{(g)} \rightarrow 4\text{CO}_2\text{(g)} + 5\text{H}_2\text{O (l)}$	-2726
	$(\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{O (l)}$	$\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O (l)} + 6\text{O}_2\text{(g)} \rightarrow 4\text{CO}_2\text{(g)} + 5\text{H}_2\text{O (l)}$	-2732
Etileno oxido (oxano)	$\text{C}_2\text{H}_4\text{O (g)}$	$\text{C}_2\text{H}_4\text{O (g)} + \frac{5}{2}\text{O}_2\text{(g)} \rightarrow 2\text{CO}_2\text{(g)} + 2\text{H}_2\text{O (l)}$	-1306
	$\text{C}_2\text{H}_4\text{O (l)}$	$\text{C}_2\text{H}_4\text{O (l)} + \frac{5}{2}\text{O}_2\text{(g)} \rightarrow 2\text{CO}_2\text{(g)} + 2\text{H}_2\text{O (l)}$	-1263
Metilen kloruro (diklorometano)	$\text{CH}_2\text{Cl}_2\text{(l)}$	$\text{CH}_2\text{Cl}_2\text{(l)} + \frac{3}{2}\text{O}_2\text{(g)} \rightarrow \text{CO}_2\text{(g)} + \text{H}_2\text{O (l)} + \text{Cl}_2\text{(g)}$	-602.5
Triklorometano (kloroformo)	$\text{CHCl}_3\text{(l)}$	$\text{CHCl}_3\text{(l)} + \frac{5}{2}\text{O}_2\text{(g)} \rightarrow \text{CO}_2\text{(g)} + \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O (l)} + \frac{3}{2}\text{Cl}_2\text{(g)}$	-473.2
Karbono tetrakloruro (tetraklorometano)	$\text{CCl}_4\text{(l)}$	$\text{CCl}_4\text{(l)} + \text{O}_2\text{(g)} \rightarrow \text{CO}_2\text{(g)} + 2\text{Cl}_2\text{(g)}$	-359.9
Piridina	$\text{C}_5\text{H}_5\text{N (l)}$	$\text{C}_5\text{H}_5\text{N (l)} + \frac{29}{4}\text{O}_2\text{(g)} \rightarrow 5\text{CO}_2\text{(g)} + \frac{5}{2}\text{H}_2\text{O (l)} + \text{NO}_2\text{(g)}$	-2782
Urea	$(\text{NH}_2)_2\text{CO (s)}$	$\text{CH}_4\text{N}_2\text{O (s)} + \frac{7}{2}\text{O}_2\text{(g)} \rightarrow \text{CO}_2\text{(g)} + 2\text{H}_2\text{O (l)} + 2\text{NO}_2\text{(g)}$	-635.0

17. taula. Hainbat erregairen goi bero-ahalmenak (GBA).

	Erregaiak	GBA (kJ kg⁻¹)
Gas-erregaiak	Hidrogeno	141783
	Metano	55515
	Propano	50325
	Butano	49500
	Gas natural	55000
	Sintesi-gas (H ₂ /CO=1)	18900
	Bio-gas (CH ₄ /CO ₂ =1)	14800
Erregai likidoak	Etanol	29720
	Merkatal alkohol	26750
	Gasolina	47000
	Gasolio	43000
	Fuel-olio	42000
	Keroseno	46500
	Petrolio gordin	48000
	Ekilore-olio	37100
Erregai solidoak	Ikatz (turba)	22500
	Ikatz (lignito)	29600
	Ikatz (hulla)	31400
	Ikatz (antracita)	34700
	Koke	33700
	Petrolio koke	36500
	Egur (lehor)	19000
	Lasto (lehor)	13000
	Almendra-oskol	36800
	Intxaur-oskol	32000
	Arroz-oskol	15300
	Kakahuete-oskol	17800
	Ekilorearen pipa-oskol	17500
	Gari-oskol	15800
	Pinu-azal	20400
	Kortxo	20900
	Oliba-pats	18000
	Mahats-pats	19000
	Zelulosa	16500
	Paper	17500
Hiri-hondakin solido	5000-12000	

BIBLIOGRAFIA

- Berg J.M., Tymoczko J.L., Stryer L., 2007. *Bioquímica*, Editorial Reverté, Espainia.
- Chang R. eta Goldsby K.A., 2013. *Química*, McGraw-Hill/Interamericana, Mexiko.
- Dean J.A., 1999. *Lange's handbook of chemistry*, McGraw-Hill, EB.
- Giltza-Edebé taldea, 2010. *Kimika Batxilergoa*, Giltza-edebé, Espainia.
- Glanville J.O., 2004. *General chemistry for engineers*, Pearson / Prentice Hall, EB.
- Harris D.C., 2007. *Análisis químico cuantitativo*, Editorial Reverté, Espainia.
- Lide D.R., 2003. *CRC Handbook*, CRC Press, EB.
- National Institute of Standards Technology, EB.
Online: <http://webbook.nist.gov/chemistry/form-ser.html>
- Orozco C., González M.N., Pérez A., 2011. *Problemas resueltos de química aplicada*, Ediciones Paraninfo, Espainia.
- Perry R.H. eta Green D.W., 2001. *Manual del ingeniero químico*, McGraw-Hill/Interamericana, Espainia.
- Reger D.L., Goode S.R. eta Ball D.W., 2010. *Chemistry: principles and practice*, Cengage Learning, EB.
- Sander R., 2015. Compilation of Henry's law constants for water as solvent, *Atmospheric Chemistry and Physics*, Copernicus Publications.
- Skoog D.A., West D.M., Holler F.J., 2000. *Fundamentos de química analítica*, Editorial Reverté, Espainia.
- Smith J.M., Van Ness H.C., Abbott M.M., 1997. *Introducción a la termodinámica en ingeniería química*, McGraw-Hill/Interamericana, Mexiko.
- *Tables of physical and chemical constants*, National Physical Laboratory, United Kingdom.
Online: <http://www.kayelaby.npl.co.uk/>
- Whitten K.W., Davis, R.E., Peck M.L., Stanley, G.G., 2008. *Química*, Cengage Learning, Mexiko.

UNIBERTSITATEKO ESKULIBURUAK
MANUALES UNIVERSITARIOS

INFORMAZIOA ETA ESKARIAK • INFORMACIÓN Y PEDIDOS

UPV/EHUko Argitalpen Zerbitzua • Servicio Editorial de la UPV/EHU
argialetxea@ehu.eus • editorial@ehu.eus
1397 Posta Kutxatila - 48080 Bilbo • Apartado 1397 - 48080 Bilbao
Tfn.: 94 601 2227 • www.ehu.eus/argitalpenak

eman ta zabal zazu



Universidad
del País Vasco

Euskal Herriko
Unibertsitatea