

Sherlock Holmes és a Coolbody-eset

Besenyei Ádám (badam@cs.elte.hu)

Alkalmazott Analízis és Számításmatematikai Tanszék
Matematikai Intézet, Eötvös Loránd Tudományegyetem, Budapest



KöMaL Ankét
ELTE TTK
2018. 10. 30.




Wigner Jenő
(1902–1995)

„... a matematika roppant hasznos volta a természettudományokban a titokzatossal határos, és kielégítő magyarázatot nem is tudunk rá adni.

*... a »természettörvények« létezése egyáltalán nem természetes, még kevésbé az, hogy az ember képes azokat felfedezni.
... A csoda, a matematika nyelvének alkalmas volta a fizika törvényeinek megfogalmazására, varázslatos adomány, melyet nem értünk és nem érdemlünk meg.”*

(A matematika meghökkentő hatékonysága a természettudományokban, 1959)



Valamikor a viktoriánus kori Londonban...

Egy éjjel a híres színész, Archibald Coolbody feleségét holtan találják otthonában. Mellette a férj, kezében a gyilkos fegyver. A Scotland Yard felügyelője már szinte le is zárná az ügyet, ám hajnali 1 órakor beviharzik Sherlock Holmes, és az alábbi beszélgetés zajlik le közöttük.

Felügyelő: *Mr Holmes, önnek semmi dolga nincs már itt, az ügy teljesen egyértelmű. A férj kezében volt a fegyver, ő az elkövető.*


Holmes: *Csak ne olyan hevesen, felügyelő úr! Megmérte a halottkém a holttest hőmérsékletét?*

Felügyelő: *Természetesen. Pontban éjfélkor a test 33°C-os volt.*

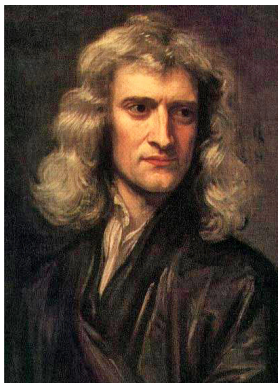
Ekkor Holmes előkapta kabátjából a hőmérőjét, és megvizsgálta a testet.

Holmes: *Hmm. Most 31°C-os; és látja, a szoba hőmérője 20°C-ot mutat. A halál fél 11 körül állt be, márpedig akkor Coolbody még Hamletet játszotta a Queen's Theatre-ben, ahogy minden este. Nem ő az elkövető.*

Hogyan állapította meg Sherlock Holmes, hogy mikor hunyt el az áldozat?



Két évszázaddal korábban...



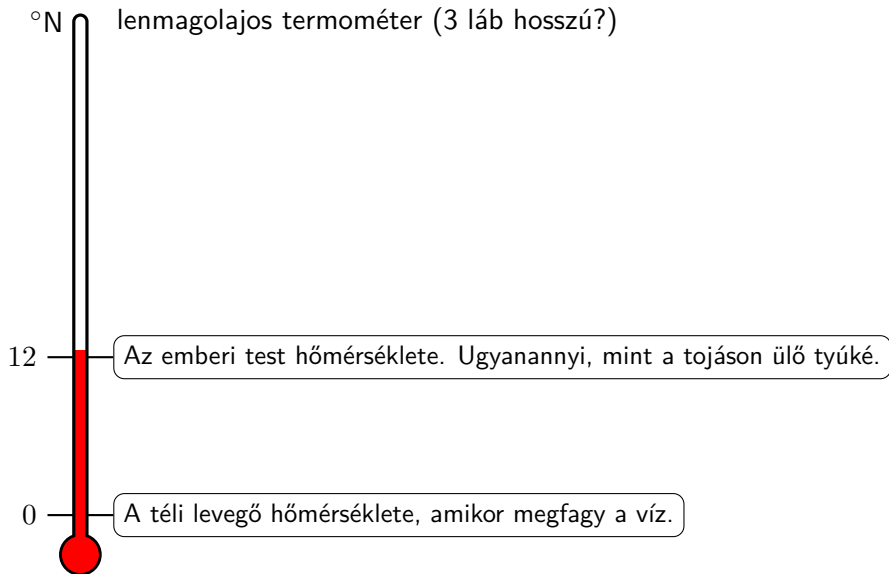
Isaac Newton
(1642/43–1726/27)

VII. *Scala graduum Caloris.*
Calorum Descriptiones & signa.

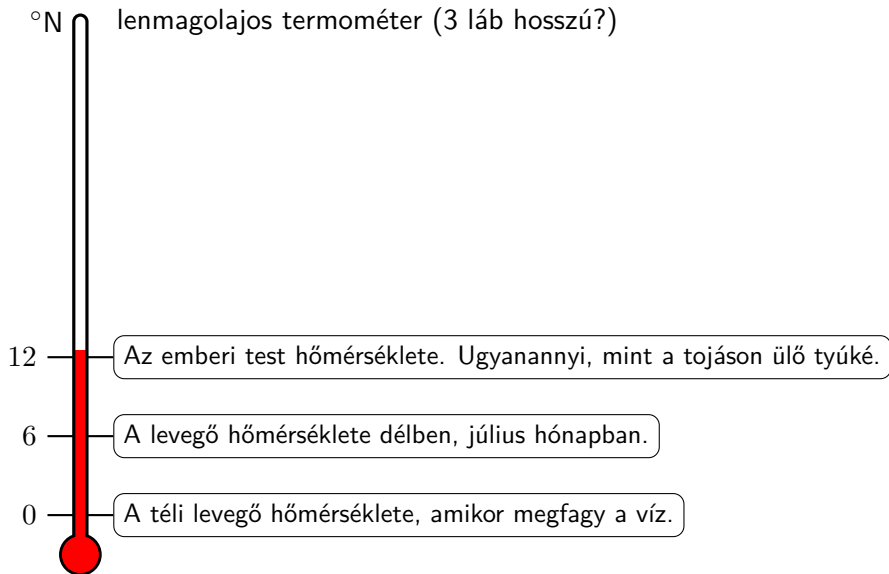
0		C	Alor aeris hyberni ubi aqua incipit gelu rigescere. Innotescit hic calor accurate locando Thermometrum in nive compressa quo tempore gelu solvitur.
0,1,2.			Calores aeris hyberni.
2,3,4.			Calores aeris verni & autumnalis.
4,5,6.			Calores aeris æstivi.
6			Calor aeris meridiani circa mensem Julium.
12		I	Calor maximus quem Thermometer ad contactum corporis humani concipit. Idem circiter est calor avis ova incubantis.

