

DISSERTATIO PHYSICA,
DE
INTERPOLATIONE
PRO DETERMINANDA VITRI
DILATATIONE A CALORICO,



QUAM

CONSENT. AMPL. FAC. PHILOS. REG. ACAD. ABOËNSIS,

PRÆSIDE

MAG. *GUST. GABR. HÅLLSTRÖM*,

PHYSICES PROFESS. REG. ET ORDIN. ATQUE REG. SOCIET.

OECON. FENN. MEMBRO,

PRO GRADU PHILOSOPHICO

P. D.

PETR. CHRIST. SNELLMAN,

OSTROBOTNIENSIS.

IN AUDITORIO MINORI DIE XVI DEC. MDCCCI,

Horis a. m. consuetis.

A B O Æ, TYPIS FRENCKELLIANIS.

13.

VIRO

PLURIMUM REVERENDO ATQUE PRÆCLARISSIMO,

DOMINO

JOHANNI SNELLMAN,

PASTORI ECCLESJARUM, QUÆ DEO IN HYRYNSALMI

COLLIGUNTUR.

In teseram pietatis nunquam intermorituræ

filius obedientissimus

PETR. CHRIST. SNELLMAN.



Physicis ullius instrumenti vix frequentior est usus quam Thermometri, quod itaque quomodo perfectum, quantum fieri posset, conficeretur, plures docuerunt. Et quidem omnes in ea re convenire videntur, quod statuant, illud esse conficiendum e vitro, quod inter plura rigida corpora ab aucto calorico minimum dilatari compertum est, ut omnis fere, quæ in eo observetur pro diversis caloris gradibus variatio, a dilatatione materiæ præcipue fluidæ vitro inclusæ, non autem notabiliter ipsius vitri, pendeat. In plerisque itaque observationibus thermometricis parva adeo assumitur dilatatio vitri, ut quasi evanescens respectu dilatationis fluidi inclusæ consideretur. Non autem omnino esse in hac re negligendam vitri expansionem vel inde patet, quod revera existant phænomena in Thermometro observata, quæ a diversâ vitri et fluidi dilatatione derivantur. Sic v. gr. descensus fluidi thermometrici initialis, quando repente frigescit Thermometrum, ob dilatationem vitri celeriore[m] quam fluidi effici recte contenditur(*).

A

Ob

*) Cfr. GEOFFROY in *Mem. de l'Ac. R. des Sciences de Paris* ann. 1700, p. 153. AMONTONS *ibid.* ann. 1705, p.

Ob neglectam quoque considerationem dilatationis vitri nondum omnem veritatem plurium Physicorum asserzioni: aquam distillatam circa gradum quintum supra punctum congelationis aquæ in Thermometro Celsiusiano maxime esse condensatam, concedunt alii (c) Quando autem hanc rem examinaturi computare voluimus, quanta pars observatarum variationum Thermometri dilatationi vitri et quanta liquidi tribuenda esset, nullibi invenimus observationes in dilatationem vitri pro illis gradibus caloris institutas, de quibus præcipue erat quæstio, cumque nullum nobis fuerit Pyrometrum, quo metiri possemus expansionem vitri, ex quibusdam aliorum observationibus, quas accuratissimas judicavimus, per interpolationem inveniendas esse putavimus dilatationes pro gradibus Thermometri intermediis. Methodum autem, qua usi sumus ad inveniendam formulam interpolationi inservientem, cujus ope dilata-

tio-

100. HOMBERG *ibid* ann. 1710, p. 563. G. B. BULFINGER in *Commentar. Acad. Scient. Imper. Petrop. T. III ad ann. 1728, p. 242. sqq.* J. G. LEUTMAN in *Comment. Petrop. T. IV, ad ann. 1729, p. 216. sqq.* J. C. WILCKE in *Kongl. Vetensk. Acad. nya Handl. T. III. år 1782, p. 83, 84.*

*) Nominatim MONGE, ut videtur in *Neue Architektura: hydraulika von PRONY, aus dem Franz. von K. CHR. LANGSDORF, Frankf. am Main 1794, 1 Tb. 280 S. not.;* & VON ARNIM in *Annalen der Physik, herausgegeben von L. W. GILBERT, Halle 1800, 5 B. 1 St. 64. S.*

tionēs vitri pro caloris gradibus intra puncta congelationis et ebullitionis aquæ computavimus, lectoris æquæ censuræ jam submittimus.

