

Demonologia?

INDEKS

STUDENCI, PRACOWNICY

JEDNOSTKI
ORGANIZACYJNE

PRZEDMIOTY
▶ **Demonologia**

STUDIA

AKADEMIKI

POMOC

Demonologia

Drukuj sylabus

Informacje ogólne

Kod przedmiotu:	WT-DTE-DEM	Kod Erasmus / ISCED:	08.2 / (0221) Religia
Nazwa przedmiotu:	Demonologia		
Jednostka:	Instytut Teologii Ogólnej		
Grupy:			
Punkty ECTS i inne:	(brak) → zobacz reguły punktacji		
Język prowadzenia:	polski		
Poziom przedmiotu:	zaawansowany		
Symbol/Symbole efektów kształcenia:	Kp_W01, K_K05, Kp_W05 Kp_U01, Kp_U07 K_K02, K_K04 Kp_U02, KP_U03, KP_U04, KP_U05, KP_U06		

Demonologia stosowana!

INDEKS

STUDENCI, PRACOWNICY

JEDNOSTKI
ORGANIZACYJNE

PRZEDMIOTY
▶ **Termodynamika i
fizyka statystyczna R**

STUDIA

AKADEMIKI

POMOC

Termodynamika i fizyka statystyczna R

→ Edytuj ten przedmiot



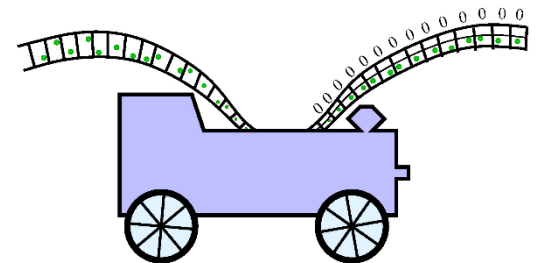
Drukuj sylabus

Informacje ogólne

Kod przedmiotu:	1100-2Ind18	Kod Erasmus / ISCED:	(brak danych) / (brak danych)
Nazwa przedmiotu:	Termodynamika i fizyka statystyczna R Demonologia stosowana		
Jednostka:	Wydział Fizyki		
Grupy:	Fizyka, I st. studia indywidualne; przedmioty na II roku		
Punkty ECTS i inne:	9.00		
Język prowadzenia:	polski		
Pełny opis:	<ol style="list-style-type: none">1. Wstęp: Jak sobie radzić z układami wielu cząstek? Krótkie kompendium z rachunku prawdopodobieństwa.2. Symetrie i ich znaczenie w fizyce3. Demon Laplace'a. Opis świata w skali mikro i w skali makro. Pojęcie nieodwracalności. Procesy dochodzenia do stanu równowagi4. Zliczanie mikrostanów. Entropia.5. Rozkład mikrokanoniczny.6. Równowaga mechaniczna, termiczna i chemiczna. Pojęcie temperatury, ciśnienia i potencjału chemicznego.7. Rozkład kanoniczny, suma statystyczna, energia swobodna, fluktuacje.8. Termodynamika. Pojęcie pracy i ciepła. Pierwsza zasada termodynamiki.9. Druga zasada termodynamiki. Klasyfikacja procesów Plancka, wewnętrzna produkcja entropii. Silniki, lodówki, pompy ciepłe etc.10. Wyrażenie na entropię w rozkładzie kanonicznym. Interpretacja pracy i ciepła w języku stanów energetycznych.11. Silnik Szilarda, demon Maxwella i zasada Landauera - czy płacimy entropią za zapomnienie?12. Wielki rozkład kanoniczny. Wielki potencjał termodynamiczny.		

Demonologia stosowana

czyli o zaprzężaniu demonów do pracy (i o ich płacy)

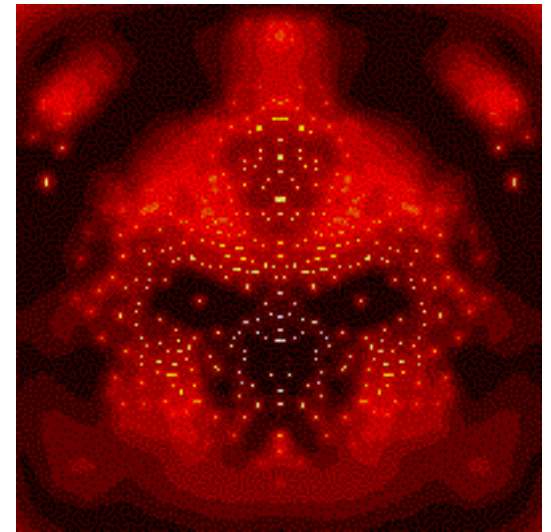


Stary znajomy: Demon Laplace'a

„Intelekt, który w danym momencie znałby wszystkie siły działające w przyrodzie i wzajemne położenia składających się na nią bytów i który byłby wystarczająco potężny, by poddać te dane analizie, mógłby streścić w jednym równaniu ruch największych ciał wszechświata oraz najdrobniejszych atomów; dla takiego umysłu nic nie byłoby niepewne, a przyszłość, podobnie jak przeszłość, miałby przed oczami”.

Pierre-Simon, Marquis de Laplace
Essai philosophique sur les probabilités

demon miły, acz cokolwiek pasywny....