Scala graduum caloris
(Phil. Trans., 1701, anonim)

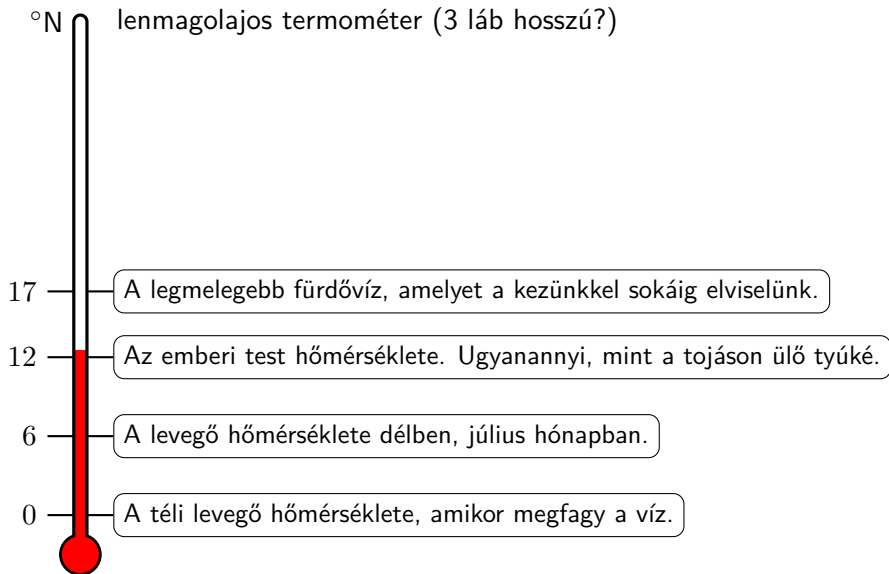
Newton-skála – lenmagolajjal



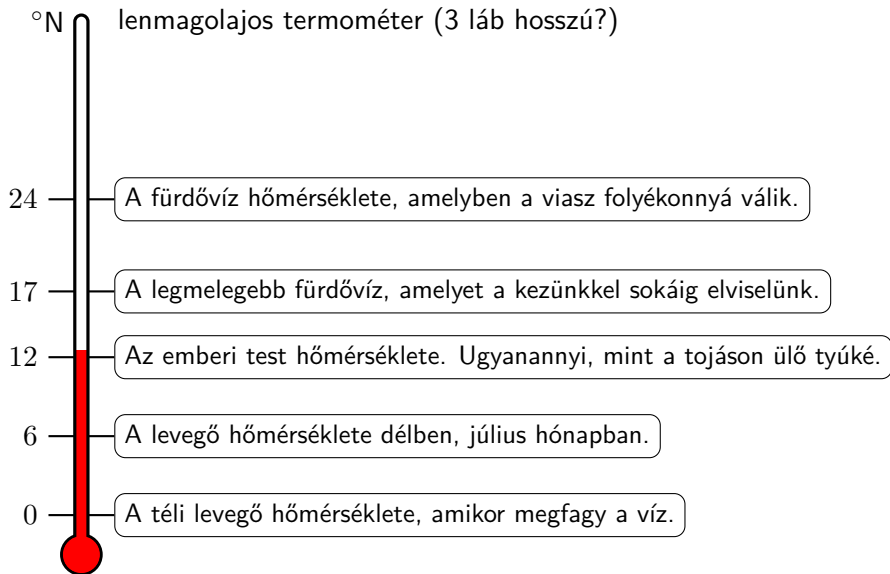
Newton-skála – lenmagolajjal



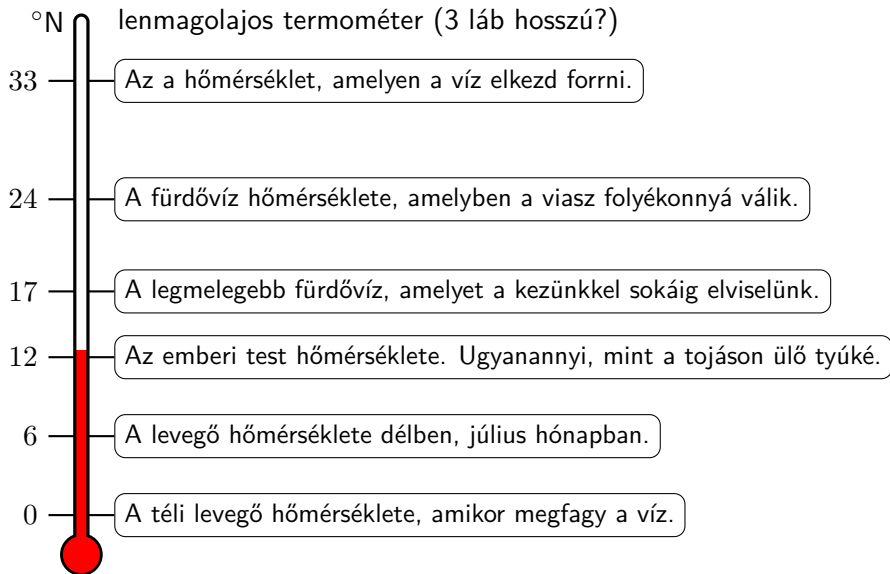
Newton-skála – lenmagolajjal



Newton-skála – lenmagolajjal



Newton-skála – lenmagolajjal



Newton-skála – lenmagolajjal

Milyen elvet használt?