Diversam Physici invenerunt absolutam vitri dilatationem quando augetur hujus calor a temperatura aquæ congelantis ad temperaturam ebullitionis, cujus rei causam esse multiplicem judicamus. Primo machinæ, quibus mensuratæ sunt dilatationes, omnibus æque exactæ certe non fuerunt. Omnis enim inventionis machinarum historia testatur, instrumenta primum inventa in plures induxisse errores, qui usu quotidiano sunt detecti et machinis perficiendis occasionem præbuerunt. Deinde quoque a dilatatione pro parva mutatione temperaturæ, experimento inventa, computarunt dilatationem pro majori differentia caloris, supponentes, gradibus Thermometri proportionalem esse ubique dilatationem vitri, in qua re eos falli patet ex experimentis recentiorum. Uterius non indicarunt, quanta esset tempore observationis pressio aëris atmosphærici, quare, quando in aqua ebulliente est dimensa dilatatio, nisi Thermometro est observatus calor, temperatura aquæ et vitri satis exacte non innotuit. Notum enim est, premente fortius aëre atmosphærico, calorem aquæ ebullientis majorem esse quam in aëre rariore vel minus elastico, etiamsi quidem non magna sit differentia temperaturarum. Has res perpen-

A 2

pendentes recentiores, quibus etiam imprimis contigit exactioribus uti instrumentis, accuratiora certe instituisse credimus experimenta, quare maximam fidem deberi putamus observationibus, quas de hac re instituerunt D:ni SMEATON (*) et VON HERBERT (**). Posita longitudine vitri in aquæ congelantis calore = 1, invenit ille in ebullientis temperatura augmentum longitudinis (***) esse = 0,00083, hic vero = 0,00086. Si horum numerorum medium fumimus arithmeticum, habebimus proxime 0,00084, quam satis exacte determinatam esse putamus dilatationis vitri quantitatem.

Si caloris gradibus, quos ostendit Thermometrum, proportionalis esset expansio vitri, pro quovis supra punctum congelationis gradu e. gr. in Thermometro Celsiano esset dilatatio vitri = 0,0000084, et pro n gradibus = 0,0000084 n . Observavit autem D:nus DE LUC (****), celerius dilatari vitrum, quam secundum indicium Thermometri crescit calor,

(*) Vide: *Philosophical Transactions, Vol. XLVIII, Part. II, for the year 1754. p. 612.*

(**) Cfr. *Diss. de igne, Wienn. 1773. 8.*

(***) Non voluminis, ut habet GREN in *Grundriss der Naturlehre, 4:te ausgabe, Halle 1801, §. 555.*

(****) Vide: *Philos. Transact. Vol. LXXVIII For the year 1778, Part. I. p. 478.*

Ior, ut pro quovis intervallo decem graduum in Thermometro Reaumuriano a $+10^{\circ}$ ad $+70^{\circ}$ dilatationes essent proportionales numeris 19, 22, 24, 26, 29, 31. Immobiliter nimirum machinæ cuidam adfixit extremitatem unam laminæ vitreæ, et Microscopium instructum Micrometro, quod ex filis parallelis constitit, ita prope laminam posuit, ut variationes longitudinis vitri in altera ejus extremitate observare posset. Cochlea Micrometri semel circumacta filum in foco lentis Microscopii percurrere invenit spatium $= \frac{1}{8000}$ pedis Anglici, et quum variationem decimalium hujus rotationis partium animadvertere posset, observare ei licuit variationem longitudinis vitri $= \frac{1}{80000}$ pedis Anglici. Adeo itaque exactas censemus mensuras has D:ni DE LUC, ut omnem illis fidem tribuendam esse judicemus, quare iis in invenienda regula interpolationis uti nos debere putamus.