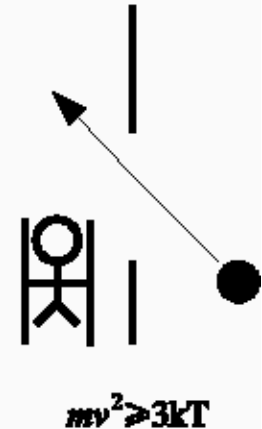
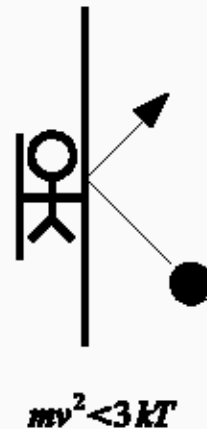
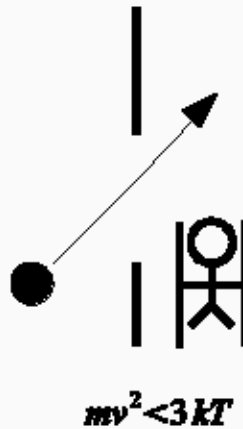
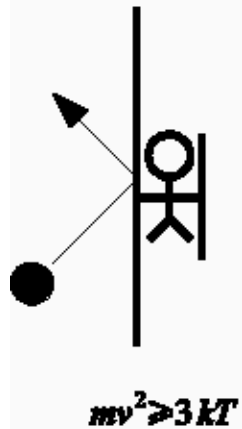
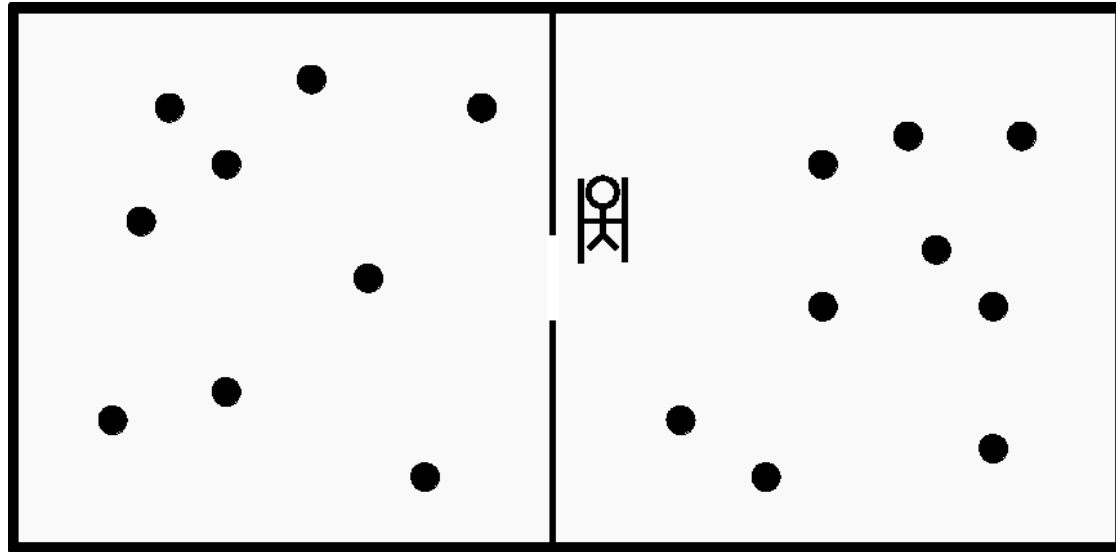
Aktywniejszy: Demon Maxwella

"... jeśli wyobrazimy sobie istotę potrafiącą podążać za każdą molekułą z osobna to taka istota, mimo iż posiadałaby takie same atrybuty istnienia jak my, byłaby zdolna do czynów, które są dla nas niewykonalne. Wyobraźmy sobie, że naczynie to jest podzielone na dwie części A i B przegrodą w której znajduje się mały otwór i naszą istotę zdolną widzieć pojedyncze cząsteczki, która otwiera i zamyka ten otwór, tak aby przepuszczać tylko szybsze cząsteczki z A do B i tylko wolniejsze z B do A. Będzie ona zatem, bez wydatkowania pracy zwiększała temperaturę B i zmniejszała A, w sprzeczności z drugim prawem termodynamiki."

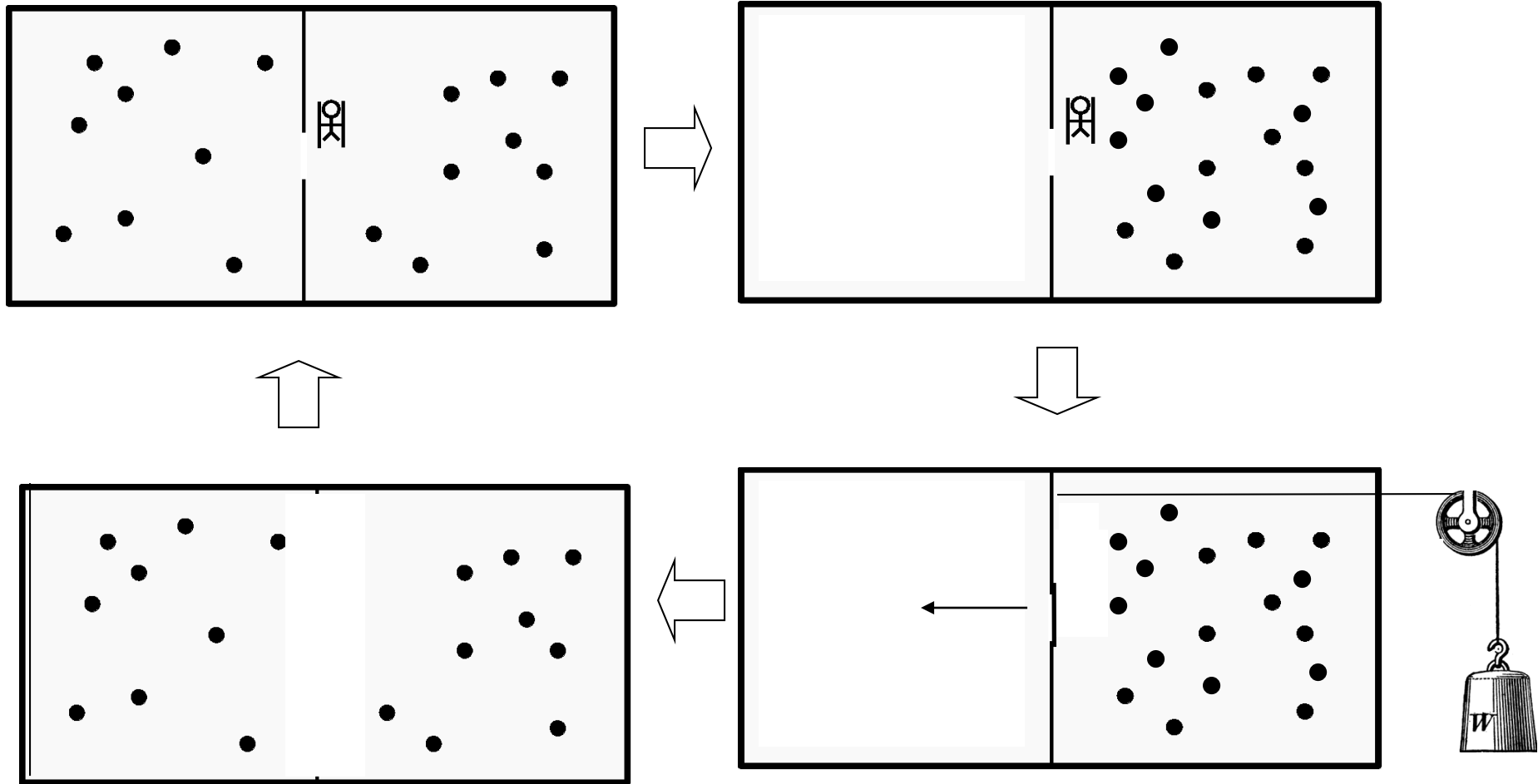


J.C. Maxwell, Theory of Heat, 1871

Zasada działania demona

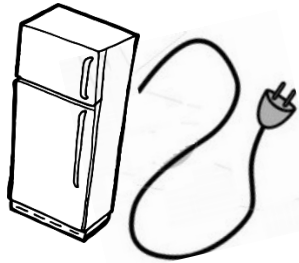


Demon ciśnieniowy



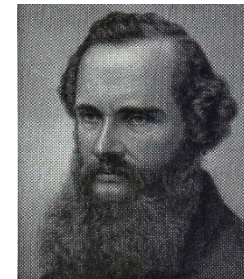
Obchodzi drugą zasadę...