Newton-skála – lenmagolajjal

Milyen elvet használt?

calores olei ipsius rarefactioni proportionales
the Heat of the Oyl proportional to its Rarefaction

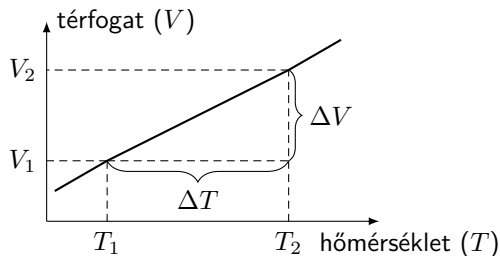
Az olaj hőmérsékletváltozása és térfogatváltozása egymással arányosak.

Newton-skála – lenmagolajjal

Milyen elvet használt?

calores olei ipsius rarefactioni proportionales
the Heat of the Oyl proportional to its Rarefaction

Az olaj hőmérsékletváltozása és térfogatváltozása egymással arányosak.



Lineáris térfogattövedés

$$\frac{\Delta V}{\Delta T} = \frac{V_2 - V_1}{T_2 - T_1} = \text{állandó}$$

Newton-skála – lenmagolajjal

Newton mérési eredményei:

jelenség	térfogat	°N
a víz fagyáspontja	10000	0
az emberi test hőmérséklete	10256	12
a víz elkezd forni	10705	
a víz hevesen forr	10725	
a folyékony ón megszilárdul	11496	
az ón teljesen folyékony	11516	

Newton-skála – lenmagolajjal

Newton mérési eredményei:

jelenség	térfogat	°N
a víz fagyáspontja	10000	0
az emberi test hőmérséklete	10256	12
a víz elkezd forni	10705	33
a víz hevesen forr	10725	34
a folyékony ón megszilárdul	11496	70
az ón teljesen folyékony	11516	72

Newton-skála – lenmagolajjal

Newton mérési eredményei:

jelenség	térfogat	$^{\circ}\text{N}$	$^{\circ}\text{C}$	$^{\circ}\text{C}$
a víz fagyáspontja	10000	0	0	0
az emberi test hőmérséklete	10256	12	37	37
a víz elkezd forni	10705	33	101	100
a víz hevesen forr	10725	34		
a folyékony ón megszilárdul	11496	70	216	232
az ón teljesen folyékony	11516	72	222	

Összevetve a Celsius-skálával: $^{\circ}\text{C}$ a $^{\circ}\text{N}$ -ból átváltott, $^{\circ}\text{C}$ a valódi

Newton-skála – lenmagolajjal

Newton mérési eredményei:

jelenség	térfogat	$^{\circ}\text{N}$	$^{\circ}\text{C}$	$^{\circ}\text{C}$
a víz fagyáspontja	10000	0	0	0
az emberi test hőmérséklete	10256	12	37	37
a víz elkezd forni	10705	33	101	100
a víz hevesen forr	10725	34		
a folyékony ón megszilárdul	11496	70	216	232
az ón teljesen folyékony	11516	72	222	

Összevetve a Celsius-skálával: $^{\circ}\text{C}$ a $^{\circ}\text{N}$ -ból átváltott, $^{\circ}\text{C}$ a valódi

Hogyan tovább?

(A lenmagolaj forráspontja 343°C ...)

Newton-skála – izzó vassal

Newton módszere:

- tűzből kivett vörösén izzó vasra különféle fémeket helyez
- a vasat kiteszi olyan helyre, ahol a szél egyenletesen fúj
- megméri az időt, amíg a vas addig hűl, hogy a fém megszilárdul
- megméri az időt, amíg a vas a levegő állandó hőmérsékletére hűl



Newton-skála – izzó vassal

Newton módszere:

- tűzből kivett vörösén izzó vasra különféle fémeket helyez
- a vasat kiteszi olyan helyre, ahol a szél egyenletesen fúj
- megméri az időt, amíg a vas addig hűl, hogy a fém megszilárdul
- megméri az időt, amíg a vas a levegő állandó hőmérsékletére hűl



De hogyan számított ebből hőmérsékletet?

Newton lehűlési törvénye

Milyen elvet használt?

the Heat which the Iron loses in a given time, is as the whole Heat of the Iron. Therefore if the Times of cooling are taken equal, the Heats will be in a Geometrical Ratio, and therefore are easily found by a Table of Logarithms.

Newton lehűlési törvénye

A test és a közeg hőmérsékletének különbsége egyenlő időközök alatt ugyanannyi részére csökken, vagyis az egyenlő időközökben mért hőmérséklet-különbségek mértani sorozatot alkotnak.

Newton lehűlési törvénye

Milyen elvet használt?

the Heat which the Iron loses in a given time, is as the whole Heat of the Iron. Therefore if the Times of cooling are taken equal, the Heats will be in a Geometrical Ratio, and therefore are easily found by a Table of Logarithms.

Newton lehűlési törvénye

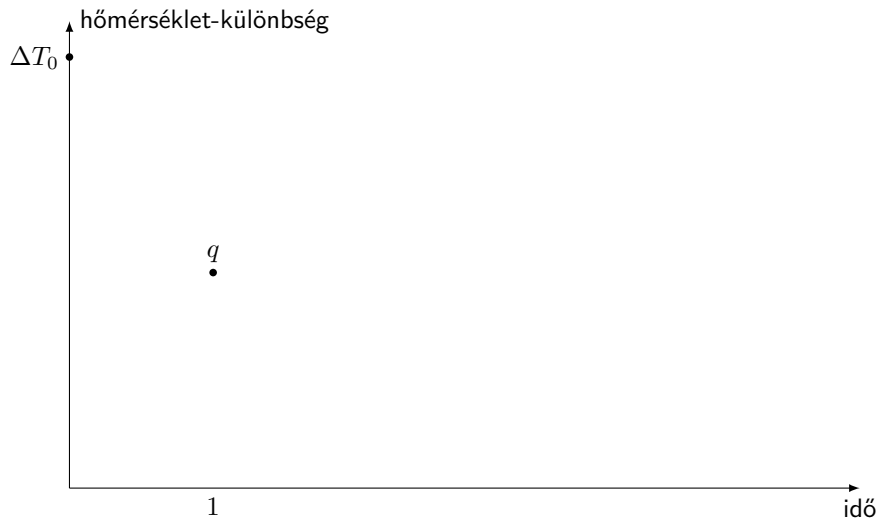
A test és a közeg hőmérsékletének különbsége egyenlő időközök alatt ugyanannyi részére csökken, vagyis az egyenlő időközökben mért hőmérséklet-különbségek **mértani sorozatot** alkotnak.

