



8

---

Sulla temperatura di ebollizione dei composti chimici  
appartenenti alle serie omologhe  $\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_n - \text{R}$

Nota del Prof. ENRICO BOGGIO-LERA

*Regio Istituto Tecnico di Catania 1899*

---



R. ACCADEMIA DEI LINCEI

Concorso al PREMIO *Minutano*

Per *le temperature chimiche*

Scadenza *21 Dic.* *1902*

N. *379*





## Sulla temperatura di ebollizione dei composti chimici

appartenenti alle serie omologhe  $\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_n - \text{R}$

Nota del Prof. ENRICO BOGGIO-LERA

Nel 1842 Kopp enunciò la legge che per i composti delle serie omologhe della formola generale  $\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_n - \text{R}$ , la temperatura di ebollizione aumenta da termine a termine della costante  $19^\circ$ . Questa legge che si verifica abbastanza bene per alcune serie omologhe, fu più tardi riconosciuta non valevole per parecchie altre serie, quando si accrebbero i dati sperimentali in numero ed in esattezza.

Varie formole furono quindi successivamente proposte per rappresentare le temperature di ebollizione dei composti delle serie omologhe; così Goldstein propose per gli idrocarburi normali della formola generale  $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$  la formola :

$$t = 380 \frac{n-1}{n} + (n-1) 19 - 340,9$$

nella quale si hanno tre costanti arbitrarie ed  $n$  rappresenta il numero degli atomi di carbonio contenuti nella molecola. Questa formola però non è atta a rappresentare che le temperature di ebollizione degli idrocarburi compresi fra il butano e il dodecano, e pel metano darebbe la temperatura impossibile di  $340,9$  sotto zero.

Mills propose la formola

$$t = \beta \frac{n-c}{1+\gamma(n-c)}$$



Min 63  
46.15

contenente anch' essa tre costanti arbitrarie  $\beta$ ,  $\gamma$ , e  $c$ , e nella quale  $n$  rappresenta il numero degli atomi di carbonio contenuti nella molecola degli idrocarburi e dei loro derivati; ma oltre al fatto che le costanti  $\beta$ ,  $\gamma$ , e  $c$  mutano non solo da una serie omologa all'altra, ma in una stessa serie hanno valori diversi a seconda che  $n$  è pari o dispari, la formola non rappresenta abbastanza fedelmente le temperature di ebollizione dei composti.

Hinrichs propose una formola con quattro costanti arbitrarie della forma:

$$t = k_1 (\log n - q_1) + k_2 (\log n - q_2)^2$$

dove  $k_1$ ,  $k_2$ ,  $q_1$ ,  $q_2$  sono costanti, i cui valori cambiano da una serie omologa all'altra. Questa formola vale meglio di quella del Mills, ma ha il difetto di contener quattro costanti arbitrarie.

Recentemente il Walker ha mostrato che si può rappresentare bene le temperature di ebollizione dei composti delle serie omologhe con una formola contenente due sole costanti arbitrarie. La sua formola è la seguente

$$T = a M^b,$$

in cui  $T$  è la temperatura di ebollizione nella scala assoluta,  $M$  il peso molecolare ed  $a$  e  $b$  due costanti arbitrarie i cui valori cambiano naturalmente da una serie omologa all'altra. L'esponente  $b$  ha valori frazionarii che variano per le serie da lui prese in considerazione dal valore di 0,322 a quello di 0,561 aggirandosi perciò intorno al valore di  $\frac{1}{2}$  ed anzi nel caso degli idrocarburi, l'esponente prende esattamente questo valore.

Con questa formola egli rappresenta assai bene le temperature di ebollizione degli idrocarburi dall'eptano all'esadecano, non però quelli dal metano all'eptano, pei quali, risultano delle differenze rispettivamente di 34°, 14°, 10°, 6°, 4°, e 2° fra i dati sperimentali e quelli ottenuti con la formola da lui data. Ma fra l'eptano e l'esadecano l'accordo fra i dati sperimentali e i risul-

tati ottenuti con la formola è ottimo, non essendovi che delle differenze di pochi decimi di grado ora in più ed ora in meno. Per i derivati degli idrocarburi l'accordo fra le formule da lui proposte e i dati sperimentali incomincia a verificarsi dal secondo termine delle varie serie, e non esiste giammai per i primi termini che contengono il gruppo metilico, ciò che non deve far meraviglia osserva il Walker giacchè i termini delle varie serie omologhe contenenti il gruppo  $\text{CH}_3$ , anche nelle altre proprietà fisiche manifestano notevoli divergenze in confronto dei termini seguenti.