nie można spowodować przepływu ciepła z ciała o niższej temperaturze do ciała o temperaturze wyższej bez zmian w otoczeniu

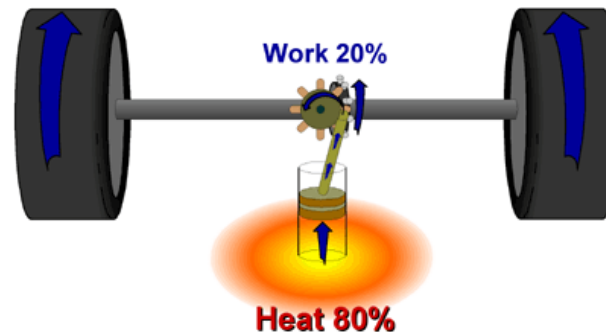
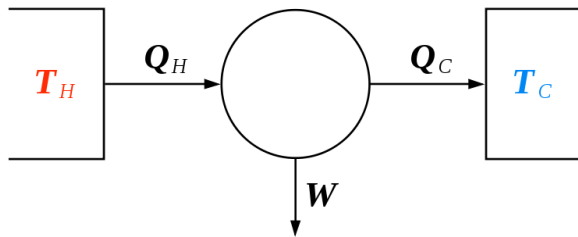


Rudolf
Clausius
1822-1888

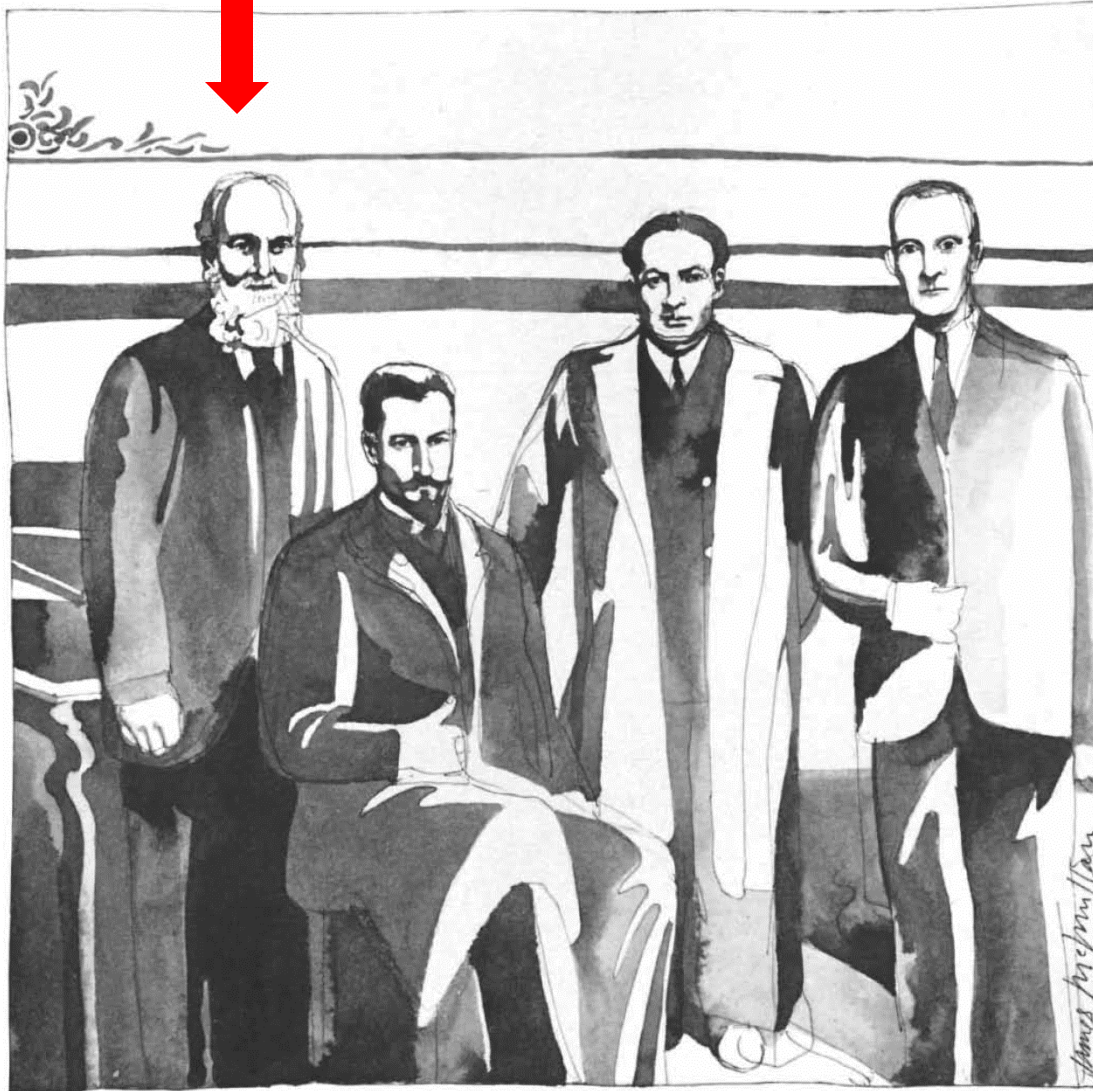
niemożliwa jest całkowita zamiana ciepła na pracę bez dokonywania innych zmian w otoczeniu