Képlettel

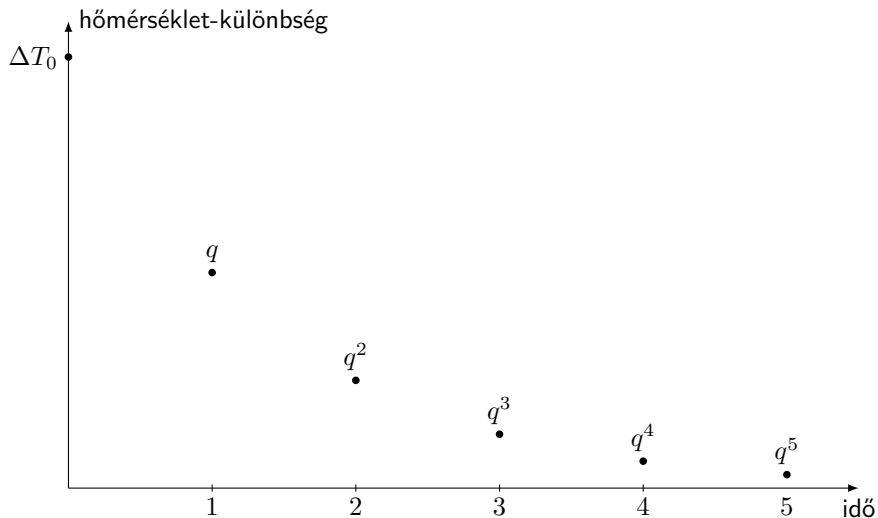
Ha a $\Delta T = T_{\text{test}} - T_{\text{közeg}}$ kezdeti hőmérsékletkülönbség adott időköz alatt q -szorosára csökken, akkor n időköz elteltével q^n -szorosára:

$$\Delta T_n = q^n \Delta T_0.$$

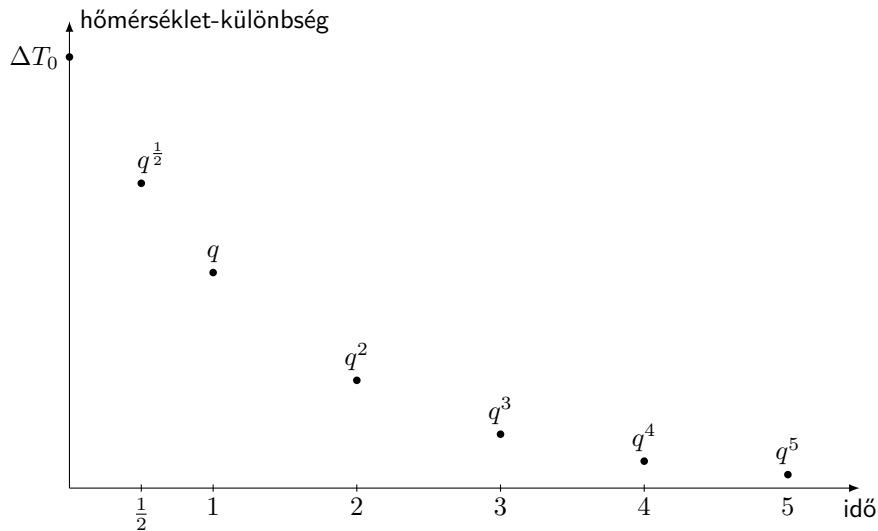
Newton lehülési törvénye



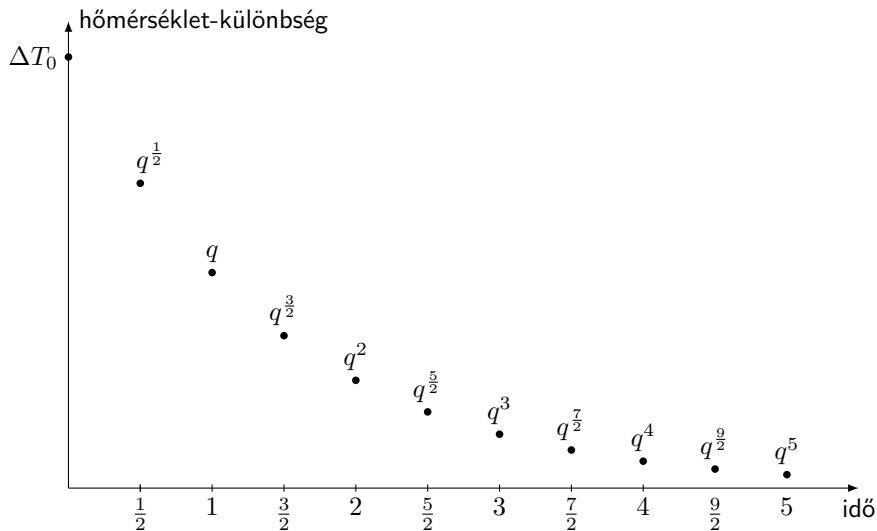
Newton lehűlési törvénye



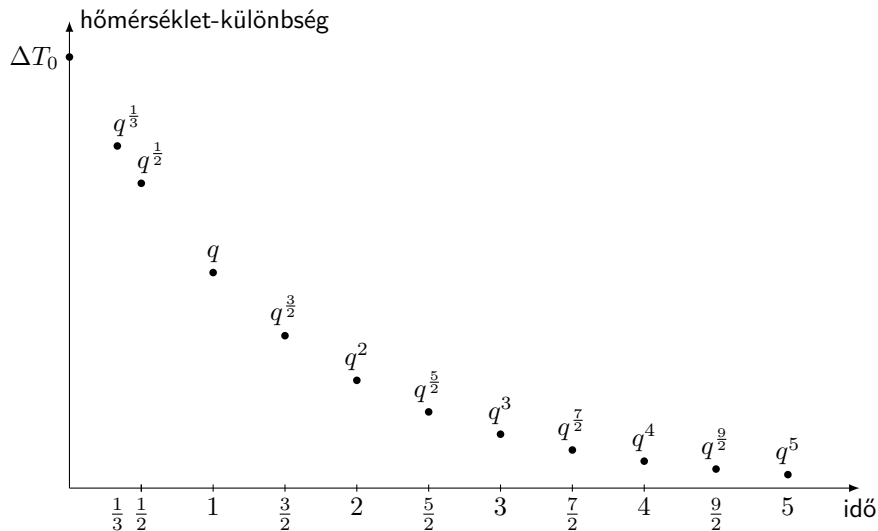
Newton lehűlési törvénye



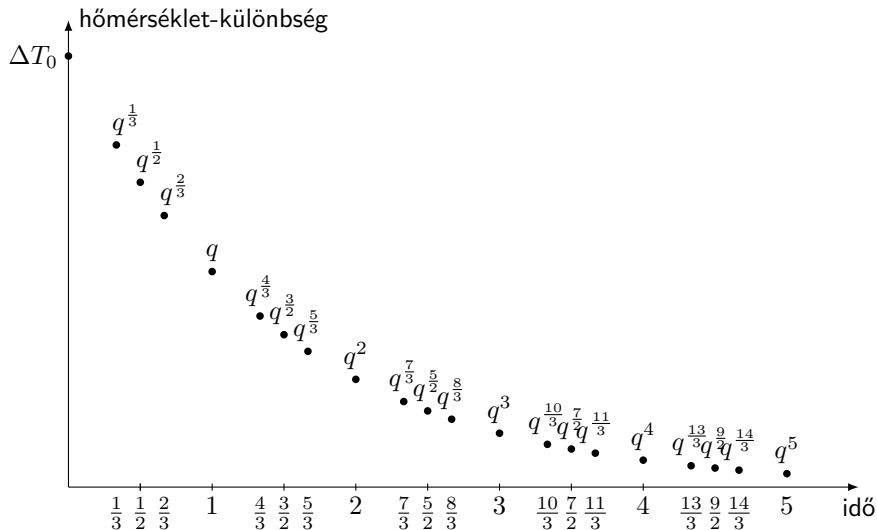
Newton lehülési törvénye



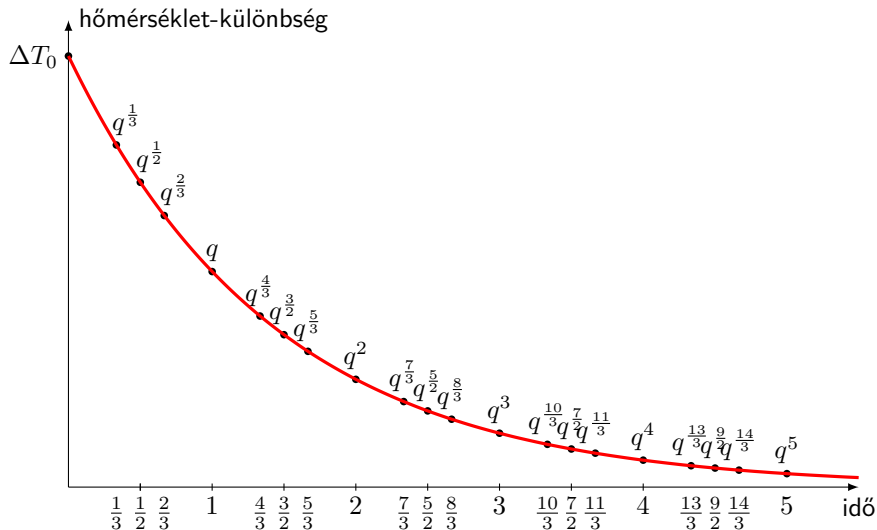
Newton lehülési törvénye



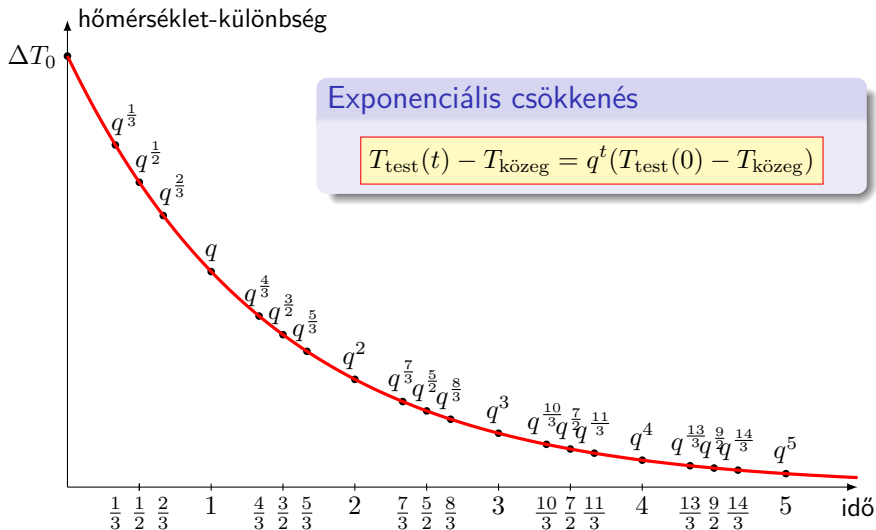
Newton lehűlési törvénye



Newton lehülési törvénye



Newton lehülési törvénye



Newton-skála – izzó vassal

Newton mérési eredményei:

jelenség	°N
a bizmut olvadáspontja	81
az ólom olvadáspontja	96
az ón és antimon keveréke megolvad	114
antimon hűléskor megszilárdul	146
a konyhai tűzben égő szén hőmérséklete	192

Newton-skála – izzó vassal

Newton mérési eredményei:

jelenség	°N	°C	°C
a bizmut olvadáspontja	81	249	271
az ólom olvadáspontja	96	296	327
az ón és antimon keveréke megolvad	114	351	421
antimon hűléskor megszilárdul	146	450	631
a konyhai tűzben égő szén hőmérséklete	192	591	