Tuttavia talvolta anche nel secondo termine delle serie omologhe si osservano delle discrepanze non lievi fra i dati sperimentali e quelli delle formole del Walker; così nel caso dell'acetato di etile la temperatura assoluta di ebollizione dovrebbe essere  $344^\circ$  secondo la formola del Walker, mentre dall'esperienza risulta di  $350^\circ$ ; nel caso dell'acido acetico la temperatura assoluta di ebollizione dovrebbe essere di  $386^\circ$  secondo la formola

$$T = 103.275 M^{0.332}$$

mentre risulta di  $391$  dalle esperienze.

Infine v'è da osservare che per talune serie omologhe la formola  $T = a \cdot M^b$  non è forse adatta a rappresentare le temperature di ebollizione, in quantochè lo stesso Walker afferma nella sua memoria che per le serie dei bromo, e quelle dei jodo-derivati degli idrocarburi si hanno delle grandi divergenze fra i dati sperimentali e quelli che si possono ottenere con formole di quel tipo.

Ad ogni modo la formola del Walker è certo la più adatta a rappresentare le temperature di ebollizione dei composti delle serie omologhe di quante sono state finora proposte, e fa meraviglia che nè il Nernst nè il Landolt nei loro recentissimi trattati di Chimica teorica mentre accennano a tanti particolari fin della minima importanza su quanto è stato trovato sinora intor-

no ai punti di ebollizione dei composti delle serie omologhe non accennino menomamente all'importante lavoro del professore Londinese.

Ora io ho trovato una formola più semplice di quella del Walker, contenente al pari di questa due sole costanti arbitrarie e che mi sembra anche più adatta di quella del Walker a rappresentare le temperature assolute di ebollizione dei derivati normali degli idrocarburi. Questa formola è

$$T = K \sqrt{M + c}$$

dove  $T$  è la temperatura assoluta di ebollizione,  $M$  un numero uguale al peso molecolare,  $K$  e  $C$  delle costanti arbitrarie i cui valori cangiano da una serie all'altra. La costante  $C$  è positiva per alcune serie omologhe, negativa per altre.

Detta formola comincia sempre a rappresentare le temperature di ebollizione dei composti omologhi a partire dai secondi termini di ciascuna serie; ma ciò non deve secondo me esser interpretato come una anomalia; a me sembra infatti *normale* che se delle analogie vi debbono essere fra i composti che possono essere rappresentati sotto la formola generale  $\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)^n - \text{R}$ , esse incomincino a trovarsi a partire da  $n = 1$  e non da  $n = 0$ . In altre parole a me pare non ci sia da meravigliarsi che tra il contegno fisico chimico del primo termine dei composti di una serie omologa e quello dei seguenti ci siano divergenze che non esistono per questi ultimi; appunto perchè parmi che solamente fra i termini che vengono dopo il primo si possa a rigore dire esista la somiglianza nella struttura chimica.

Le seguenti tabelle mostrano come si lascino rappresentare mediante la mia formola le temperature di ebollizione dei composti omologhi di parecchie serie da me considerate. Ho tolto i dati sulle temperature dall'ultima edizione del Beilstein. Sfortunatamente per parecchi composti non si hanno sempre dati si-

curi, e si notano talvolta differenze non di decimi di grado ma di gradi interi fra i dati sulle temperature di ebollizione secondo i vari esperimentatori; e ciò a cagione della scomposizione che per talune sostanze incomincia a verificarsi alla temperatura di ebollizione.

**Monocloroderivati normali degli idrocarburi  $C_nH_{2n+2}$ .  $CH_3-(CH_2)_n-Cl$**

$$T = 38,66 \sqrt{M - 10}$$

$n = 1, 2, \dots$	$M$	$t$	$T$	$T$ (calcolo)	Differenze
Cloruro di etile . . .	64,5	12°,5	285,5	285,4	+ 0,1
» propile . . .	78,5	46,5	219,5	319,9	- 0,4
» butile . . .	92,5	78	351	251,1	- 0,1
» amile . . .	106,5	106,6	379,6	379,8	- 0,2
» essile . . .	129,5	133	406	406,4	- 0,4
» eptile . . .	134,5	159	432	431,4	+ 0,6
» ottile . . .	148,5	183	456	455	+ 1