Lord Kelvin
1824-1907

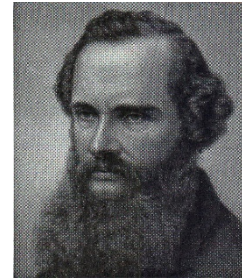


Kelvin



Cechy demona wg. Kelvina

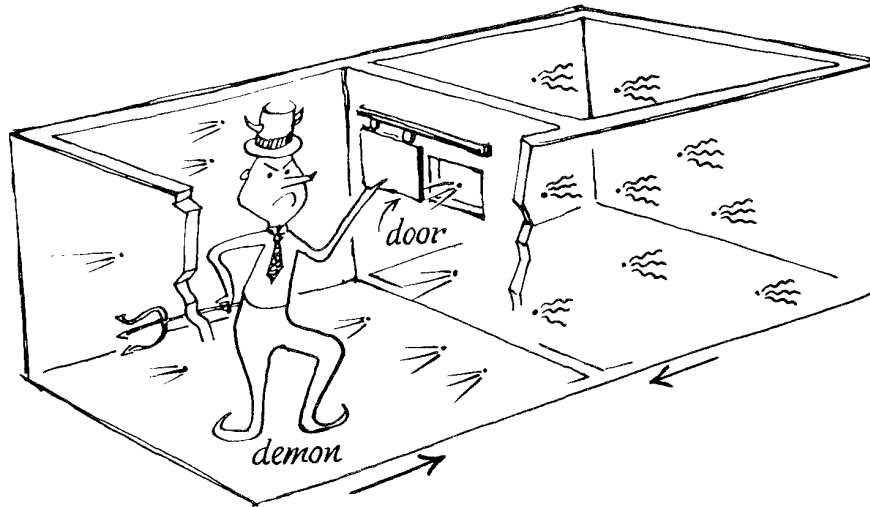
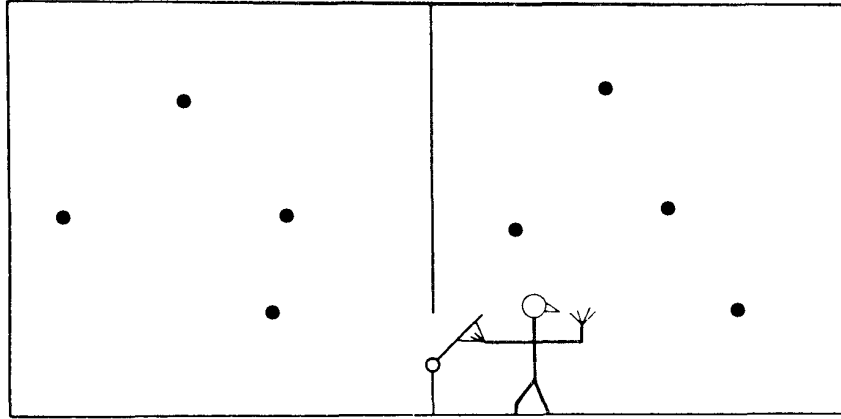
"The definition of a demon, according to the use of this word by Maxwell, is an **intelligent being** endowed with **free-will** and fine enough tactile and perceptive organization to give him the facility of observing and influencing individual molecules of matter. ... A Clerk Maxwell's demon differs from real living animals only in the **extreme smallness** and agility - he cannot create or annul energy-he can store up limited quantities and reproduce them at will. . "



Lord Kelvin
1824-1907

- rozmiary atomowe
- inteligencja
- wolna wola

Demony Maxwella w różnych wersjach



Demony Maxwellia (2)

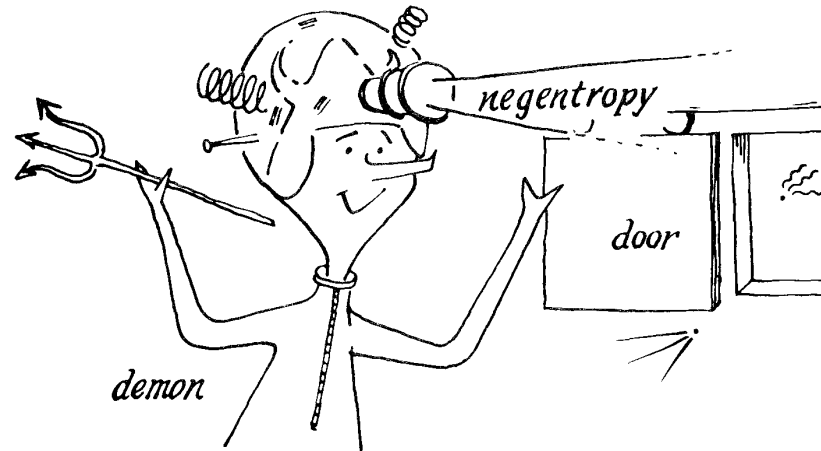
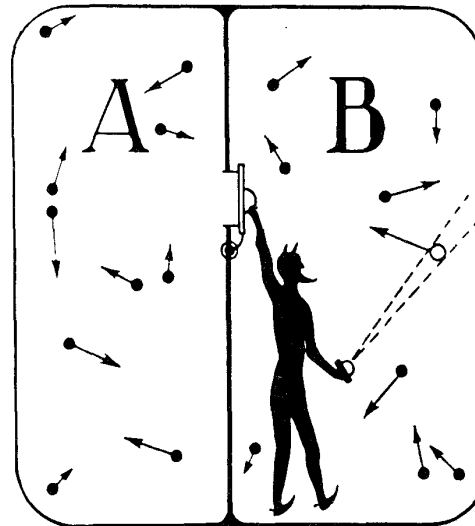
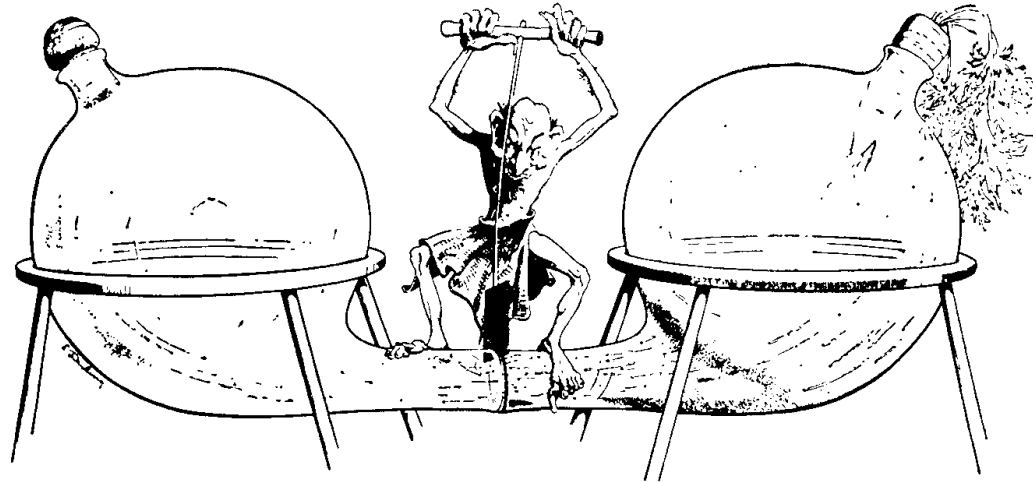


Figure 4.

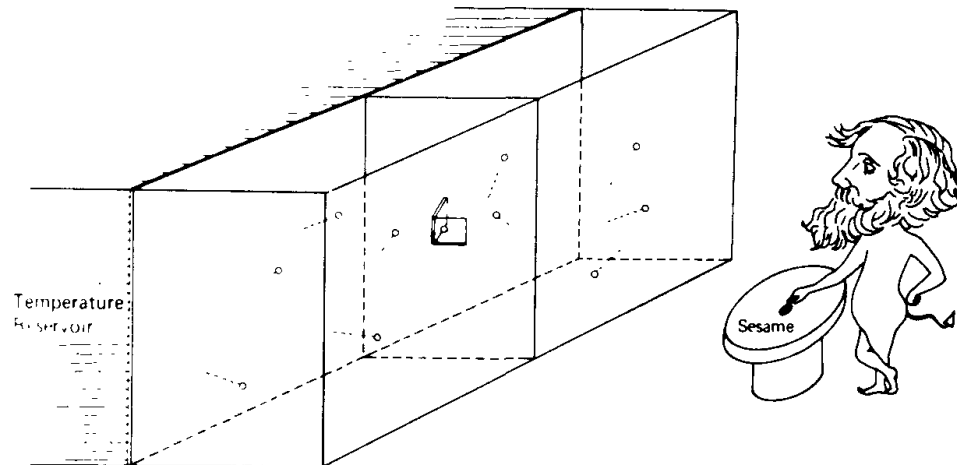


Demony Maxwellia (3)