Összevetve a Celsius-skálával: °C a °N-ból átváltott, °C a valódi

Newton-skála – izzó vassal

Newton mérési eredményei:


jelenség	$^{\circ}\text{N}$	$^{\circ}\text{C}$	$^{\circ}\text{C}$
a bizmut olvadáspontja	81	249	271
az ólom olvadáspontja	96	296	327
az ón és antimon keveréke megolvad	114	351	421
antimon hűléskor megszilárdul	146	450	631
a konyhai tűzben égő szén hőmérséklete	192	591	

Összevetve a Celsius-skálával: $^{\circ}\text{C}$ a $^{\circ}\text{N}$ -ból átváltott, $^{\circ}\text{C}$ a valódi

A skála hibaforrásai:

- a lineáris hőtágulás csak kis hőmérséklet-változások esetén igaz
- hősugárzás figyelmen kívül hagyása

0	I.	T HE Heat of Winter Air, when Water begins to freeze. This Heat is known by rightly placing the Thermometer in Snow pressed together, at what Time it begins to thaw.	68	34	The least Heat by which a Mixture of one Part of Bismuth, and eight Parts of Pewter is melted. Pewter alone is melted with a Heat of 72 Parts, and cools and grows stiff by a Heat of 70 Parts.
0, 1, 2,		The Heat of Winter Air.			
2, 3, 4,		The Heat of the Air in Spring and Autumn.	81	34	The Heat by which Bismuth is melted, as also a Mixture of four Parts of Lead, and one Part of Pewter. But a Mixture of five Parts of Lead, and one Part of Pewter, grows stiff when melted, and cools in this Heat.
4, 5, 6,		The Heat of the Air in Summer.			
6,		The Heat of the Air at Noon, about the Month of July.			
12.	1	The greatest Heat that the Thermometer receives by the Contact of a Human Body. This Heat is much the same as that of a Bird sitting upon her Eggs.	96	4	The least Heat by which Lead is melted. Lead grows hot and melts in a Heat of 96 or 97 Parts, and cools and grows stiff in a Heat of 95 Parts.
14, 15,	1½	The Heat of a Bath, which is almost the greatest that any one can endure long, with his Hand agitated and immerfed in it. The same almost is the Heat of Blood just let out.	114	44	The Heat by which Bodies heated in the Fire by cooling quite leave off to shine in the Darknefs of the Night, and again by growing hot begin to shine in the same Darknefs, but with a very faint Light which can hardly be perceived. In this Heat a Mixture of equal Parts of Pewter and Regulus Martis will melt; but a Mixture of seven Parts of Bismuth, and four Parts of the same Regulus Martis, will cool and grow stiff.
17	1½	The greatest Heat of a Bath that any one can endure long, his Hand being immerfed and at rest in it.			
20, 21,	1½	The Heat of a Bath in which Wax swimming and melting, by moving about grows hard and loses its Transparency.	136	44	The Heat by which Bodies heated in the Fire grow red hot, but not so in the Twilight. By this Heat a Mixture of two Parts of Regulus Martis, and of one Part of Bismuth, as also a Mixture of five Parts of Regulus Martis, and one Part of Pewter, by cooling grows stiff. The Regulus by itself grows stiff with a Heat of 146 Degrees.
24	2	The Heat of a Bath in which Wax swimming grows liquid by the Heat, and is preserved in continual Flux without Ebbullition.			
28, 29,	2½	The intermediate Heat between the Degrees in which the Wax melts and the Water boils.	161	41	The Heat by which Bodies heated in the Fire plainly grow red hot in the Twilight, just before the Rising or Setting of the Sun, but not so in open Day-light, or but very obscurely.
34	2½	The Heat by which Water boils violently, and a Mixture of two Parts of Lead, of three Parts of Pewter, and of five Parts of Bismuth grows stiff in cooling. Water begins to boil by a Heat of 33 Parts, and in boiling conceives a Heat of more than 34½ Parts. But Iron with a Heat of 35 or 36 Parts ceases to excite an Ebbullition, when hot Water is dropt upon it; and of 37 Parts, when cold Water does the same.	192	5	The Heat of burning Coals in a small Kitchen Fire, made of bituminous fossile Coals, and without blowing with Bellows. The same is the Heat of Iron in such a Fire, that grows red hot as much as it can. The Heat of a small Culinary Fire made of Wood is something greater, perhaps of 200 or 210 Degrees. But the Heat of a large Fire is something greater still, especially if provoked by the Use of Bellows.
40, 41,	2½	The least Heat by which a Mixture of one Part Lead, of four Parts Pewter, and of five Parts Bismuth, grows hot and melts, and is preserved in a continual Flux.			
48	3	The least Heat by which a Mixture of equal Parts of Pewter and Bismuth melts. This Mixture cools and coagulates by a Heat of 47 Degrees.			
57	3½	A Heat by which a Mixture of two Parts of Pewter, and one Part of Bismuth is melted, as also a Mixture of three Parts of Pewter, and two Parts of Lead. But a Mixture of five Parts of Pewter, and of two Parts of Bismuth, cools and grows stiff with this Heat. And a Mixture of equal Parts of Lead and Bismuth does the same.			



Vissza a viktoriánus kori Londonba...

Egy éjjel a híres színész, Archibald Coolbody feleségét holtan találják otthonában. Mellette a férj, kezében a gyilkos fegyver. A Scotland Yard felügyelője már szinte le is zárná az ügyet, ám hajnali 1 órakor beviharzik Sherlock Holmes, és az alábbi beszélgetés zajlik le közöttük.

Felügyelő: *Mr Holmes, önnek semmi dolga nincs már itt, az ügy teljesen egyértelmű. A férj kezében volt a fegyver, ő az elkövető.*

Holmes: *Csak ne olyan hevesen, felügyelő úr! Megmérte a halottkém a holttest hőmérsékletét?*

Felügyelő: *Természetesen. Pontban éjfélkor a test 33°C-os volt.*

Ekkor Holmes előkapta kabátjából a hőmérőjét, és megvizsgálta a testet.