**Monobromoderivati normali.  $CH_3-(CH_2)_n-Br$**

$$T = 38,98 \sqrt{M - 45}$$

$n = 1, 2, \dots$	$M$	$t$	$T$	$T$ (calcolo)	Differenze
Bromuro di etile . . .	109	38°,4	311,4	311,8	- 0°,4
» propile . . .	123	71	344	344,2	- 0,2
» butile . . .	137	100	373	373,9	- 0,9
» amile . . .	151	128,5	401,5	401,3	+ 6,2
» essile . . .	165	155,5	428,5	427	+ 1,5
» eptile . . .	179	178,5	451,5	451,2	+ 0,3
» ottile . . .	193	201	474	474,2	- 0,2

**Monojododerivati normali.**  $\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_n - \text{R}$

$$T = 39,1 \sqrt{M - 78}$$

$n = 0, 1, 2, \dots$	$M$	$t$	$T$	$T$ (calcolo)	Differenze
Ioduro di metile . . .	142	40	313	312, 8	+ 0, 2
» etile . . .	156	72	345	345, 3	- 0, 3
» propile . .	170	102	375	375	0
» butile . . .	184	129	402	402, 5	- 0, 5
» amile . . .	198	155, 4	428, 4	428, 3	+ 0, 1
» essile . . .	212	179	452	452, 6	- 0, 6
» eptile . . .	226	203	476	475, 6	+ 0, 4
» ottile . . .	240	225, 5	498, 5	497, 6	+ 0, 9

Si noti che si vede l'accordo fra i risultati dell'esperienza ed i valori calcolati secondo la formola per i derivati aloogenati normali è ottimo, giacchè le differenze sono generalmente inferiori ad un grado. Potrebbe non essere inutile poi l'osservare che la differenza 78-45 fra le costanti relative ai jodo-ed ai bromo-derivati è circa uguale alla differenza fra 45 e 10 cioè fra la costante relativa ai bromo- e quella relativa ai cloderivati.

**Ammine-derivate normali.**  $\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_n - \text{NH}_2$

$$T = 36,71 \sqrt{M + 18}$$

$n = 1, 2, \dots$	$M$	$t$	$T$	$T$ (calcolo)	Differenze
Etilammina . . . . .	45	18	291	291	0
Propilammina . . . . .	59	49	323	326	- 3
Butilammina . . . . .	73	76	349	350	- 1
Amilammina . . . . .	87	103	376	376	0
Essilammina . . . . .	101	129	402	401	+ 1
Eptilammina . . . . .	115	154	427	423	+ 4
Ottilammina . . . . .	129	173	446	445	+ 1
Nonilammina . . . . .	143	191	464	466	- 2

Si notano delle discrepanze fra i valori sperimentali e quelli ottenuti mediante la formola; ma anche fra i valori sperimentali trovansi notevoli divergenze, giacchè appunto questi composti

vanno soggetti facilmente alla scomposizione. Neanche la formola del Walker rappresenta bene le temperature di ebollizione di questi composti; o per essere più esatti consimili differenze esistono tra i dati sperimentali e quelli calcolati dal Walker.

**Nitroderivati normali.**  $\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_n - \text{NO}_2$

$$T = 31,04 \sqrt{M + 81}$$

$n = 1, 2, \dots$	$M$	$t$	$T$	$T$ (calcolo)	Differenze
Nitro-etano . . . . .	75	114°	387	388	- 1
» propano . . . . .	89	131	404	405	- 1
» butano . . . . .	103	151	424	421	+ 3
» pentano . . . . .	117	150-160	423-433	437	?
» esano . . . . .	131	176	449	452	- 3
» eptano . . . . .	145	195	468	467	+ 1
» ottano . . . . .	159	205-212	478-485	481	?

Anche questi composti vanno soggetti facilmente a scomposizione, e come si vede dalle colonne  $t$ , o  $T$ , vi sono spesso forti incertezze nei dati sperimentali. Ma ad ogni modo le differenze fra i valori sperimentali e quelli da me calcolati essendo ora positive ora negative e dello stesso ordine di grandezza attestano la buona attitudine della formola a rappresentare la temperatura di ebollizione dei nitroderivati.