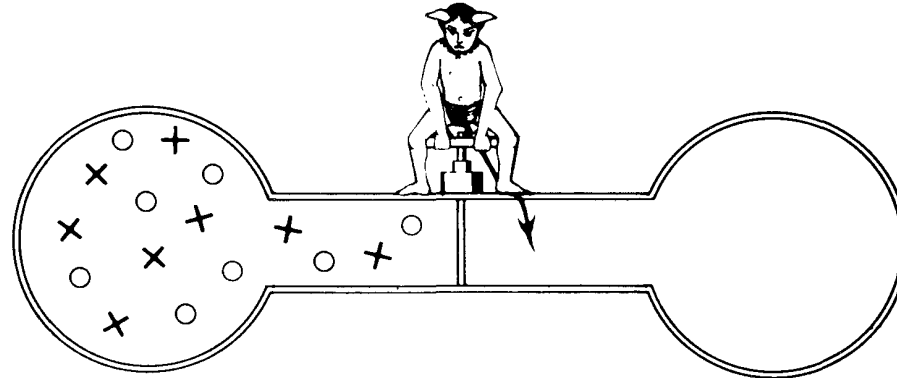


Maxwell's demon at work

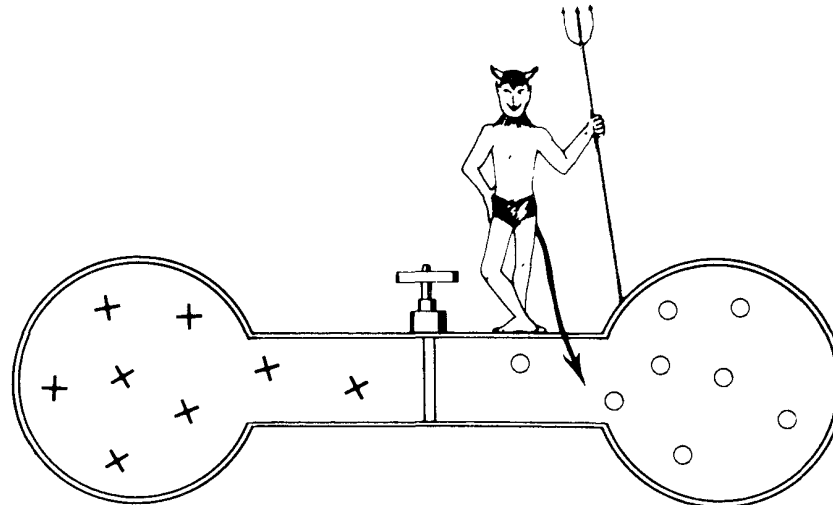
Figure 6.



Demony Maxwellia (4)

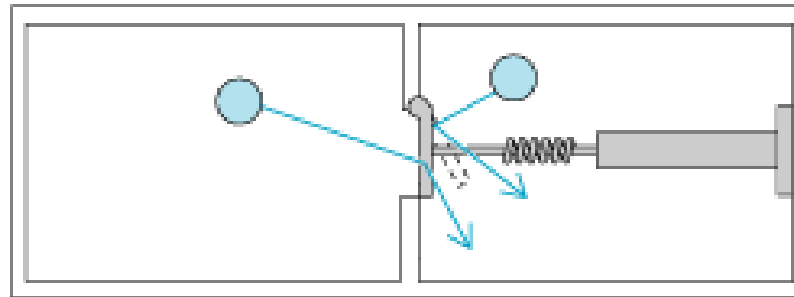
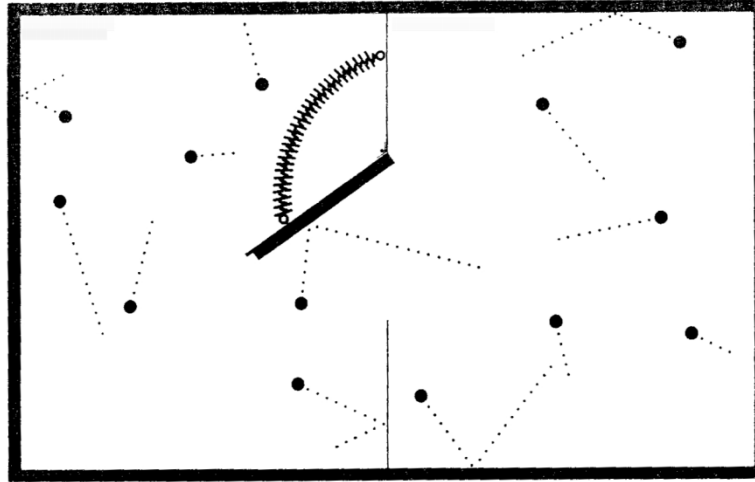