Holmes: *Hmm. Most 31°C-os; és látja, a szoba hőmérője 20°C-ot mutat. A halál fél 11 körül állt be, márpedig akkor Coolbody még Hamletet játszotta a Queen's Theatre-ben, ahogy minden este. Nem ő az elkövető.*

Egy éjjel a híres színész, Archibald Coolbody feleségét holtan találják otthonában. Mellette a férj, kezében a gyilkos fegyver. A Scotland Yard felügyelője már szinte le is zárná az ügyet, ám **hajnali 1 órakor** beviharzik Sherlock Holmes, és az alábbi beszélgetés zajlik le közöttük.

Felügyelő: *Mr Holmes, önnek semmi dolga nincs már itt, az ügy teljesen egyértelmű. A férj kezében volt a fegyver, ő az elkövető.*

Holmes: *Csak ne olyan hevesen, felügyelő úr! Megmérte a halottkém a holttest hőmérsékletét?*

Felügyelő: *Természetesen. Pontban **éjfélkor a test 33°C-os volt.***

Ekkor Holmes előkapta kabátjából a hőmérőjét, és megvizsgálta a testet.

Holmes: *Hmm. **Most 31°C-os;** és látja, **a szoba hőmérője 20°C-ot mutat.** A halál fél 11 körül állt be, márpedig akkor Coolbody még Hamletet játszotta a Queen's Theatre-ben, ahogy minden este. Nem ő az elkövető.*

Egy éjjel a híres színész, Archibald Coolbody feleségét holtan találják otthonában. Mellette a férj, kezében a gyilkos fegyver. A Scotland Yard felügyelője már szinte le is zárná az ügyet, ám **hajnali 1 órakor** beviharzik Sherlock Holmes, és az alábbi beszélgetés zajlik le közöttük.

Felügyelő: *Mr Holmes, önnek semmi dolga nincs már itt, az ügy teljesen egyértelmű. A férj kezében volt a fegyver, ő az elkövető.*


Holmes: *Csak ne olyan hevesen, felügyelő úr! Megmérte a halottkém a holttest hőmérsékletét?*

Felügyelő: *Természetesen. Pontban **éjfélkor a test 33°C-os volt.***

Ekkor Holmes előkapta kabátjából a hőmérőjét, és megvizsgálta a testet.

Holmes: *Hmm. **Most 31°C-os;** és látja, **a szoba hőmérője 20°C-ot mutat.** A halál fél 11 körül állt be, márpedig akkor Coolbody még Hamletet játszotta a Queen's Theatre-ben, ahogy minden este. Nem ő az elkövető.*

$T_{\text{test}} - T_{\text{közeg}}$ óránként $\frac{11}{13}$ -ára csökken, így 22:30 körül volt 36,5°C-os a test.



100 évvel később Münchenben. . .

Exponenciális csökkenés a sörhabban



Arnd Leike
(1960–)
(IgNobel-díj, 2002 😊)

Demonstration of the exponential decay law using beer froth

A Leike

Leibniz-Maximilians-Universität, Section Physik, Thomsonstr. 37, D-80333 München, Germany

E-mail: leike@theorie.physik.uni-muenchen.de

Received 22 June 2001, in final form 8 October 2001

Published 17 December 2001

Online at stacks.iop.org/EJP/23/21

Abstract

The volume of beer froth decays exponentially with time. This property is used to demonstrate the exponential decay law in the classroom. The decay constant depends on the type of beer and can be used to differentiate between different beers. The analysis shows in a transparent way the techniques of data analysis commonly used in science—consistency checks of theoretical models with the data, parameter estimation and determination of confidence intervals.

Exponential laws are common to many physical phenomena. Examples are the amplitude of an oscillator subject to linear friction, the discharge of a capacitor, cooling processes or radioactive decays. The demonstration described here has the advantages that it is cheap, clear and motivating because it investigates an everyday phenomenon. It can easily be repeated by the students elsewhere.

The decay of beer froth is mentioned as a very short notice in [1]. It is described in several German textbooks of mathematics. Recently, it also attracted the attention of Bavarian pupils [2].

The data analysis proposed in this paper has much in common with real science—see, for example, the determination of the Higgs mass by the LEP collaborations [3]. The techniques involved are of great practical importance but are often poorly understood by students [4].

Exponential decay can be demonstrated using beer froth, the volume of which reduces exponentially with time [1]. The exponential law can easily be derived from the assumption that the volume of froth dV disappearing in the time between t and $t + dt$ is proportional to the volume V present at the time t , $dV = -(V/\tau) dt$. In a cylindrical beer mug with an area A , the volume is proportional to the height, $dV = A dh$. The phenomenological theory of exponential decay predicts the height as a function of time

$$h^B(t) = h(0) \exp\left(-\frac{t}{\tau}\right). \quad (1)$$

The constant τ is a free parameter of the theory. It defines how fast the froth decays; during the time τ the amount $1 - 1/e \approx 63\%$ of the froth disappears. Different kinds of beer have, in general, different parameters τ .

Demonstration of the exponential decay law using beer froth
(Eur. J. Phys., 2002)

A sörhab fizikája

Leike kísérlete:

- 7,2 cm átmérőjű henger alakú sörös korsóba tölti a 19°C-os sört
- 15 másodpercenként megméri a hab magasságát
- 3 féle sört vizsgál:
 - Erdinger Weissbier
 - Augustinerbräu München
 - Budweiser Budvar