Avviene lo stesso anche per gli alcool, gli acidi grassi ed i chetoni; riporterò qui solamente a titolo di esempio la serie dei chetoni:

**Chetoni normali.**  $\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_n - \text{CO} \cdot \text{CH}_3$

$$T = 35,63 \sqrt{M + 27}$$

$n = 1, 2, \dots$	$M$	$t$	$T$	$T$ (calcolo)	Differenze
Chetone bimetilico . .	58	56, 5	329, 5	328, 5	+ 1, 0
» metil-etilico . . .	72	80, 6	353, 6	354, 5	- 0, 9
» metil-propilico . .	86	102	375	378, 7	- 3, 7
» metil-butilico . . .	100	127	400	401, 5	- 1, 5
» metil-amilico . . .	114	151, 5	424, 5	423	+ 1, 5
» metil-essilico . . .	128	171, 5	444, 5	443, 6	+ 0, 9
» metil-epilico . . .	142	?	?	463, 1	?
» metil-ottilico . . .	156	211	484	482	+ 2, 0
» metil-nonilico . . .	170	224	497	500, 1	- 3, 1
» metil-decilico . . .	184	246, 5	519, 5	517, 5	+ 2, 0
» metil-undecilico . .	198	263	536	534, 4	+ 1, 6

Dati più sicuri si hanno invece sulle temperature di ebollizione dei sali alchilici, e le seguenti tabelle mostrano il buon accordo fra le temperature di ebollizione osservate e quelle calcolate per le serie omologhe di codesti sali:

**Formiati alchilici.**  $\text{H} \cdot \text{CO} \cdot \text{O} \cdot (\text{CH}_2)_n - \text{CH}_3$

$$T = 36,93 \sqrt{M + 4}$$

$n = 1, 2, \dots$	$M$	$t$	$T$	$T$ (calcolo)	Differenze
Formiato di etile. . .	74	54°,4	327,4	326,2	+ 1,2
» propile . . .	88	81	354	354,2	- 0,2
» butile . . .	102	106,9	379,9	380,2	- 0,3
» amile . . .	116	130,4	403,4	404,6	- 1,2
» essile . . .	130	153,6	426,6	427,5	- 0,9
» eptile . . .	144	176,7	449,7	449,3	+ 0,4
» ottile . . .	158	198,1	471,1	470,1	+ 1,0

**Acetati alchilici,**  $\text{CH}_3 \cdot \text{CO} \cdot \text{O} \cdot (\text{CH}_2)_n - \text{CH}_3$

$$T = 36,28 \sqrt{M + 5}$$

$n = 1, 2, \dots$	$M$	$t$	$T$	$T$ (calcolo)	Differenze
Acetato di etile. . . .	88	77,1	350,5	349,9	+ 0,6
» propile . . .	102	101	374	375,3	- 1,3
» butile . . .	116	125,1	398,1	399,1	- 1
» amile . . .	130	148,4	421,4	421,5	- 0,1
» essile . . .	144	169,2	442,2	442,8	- 0,6
» eptile . . .	158	191,5	464,5	463,2	+ 1,3
» ottile . . .	172	210	483	482,7	+ 0,5

**Propionati alchilici.**  $C_2H_3 \cdot CO \cdot O \cdot (CH_2)_n \cdot CH_3$

$$T = 36,44 \sqrt{M + 2}$$

$n = 1, 2, \dots$	$M$	$t$	$T$	$T$ (calcolo)	Differenza
Propionato di etile .	102	98, 3	371, 3	371, 6	- 0, 3
» propile .	116	122, 2	395, 2	395, 8	- 0, 6
» butile .	130	146	419	418, 6	+ 0, 4
» amile .	144	?	?	440, 3	?
» essile .	158	?	?	460, 9	?
» eptile .	172	208	481	480, 7	+ 0, 3
» ottile .	186	226, 4	499, 4	499, 6	- 0, 2

**Butirratati alchilici.**  $C_3H_7 \cdot CO \cdot O \cdot (CH_2)_n \cdot CH_3$

$$T = 36,61 \sqrt{M - 1}$$

$n = 1, 2, \dots$	$M$	$t$	$T$	$T$ (calcolo)	Differenze
Butirrato di etile . .	116	119, 9	392, 9	392, 6	+ 0, 3
» propile .	130	142, 7	415, 7	415, 8	- 0, 1
» butile .	144	164, 8	437, 8	437, 8	0
» amile .	158	184, 8	457, 8	458, 7	- 0, 9
» essile .	172	205, 1	478, 1	478, 8	- 0, 7
» eptile .	186	225, 2	498, 2	498	+ 0, 2
» ottile .	200	244-245	517-518	516, 5	?