Maxwell's Demon

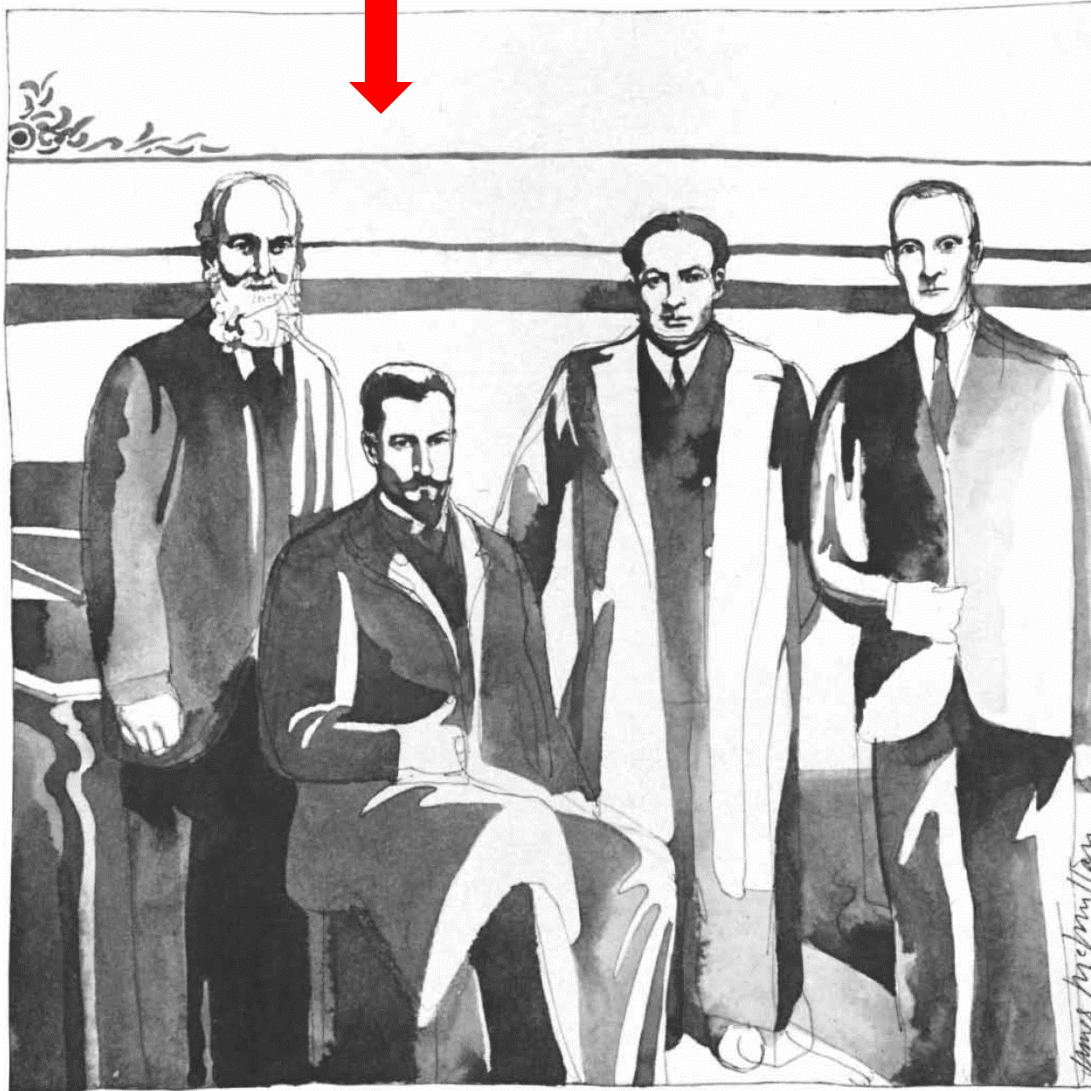


Maxwell's Demon: later

Demony mechaniczne



Smoluchowski



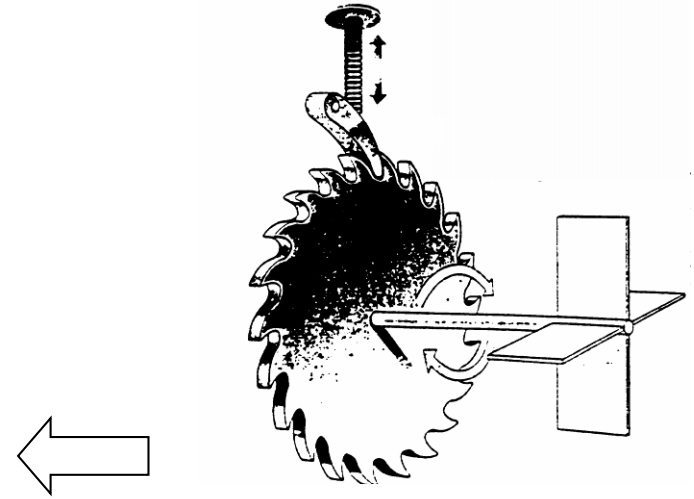
Zapadka Smoluchowskiego



Marian Smoluchowski
(1872-1917)

występują w zakresie obszaru, który można już wygodnie oglądać przez mikroskop (nawet gołym okiem); możemy np. w ścianie rozdzielającej naczynie sporządzić otwór o wymiarach mikroskopijnych i zaopatrzyć go w mały, jednostronnie czynny zawór albo w wianek delikatnych sprężystych włosków (rzęsek), które pozwalałyby cząstkom emulsji na przejście tylko w jedną stronę. Urządzenie takie wytwarzałoby automatycznie trwałą różnicę ciśnienia i stanowiłoby tym samym źródło energii użytecznej kosztem ciepła otoczenia. Teoretycznie jeszcze prostszy i bardziej przejrzysty jest przykład nici skręceń. Jeżeli zamiast zwierciadła umieścimy w dole kółko zębate z zastawką, kierowane tak, iż obrót jest możliwy w jednym tylko kierunku, to wskutek nieustannych wahań kółko zostanie wprowadzone w ruch obrotowy, a nie ulegnie skręceniu, co mogłoby być użyte trwale do wykonania użytecznej pracy w punkcie zawieszenia. Urządzenie to byłoby analogiczne do banku w grze hazardowej, wyrównywającego systematycznie prawa przypadku. Trudność wykonania technicznego nie stanowi przecież zarzutu, jeśli tylko rzecz jest w zasadzie możliwa.

§ 21. Mimo tego wszystkiego nie sądzę, abyśmy otrzymali w taki sposób *perpetuum mobile*, które by mogło stale dostarczać pracy; jeśli rozważania mechaniki statystycznej są trafne, zasadnicza niemożliwość tkwi właśnie w tym, że nie podobna sporządzić jednostronnie działającego zaworu czy zastawki. W zwyczajnych bowiem warunkach urządzenia te działają tylko dzięki temu, że muszą trwać w położeniu równowagi, które odpowiada minimum energii potencjalnej. Jeśli jednak idzie o fluktuacje molekularne, to obok położenia minimalnego możliwe są wszelkie inne położenia, są one



„Obserwowane zjawiska molekularne sprzeczne z termodynamiką tradycyjną”,
Phys. Zeitschr., 13, 1069 (1912)

...i Feynmana

Ratchet and pawl



46-1 How a ratchet works

In this chapter we discuss the ratchet and pawl, a very simple device which allows a shaft to turn only one way. The possibility of having something turn only one way requires some detailed and careful analysis, and there are some very interesting consequences.

The plan of the discussion came about in attempting to devise an elementary explanation, from the molecular or kinetic point of view, for the fact that there is a maximum amount of work which can be extracted from a heat engine. Of course we have seen the essence of Carnot's argument, but it would be nice to find an explanation which is elementary in the sense that we can see what is happening physically. Now, there are complicated mathematical demonstrations which follow from Newton's laws to demonstrate that we can get only a certain amount of work out when heat flows from one place to another, but there is great difficulty in converting this into an elementary demonstration. In short, we do not understand it, although we can follow the mathematics.

In Carnot's argument, the fact that more than a certain amount of work cannot be extracted in going from one temperature to another is deduced from another axiom, which is that if everything is at the same temperature, heat cannot be converted to work by means of a cyclic process. First, let us back up and try to see, in at least one elementary example, why this simpler statement is true.

Let us try to invent a device which will violate the Second Law of Thermodynamics, that is, a gadget which will generate work from a heat reservoir with everything at the same temperature. Let us say we have a box of gas at a certain temperature, and inside there is an axle with vanes in it. (See Fig. 46-1 but take $T_1 = T_2 = T$, say.) Because of the bombardments of gas molecules on the vane, the vane oscillates and jiggles. All we have to do is to hook onto the other end of the axle a wheel which can turn only one way—the ratchet and pawl. Then when the shaft tries to jiggle one way, it will not turn, and when it jiggles the other, it will turn. Then the wheel will slowly turn, and perhaps we might even tie a flea onto a string hanging from a drum on the shaft, and lift the flea! Now let us ask if this is possible. According to Carnot's hypothesis, it is impossible. But if we just look at it, we see, *prima facie*, that it seems quite possible. So we must look more closely. Indeed, if we look at the ratchet and pawl, we see a number of complications.