Apparet, laminam vitream, quæ in temperatura $+10^{\circ}$ Reaumurii 18 pollices Angl. longa erat, aucto calore aquæ, in qua inspiciebatur, ita dilatatam esse, ut in observando facta sit

inter				rotatio Cochleæ micrometricæ	
10°	& 20° Reaum.	—	—	—	$\frac{1}{80} = 0,95$
20	— 30	—	—	—	$\frac{2}{80} = 1,10$
30	— 40	—	—	—	$\frac{3}{80} = 1,20$
A C				40	

40 — 50	—	—	—	$\frac{26}{100} = 1,30$
50 — 60	—	—	—	$\frac{29}{100} = 1,45$
60 — 70	—	—	—	$\frac{31}{100} = 1,55$
unde ductis numeris rotationum in $\frac{1}{8000}$, invenitur				
inter	dilatationis quantitas			
				in ped. Angl.
10° & 20° Reaum.	—	—	—	0,00011875
20 — 30	—	—	—	0,00013750
30 — 40	—	—	—	0,00015000
40 — 50	—	—	—	0,00016250
50 — 60	—	—	—	0,00018125
60 — 70	—	—	—	0,00019375.

Hinc vero, in summam redactis omnibus præcedentibus dilatationis quantitatibus, habetur vitri 18 poll. seu 1,5 ped. Angl. longi ad gradum Therm. Reaum.

				dilatatio
				in ped. Angl.
+10	—	—	—	0,00000000
20	—	—	—	0,00011875
30	—	—	—	0,00025625
40	—	—	—	0,00040625
50	—	—	—	0,00056875
60	—	—	—	0,00075000
70	—	—	—	0,00094375.

Posita vero longitudine vitri = 1 ad $\frac{1}{10}$ Reaum.
erit satis accurate
ad gradum
Thermometri

+	10	—	—	—	dilatatio
	10	—	—	—	0,00000
	20	—	—	—	0,00008 = $\frac{1 \cdot 8 + 1 \cdot 6}{100000}$
	30	—	—	—	0,00017 = $\frac{3 \cdot 8 + 1 \cdot 6}{100000}$
	40	—	—	—	0,00027 = $\frac{4 \cdot 8 + 1 \cdot 6}{100000}$
	50	—	—	—	0,00038 = $\frac{5 \cdot 8 + 1 \cdot 6}{100000}$
	60	—	—	—	0,00050 = $\frac{6 \cdot 8 + 1 \cdot 6}{100000}$
	70	—	—	—	0,00073 = $\frac{7 \cdot 8 + 1 \cdot 6}{100000}$

Jam vero animadvertitur, quantitatis dilatationem exprimentis partem priorem ita a gradu Thermometri, cui respondet, pendere, ut posito hoc gradu = x , dilatationis pars hæc sit = $\frac{8(\frac{1}{10}x - 1)}{100000}$. Nu-

meratores autem fractionum, quæ posteriorem partem dilatationis constituunt, sunt numeri triangulares, qui ita a gradu x Thermometri derivari debere videntur, ut ordinem eorum exprimat quantitas $\frac{1}{10}x - 2$, adeoque magnitudinem quantitas

$\frac{(\frac{1}{10}x - 2)(\frac{1}{10}x - 1)}{2}$ (^o). Habetur itaque gradui caloris

*) Cfr. *Elemens d'Algebre par L. EULER, traduits de l'Allemand, a Lyon 1774, T I. p. 344, § 428.*

$$\text{loris} = x \text{ respondens vitri dilatatio} = \frac{8(\frac{1}{10}x - 1) + \frac{1}{2}(\frac{1}{10}x - 2)(\frac{1}{10}x - 1)}{100000} = \frac{(x - 10)(x + 140)}{2000000}$$

qvæ formula omnibus allatis D:ni DE LUC observationibus satisfacit, et supponit, longitudinem vitri in calore $+ 10^{\circ}$ Reaum. esse $= 1$, adeoque ejus dilatationem tum $= 0$.

Ut autem formulam nostram ita comodiorem constituamus, ut in calore aquæ congelantis sit longitudo vitri $= 1$, adeoque pro $x = 0$ fiat dilatatio $= 0$; observandum est, maxime probabile videri, vitrum a temperatura $+ 10^{\circ}$ ad 0° secundum eandem legem ac a $+ 70^{\circ}$ ad $+ 10^{\circ}$ condensari, ut sine metu erroris assumi queat, usque ad temperaturam aquæ congelantis nostram sese extendere formulam. Pro unitate itaque illa nuperrime dicta sumatur di-

$$\text{latatio} = a + \frac{(x - 10)(x + 140)}{20000000}, \text{ qvæ pro } x = 0 \text{ da-}$$

$$\text{bit dilatationem} = 0 = a - \frac{10 \cdot 140}{20000000}, \text{ et } a = \frac{7}{1000000}.$$