**Valerianati alchilici.**  $C_4H_9 \cdot CO \cdot O \cdot (CH_2)_n \cdot CH_3$

$$T = 36,12 \sqrt{M + 4}$$

$n = 1, 2, \dots$	$M$	$t$	$T$	$T$ (calcolo)	Differenza
Valerianato di etile . .	130	145	418	418, 1	- 0, 1
» propile .	144	167	440	439, 4	+ 0, 6
» butile .	158	185, 8	458, 8	459, 7	- 0, 9
» amile .	172	203, 7	476, 7	479, 1	- 2, 4
» essile .	186	223, 8	496, 8	497, 8	- 1
» eptile .	200	243, 6	516, 6	515, 9	+ 0, 7
» ottile .	214	260, 2	533, 2	533, 3	- 0, 1

**Essilati alchilici.**  $C_5H_{11} \cdot CO \cdot O \cdot (CH_2)_n \cdot CH_3$ 

$$T = 35,71 \sqrt{M + 8}$$

$n = 1, 2, \dots$	$M$	$t$	$T$	$F$ (calcolo)	Differenze
Essilato di etile . . .	144	167, 3	440, 3	440, 3	0
» propile . .	158	185, 5	458, 5	460, 1	- 1, 6
» butile . .	172	204, 3	477, 3	479, 1	- 1, 8
» amile . .	186	222-227	495-500	497, 4	+ 0, 1
» essile . .	200	245, 6	518, 6	515	+ 3, 6
» eptile . .	214	259, 4	532, 4	532, 1	+ 0, 3
» ottile . .	228	275, 2	548, 2	548, 6	- 0, 4

**Eptilati alchilici.**  $C_6H_{13} \cdot CO \cdot O \cdot (CH_2)_n \cdot CH_3$ 

$$T = 35,35 \sqrt{M + 12}$$

$n = 1, 2, \dots$	$M$	$t$	$T$	$T$ (calcolo)	Differenze
Eptilato di etile . . .	158	187, 5	460, 5	460, 9	- 0, 4
» propile . .	172	206, 4	479, 4	479, 5	- 0, 1
» butile . .	186	225, 1	498, 1	496, 3	+ 1, 8
» amile . .	200	?	?	514, 7	?
» essile . .	214	?	?	531, 4	?
» eptile . .	228	270-272	543-545	547, 7	?
» ottile . .	242	290, 4	563, 4	563, 4	0

**Ottilati alchilici.**  $C_7H_{15} \cdot CO \cdot O \cdot (CH_2)_n \cdot CH_3$ 

$$T = 35,02 \sqrt{M + 16}$$

$n = 1, 2, \dots$	$M$	$t$	$T$	$T$ (calcolo)	Differenze
Ottilato di etile . . .	172	207	480	480, 2	- 0, 2
» propile . .	186	224, 7	497, 7	497, 8	- 0, 1
» butile . .	200	240, 5	513, 5	514, 7	- 1, 2
» amile . .	214	?	?	531, 1	?
» essile . .	228	?	?	547, 0	?
» eptile . .	242	289, 8	562, 8	562, 5	+ 0, 3
» ottile . .	256	305, 9	578, 9	577, 6	+ 1, 3

Anche per gli eteri alchilici, ed altri eteri omologhi della serie aromatica ho sperimentato che la formola  $T = K \sqrt{M + C}$  è adatta a rappresentare le temperature di ebollizione, come si rileva dalle seguenti tabelle :

**Eteri alchil-fenilici.**  $\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_n - \text{OC}_6\text{H}_5$

$$T = 36,47 \sqrt{M + 26}$$

$n = 1, 2, \dots$	$M$	$t$	$T$	$T$ (calcolo)	Differenze
Etere fenil-etilico. . .	122	170, 3	443, 3	443, 7	- 0, 4
» fenil-propilico . .	136	190, 5	463, 5	464, 2	- 0, 7
» fenil-butilico . .	150	210, 3	483, 3	483, 8	- 0, 5
» fenil-amilico . .	164	?	?	502, 7	?
» fenil-essilico . .	178	?	?	520, 9	?
» fenil-epilico . .	192	266, 8	539, 8	538, 5	+ 1, 3
» fenil-ottilico . .	206	282, 8	555, 8	555, 0	+ 0, 8