46-1 How a ratchet works

46-2 The ratchet as an engine

46-3 Reversibility in mechanics

46-4 Irreversibility

46-5 Order and entropy

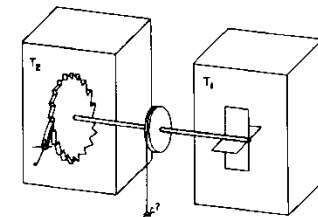
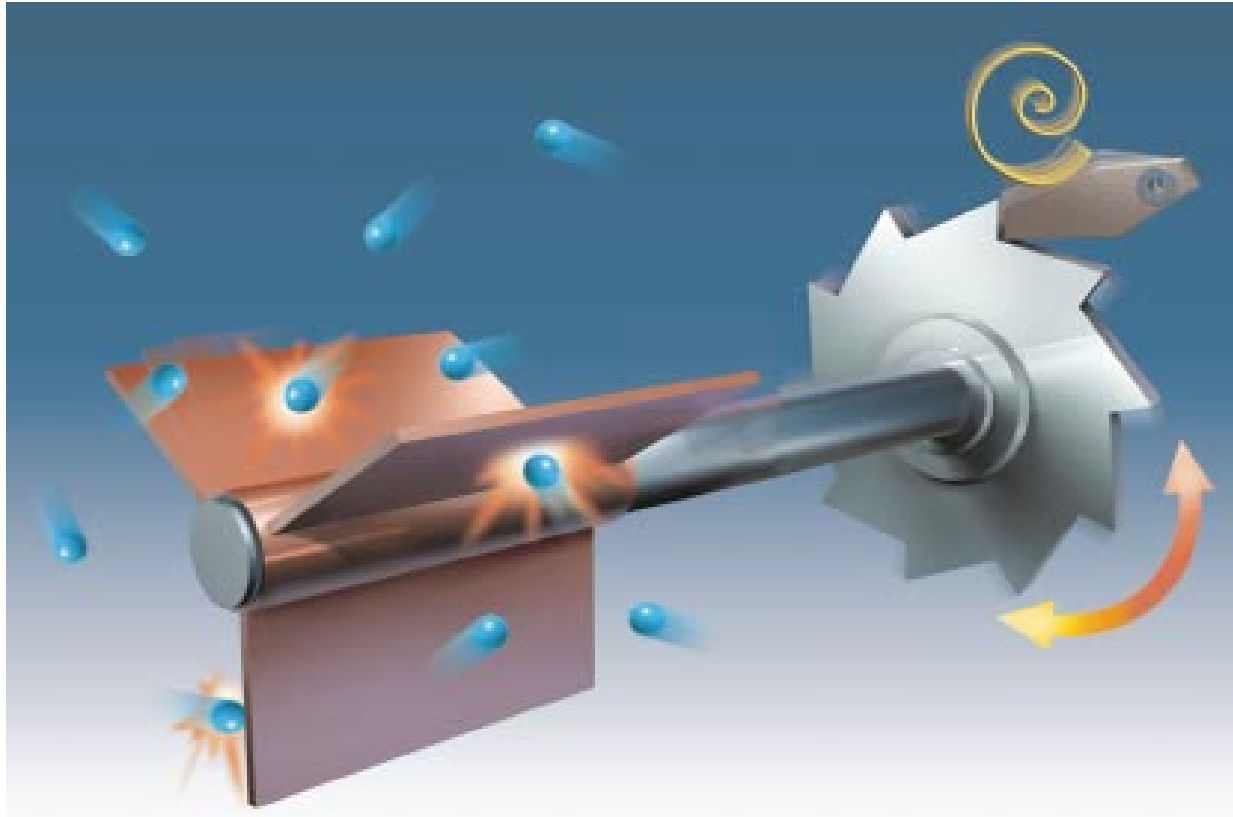
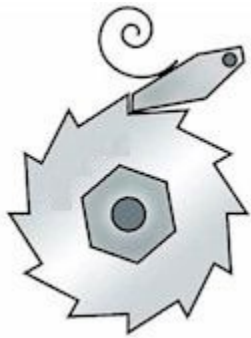


Fig. 46-1. The ratchet and pawl machine.

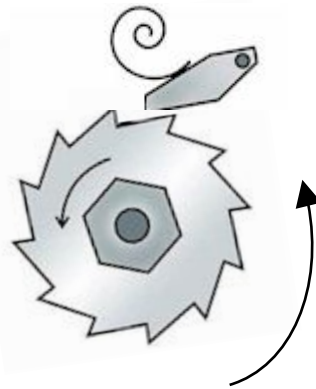
Zapadka



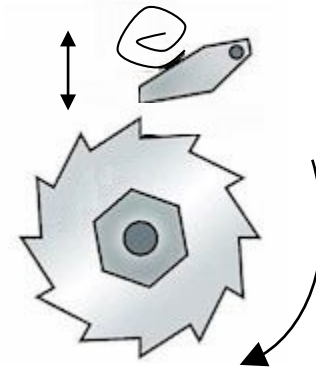
Ruch zębatki



E – energia potrzebna do uniesienia zapadki



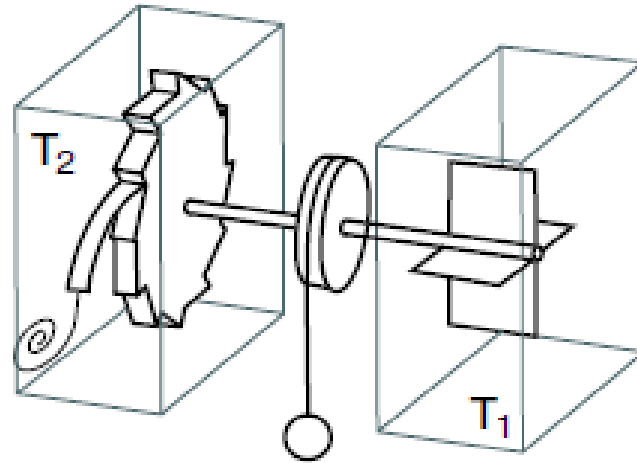
$e^{-E/kT}$ - prawdopodobieństwo przekazania łopatkowi wiatraczka energii E w wyniku przypadkowych uderzeń cząsteczek gazu



$e^{-E/kT}$ - prawdopodobieństwo tego że sprężyna poddana fluktuacjom cieplnym zmieni swoją energię o E , unosząc zapadkę

te dwa procesy się równoważą- kółko nie będzie się obracać, chyba żeby...