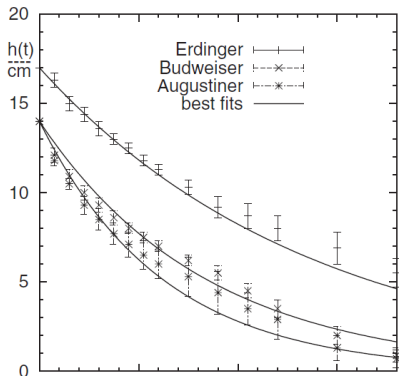


A sörhab-skála

t (s)	Erdinger Weissbier		Augustinerbräu München		Budweiser Budvar	
	h^{exp} cm $^{-1}$	Δh^{exp} cm $^{-1}$	h^{exp} cm $^{-1}$	Δh^{exp} cm $^{-1}$	h^{exp} cm $^{-1}$	Δh^{exp} cm $^{-1}$
0	17.0	0.0	14.0	0.0	14.0	0.0
15	16.1	0.3	11.8	0.3	12.1	0.4
30	14.9	0.4	10.5	0.3	10.9	0.4
45	14.0	0.4	9.3	0.5	10.0	0.4
60	13.2	0.4	8.5	0.6	9.3	0.4
75	12.5	0.6	7.7	0.6	8.6	0.4
90	11.9	0.4	7.1	0.7	8.0	0.3
105	11.2	0.4	6.5	0.8	7.5	0.3
120	10.7	0.4	6.0	0.8	7.0	0.3
150	9.7	0.4	5.3	1.1	6.2	0.3
180	8.9	0.3	4.4	1.2	5.5	0.4
210	8.3	0.4	3.5	0.9	4.5	0.4
240	7.5	0.4	2.9	1.1	3.5	0.5
300	6.3	0.5	1.3	0.7	2.0	0.5
360	5.2	0.5	0.7	0.5	0.9	0.4
χ_{min}^2	11.1		12.5		24.4	
$\tau_{\text{best}} \pm \Delta\tau$ s $^{-1}$	276 \pm 7 (\pm 14)		124 \pm 6 (\pm 12)		168 \pm 4 (\pm 8)	

$$h(t) = h(0)e^{-t/\tau} \quad (e \approx 2,7182)$$

Exponenciális sörhabcsökkenés

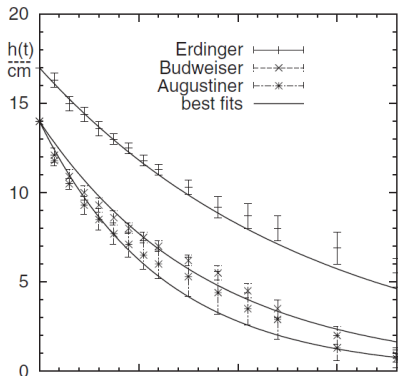


$$h(t) = h(0)e^{-t/\tau}$$

Márka	τ
Erdinger Weissbier	276
Augustinerbräu München	124
Budweiser Budvar	168

τ időközönként 36%-ára csökken a hab magassága

Exponenciális sörhabsökkenés



$$h(t) = h(0)e^{-t/\tau}$$

Márka	τ
Erdinger Weissbier	276
Augustinerbräu München	124
Budweiser Budvar	168

τ időközönként 36%-ára csökken a hab magassága

Tanulság: a söröket a habjaik fogyása alapján meg lehet különböztetni

Kitekintés



Exponenciális csökkenés itt-ott

Fontos alkalmazás:

- Hogyan állapíthatjuk meg egy régészeti lelet életkorát?
 - szénizotópos kormeghatározás (múmiák)
 - ^{14}C felezési ideje 5730 év
 - Willard Libby (1908–1980), 1949, Nobel-díj, 1960



Exponenciális csökkenés itt-ott

Fontos alkalmazás:

- Hogyan állapíthatjuk meg egy régészeti lelet életkorát?
 - szénizotópos kormeghatározás (múmiák)
 - ^{14}C felezési ideje 5730 év
 - Willard Libby (1908–1980), 1949, Nobel-díj, 1960



Tréfás alkalmazások:

- Mikor vegyük ki a hűtőből a bambit, ha adott hőfokon szeretnénk elfogyasztani?
- Mikor tegyük a tejet a kávéba, ha adott idő múlva a lehető legmelegebben szeretnénk meginni?





Besenyei Ádám – Bodó Ágnes: Hálózatok, járványok és a változás egyenletei, Természet Világa, 148. évfolyam, 9. szám, 2017. szeptember, 395–399.
<http://www.termeszettvilaga.hu/szamok/tv2017/tv1709/besenyei.html>



Besenyei Ádám – Csomós Petra: A gyorsajtástól az időjárásig – kalandok az alkalmazott matematikában, Természet Világa, 148. évfolyam, 8. szám, 2017. augusztus, 346–351.
<http://www.termeszettvilaga.hu/szamok/tv2017/tv1708/besenyei.html>



Besenyei Ádám – Csomós Petra: Pillangók, százszorszépek és szerelem – avagy egy alkalmazott matematikus mindennapjai, Kutatók Éjszakája, 2016. szeptember 30.
<http://abesenyei.web.elte.hu/publications/pillangok.pdf>



Besenyei Ádám – Csomós Petra: Tavirózsák, cápák és gyerekek – avagy népségnövekedés matematikus szemmel, Kutatók Éjszakája, 2017. szeptember 29.
<http://abesenyei.web.elte.hu/publications/tavirozsak.pdf>
<https://www.youtube.com/watch?v=WZLIy20SJZw>



Képek forrása: <http://wikipedia.org>

Jó-e matematikával foglalkozni?

Siméon Denis Poisson (1781–1840):

„Az élet csak két dologra jó: matematikát kutatni és matematikát tanítani.”

Dirk Jan Struik (1894–2000) (106 évesen halt meg!)

„A matematikusok sokáig élnek; a matematika egy egészséges hivatás. Azért élünk sokáig, mert kellemes gondolataink vannak. Matematikával és fizikával foglalkozni nagyon kellemes dolog.”

Jó-e matematikával foglalkozni?

Siméon Denis Poisson (1781–1840):

„Az élet csak két dologra jó: matematikát kutatni és matematikát tanítani.”

Dirk Jan Struik (1894–2000) (106 évesen halt meg!)

„A matematikusok sokáig élnek; a matematika egy egészséges hivatás. Azért élünk sokáig, mert kellemes gondolataink vannak. Matematikával és fizikával foglalkozni nagyon kellemes dolog.”

De vigyázat!

John Edensor Littlewood (1885–1977)

„A matematikus hivatás veszélyes: egy jelentős részünk megőrül.”

Köszönöm a φ gyelmet!