**Eteri alchil-ortocresolici.**  $\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_n - \text{OC}_6\text{H}_4 \cdot \text{CH}_3$

$$T = 36,21 \sqrt{M + 24}$$

$n = 1, 2, \dots$	$M$	$t$	$T$	$T$ (calcolo)	Differenze
Etere ortocresol-etilico .	136	184, 8	457, 8	458, 0	- 0, 2
» » propilico	150	204, 1	477, 1	477, 7	- 0, 6
» » putilico .	164	223	496	496, 5	- 0, 5
» » amilico .	178	?	?	514, 7	?
» » essilico .	192	?	?	532, 2	?
» » epilico .	206	277, 5	550, 5	549, 2	+ 1, 3
» » ottilico .	220	292, 9	565, 9	565, 6	+ 0, 3

**Eteri alchil-metacresolici.**  $\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_n - \text{OC}_6\text{H}_4 \cdot \text{CH}_3$ 

$$T = 36, 20 \sqrt{M} + 29$$

$n = 1, 2, \dots$	$M$	$t$	$T$	$T$ (calcolo)	Differenze
Etere metacresol-etilico	136	192	465	465	0
» » propilico	150	210, 6	483, 6	484, 4	- 0, 8
» » butilico .	164	229, 2	502, 2	503	- 0, 8
» » amilico .	178	?	?	520, 9	?
» » essilico .	192	?	?	538, 2	?
» » optilico .	206	283, 2	556, 2	555	+ 1, 2
» » ottilico .	220	298, 9	571, 9	571, 3	+ 0, 6

**Eteri alchil-paracresolici.**  $\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_n - \text{OC}_6\text{H}_4 \cdot \text{CH}_3$ 

$$T = 36, 44 \sqrt{M} + 26$$

$n = 1, 2, \dots$	$M$	$t$	$T$	$T$ (calcolo)	Differenze
Etere paracresol etilico.	136	189, 9	462, 9	463, 8	- 0, 9
» » propilico	150	210, 4	483, 4	484, 5	- 1, 1
» » butilico .	164	229, 5	502, 5	502, 3	+ 0, 2
» » amilico .	178	?	?	520, 4	?
» » essilico .	192	?	?	525, 8	?
» » eptilico .	204	283, 3	556, 3	555	+ 1, 3
» » ottilico .	220	298, 8	571	571, 5	- 0, 5

**Eteri etilici.**  $\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_n - \text{OC}_2\text{H}_5$ 

$$T = 37, 32 \sqrt{M} - 6$$

$n = 1, 2, \dots$	$M$	$t$	$T$	$T$ (calcolo)	Differenze
Etere etil-etilico . . .	74	34, 9	307, 9	307, 8	+ 0, 1
» etil-propilico . . .	88	63, 6	336, 6	338, 0	- 1, 4
» etil-butilico . . .	102	91, 4	364, 4	365, 7	- 1, 3
» etil-amilico . . .	116	?	?	391, 4	?
» etil-essilico . . .	130	?	?	415, 6	?
» etil-optilico . . .	144	166, 6	439, 6	438, 4	+ 1, 2
» etil-ottilico . . .	158	189, 2	462, 2	460, 1	+ 2, 1

**Eteri propilici.**  $\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_n - \text{OC}_3\text{H}_7$ 

$$T = 37,22 \sqrt{M - 6}$$

$n = 1, 2, \dots$	$M$	$t$	$T$	$T$ (calcolo)	Differenze
Etere propil-etilico . .	88	63, 6	336, 6	337, 0	- 0,4
» propil-propilico . .	102	90, 7	363, 7	364, 7	- 1, 0
» propil-butilico . .	116	117, 1	390, 1	390, 4	- 0, 3
» propil-amilico . .	130	?	?	414, 5	?
» propil-essilico . .	144	?	?	437, 2	?
» propil-eptilico . .	158	187, 6	460, 6	458, 9	+ 1, 7
» propil-ottilico . .	172	207, 0	480, 0	479, 6	+ 0, 4.