Hac quantitate substituta, atque reducta in aliam simpliciore formulam invenitur, pro observatis caloribus gradibus x in Thermometro Reaumuriano, vitri

$$\text{dilatatio } y, \text{ Est nempe } y = \frac{(130 + x)x}{20000000}.$$

Exprimat in Thermometro CELSII u , in FAHRENHEITII w , et in DE L'ISLEI — x eandem caloris temperaturam, quam x in Reaumuriano indicat, ob $x = \frac{5}{4}u$

$$x = \frac{4(w - 32)}{9}, \text{ et } x = 80 - \frac{8}{15}x, \text{ erit dilatatio vitri}$$

$$y = \frac{(325 + 2u)u}{62500000}, \quad y = \frac{(521 + 2w)(w - 32)}{202500000},$$

$$y = \frac{(1575 - 4x)(150 - x)}{281250000}.$$

Secundum formulas has inventas facile computatur pro quovis inter puncta congelationis et ebullitionis aquæ gradu dilatatio vitri. Facta enim in temperatura aquæ congelantis ejus longitudine = 1, habetur pro gradibus caloris in Thermometro Celliano observatis seqvens tabula:

Gradus Therm.	Longitudo vitri	Gradus Therm.	Longitudo vitri	Gradus Therm.	Longitudo vitri
0	1,000000	5	1,000027	10	1,000055
1	1,000005	6	1,000032	11	1,000061
2	1,000011	7	1,000038	12	1,000067
3	1,000016	8	1,000044	13	1,000073
4	1,000021	9	1,000049	14	1,000079

B

Gra-

<i>Gradius</i> <i>Tberm.</i>	<i>Longitudo</i> <i>vitri</i>	<i>Gradius</i> <i>Tberm.</i>	<i>Longitudo</i> <i>vitri</i>	<i>Gradius</i> <i>Tberm.</i>	<i>Longitudo</i> <i>vitri</i>
15	1,000085	44	1,000291	73	1,000550
16	1,000091	45	1,000299	74	1,000560
17	1,000098	46	1,000307	75	1,000570
18	1,000104	47	1,000315	76	1,000580
19	1,000110	48	1,000323	77	1,000590
20	1,000117	49	1,000332	78	1,000600
21	1,000123	50	1,000340	79	1,000611
22	1,000130	51	1,000348	80	1,000621
23	1,000137	52	1,000357	81	1,000631
24	1,000143	53	1,000365	82	1,000642
25	1,000150	54	1,000374	83	1,000652
26	1,000157	55	1,000383	84	1,000663
27	1,000164	56	1,000392	85	1,000673
28	1,000171	57	1,000400	86	1,000684
29	1,000178	58	1,000409	87	1,000695
30	1,000185	59	1,000418	88	1,000705
31	1,000192	60	1,000427	89	1,000716
32	1,000199	61	1,000436	90	1,000727
33	1,000206	62	1,000445	91	1,000738
34	1,000214	63	1,000455	92	1,000749
35	1,000221	64	1,000464	93	1,000760
36	1,000229	65	1,000473	94	1,000772
37	1,000236	66	1,000483	95	1,000783
38	1,000244	67	1,000492	96	1,000794
39	1,000251	68	1,000502	97	1,000805
40	1,000259	69	1,000511	98	1,000817
41	1,000267	70	1,000521	99	1,000828
42	1,000275	71	1,000531	100	1,000840
43	1,000283	72	1,000540		

Qvam late extra terminos, intra quos conti-
 nentur experimenta D:ni DE LUC, sine notabili er-
 rore extendi queant formulæ nostræ inventæ, defi-
 cientibus ulterioribus experimentis certo determina-
 re non possumus. Id tamen hic observasse juvabit,
 corpora prope illam tantum temperaturam, in qua
 forma eorum aggregationis mutatur, ab ea lege di-
 latationis vel condensationis discedere solere, quam
 alias sequuntur, et quæ pro eadem forma corpo-
 rum immutata esse invenitur. Qvum itaque calori-
 ris gradus omnes, quos Thermometris vulgaribus
 observamus, a temperatura liquescentis vitri mul-
 tum distent, probabile nobis videtur, inventas re-
 gulas interpolationis adhiberi posse in omni tempe-
 ratura, quam indicat Thermometrum mercuriale.