**Eteri butilici.**  $\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_n - \text{OC}_4\text{H}_9$ 

$$T = 37,18 \sqrt{M - 6}$$

$n = 1, 2, \dots$	$M$	$t$	$T$	$T$ (calcolo)	Differenze
Etere butil-etilico . .	102	91, 4	364, 4	364, 2	+ 0, 2
» butil-propilico . .	116	117, 1	390, 1	389, 9	+ 0, 2
» butil-butilico . .	130	140, 9	413, 9	413, 9	0
» butil-amilico . .	144	?	?	436, 7	?
» butil-essilico . .	158	?	?	458, 3	?
» butil-eptilico . .	172	205, 7	478, 7	479, 0	- 0, 3
» butil-ottilico . .	186	225, 7	498, 7	498, 7	0

**Eteri eptilici.**  $\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_n - \text{OC}_7\text{H}_{15}$ 

$$T = 37,17 \sqrt{M + 4}$$

$n = 1, 2, \dots$	$M$	$t$	$T$	$T$ (calcolo)	Differenze
Etere eptil-etilico . .	144	166, 6	439, 6	440, 0	- 0, 4
» eptil-propilico . .	158	187, 6	460, 6	460, 4	+ 0, 2
» eptil-butilico . .	172	205, 7	478, 7	480, 2	- 1, 5
» eptil-amilico . .	186	?	?	498, 6	?
» eptil-essilico . .	200	?	?	516, 6	?
» eptil-eptilico . .	214	261, 9	534, 9	534, 1	+ 0, 8
» eptil-ottilico . .	228	278, 8	551, 8	550, 9	+ 0, 9

Da quanto è stato detto, apparisce dunque che la formola generale

$$T = K \sqrt{M + e}$$

è adatta a rappresentare le temperature assolute di ebollizione dei composti delle serie omologhe, e che particolarmente possono accettarsi le seguenti formole empiriche:

$T = 38, 66$	$\sqrt{M - 10}$	per i monocloroderivati normali degli idrocarburi,
$T = 38, 98$	$\sqrt{M - 45}$	per i monobromoderivati     »     »
$T = 39, 10$	$\sqrt{M - 78}$	per i monoiododerivati     »     »
$T = 36, 71$	$\sqrt{M + 18}$	per le ammine derivate     »     »
$T = 31, 04$	$\sqrt{M + 81}$	per i nitroderivati     »     »
$T = 35, 63$	$\sqrt{M + 27}$	per i chetoni
$T = 36, 93$	$\sqrt{M + 4}$	per i formiati alchilici
$T = 36, 28$	$\sqrt{M + 5}$	per gli acetati     »
$T = 36, 44$	$\sqrt{M + 2}$	per i propionati     »
$T = 36, 61$	$\sqrt{M - 1}$	per i butirati     »
$T = 36, 12$	$\sqrt{M + 4}$	per i valerianati     »
$T = 35, 71$	$\sqrt{M + 8}$	per gli essilati     »
$T = 35, 35$	$\sqrt{M + 12}$	per gli eptilati     »
$T = 35, 02$	$\sqrt{M + 16}$	per gli ottilati     »
$T = 36, 47$	$\sqrt{M + 26}$	per gli eteri fenil alchilici
$T = 36, 21$	$\sqrt{M + 24}$	per gli eteri alchil ortoeresolici
$T = 36, 20$	$\sqrt{M + 29}$	per gli eteri alchil metaeresolici
$T = 36, 44$	$\sqrt{M + 26}$	per gli eteri alchil paraeresolici
$T = 37, 32$	$\sqrt{M - 6}$	per gli eteri alchil-etilici
$T = 37, 22$	$\sqrt{M - 6}$	per gli eteri alchil-propilici
$T = 37, 18$	$\sqrt{M - 6}$	per gli eteri alchil-butilici
$T = 36, 17$	$\sqrt{M + 4}$	per gli eteri alchil-eptilici.

Osservando poi che i numeri che compariscono sotto le radici quadrate relative ad una stessa serie omologa formano una

progressione aritmetica, e che qualora si portassero i fattori esterni sotto il segno radicale, i nuovi radicandi  $K^2(M+C)$  formerebbero ancora una progressione aritmetica, si possono riassumere i superiori risultati enunciando la seguente regola generale (che potrà sostituirsi alla legge di Kopp):

*Le temperature assolute di ebollizione dei composti delle serie omologhe della formola  $CH_3-(CH_2)_n-R$  a cominciare da  $n=1$  sono le radici quadrate di numeri che formano delle progressioni aritmetiche.*

Catania, Marzo 1899.

40741