Zapadka jako silnik



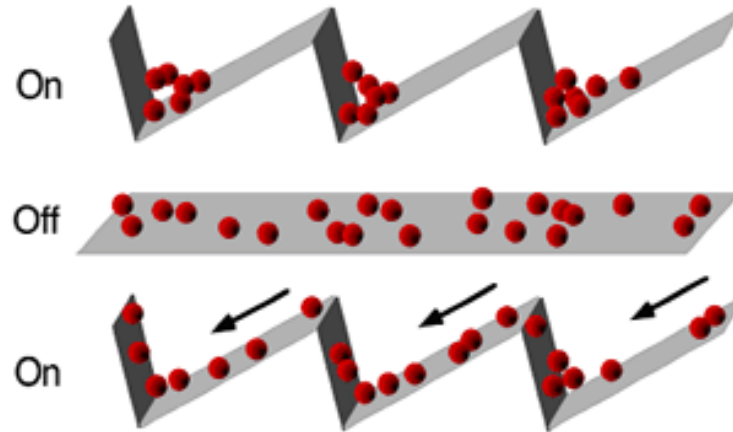
... wstawić zapadkę do innej temperatury niż wiatraczek

$$\curvearrowright e^{-E/kT_1} \neq e^{-E/kT_2} \curvearrowleft$$

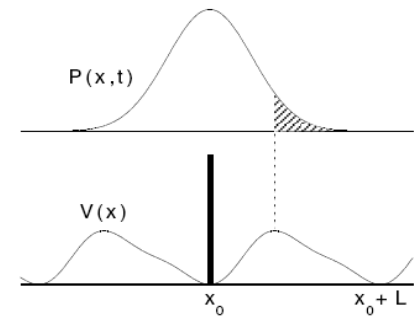
$$T_1 > T_2 \quad \curvearrowright$$

$$T_1 < T_2 \quad \curvearrowleft$$

Silniki brownowskie – zasada działania

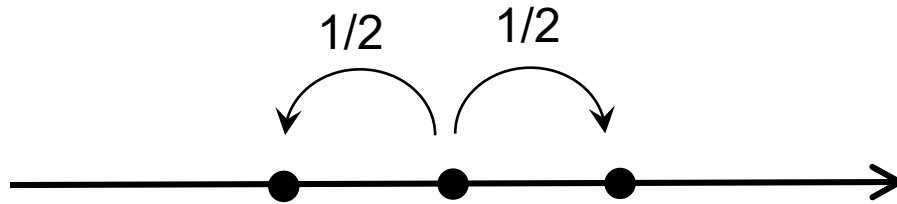


asymetria + fluktuacje + źródło energii

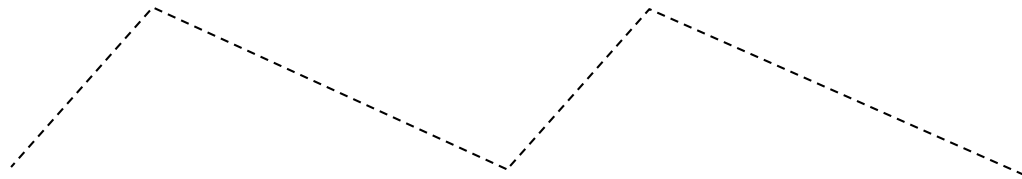
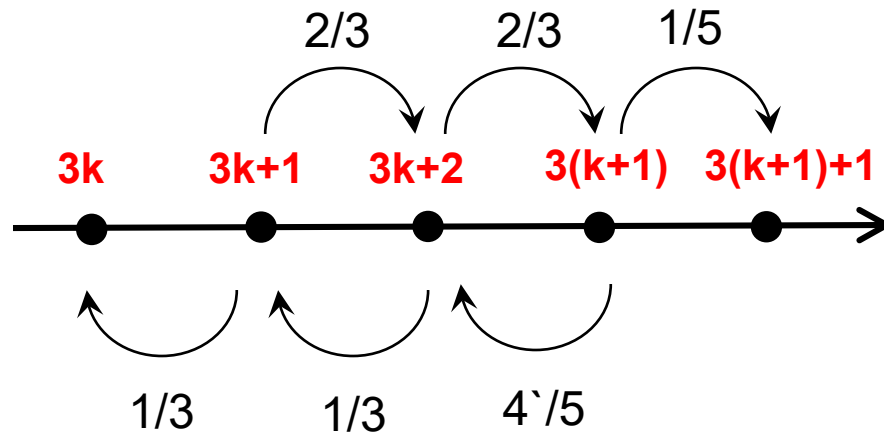


Gry Parrondo

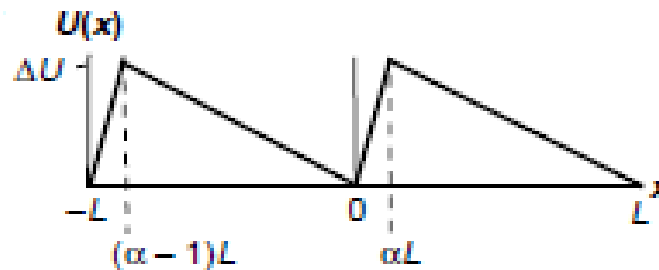
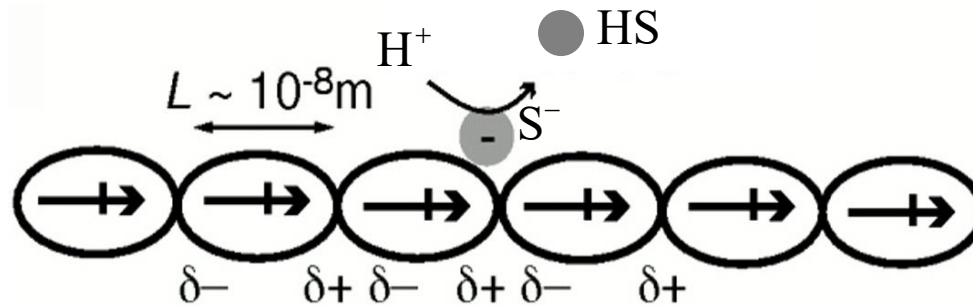
gra A:



gra B:

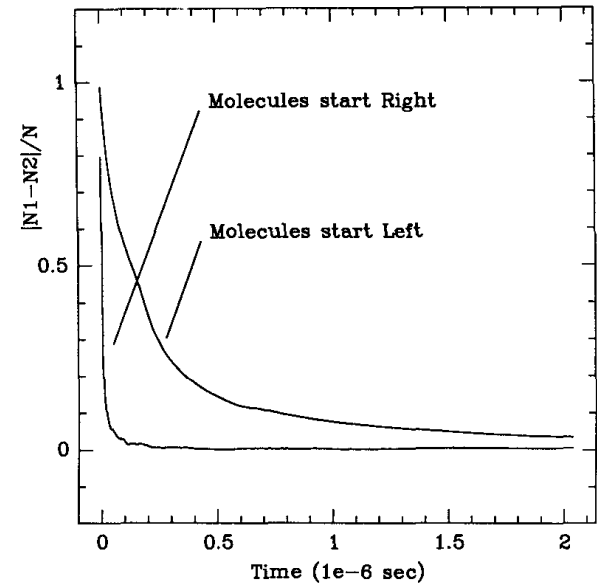
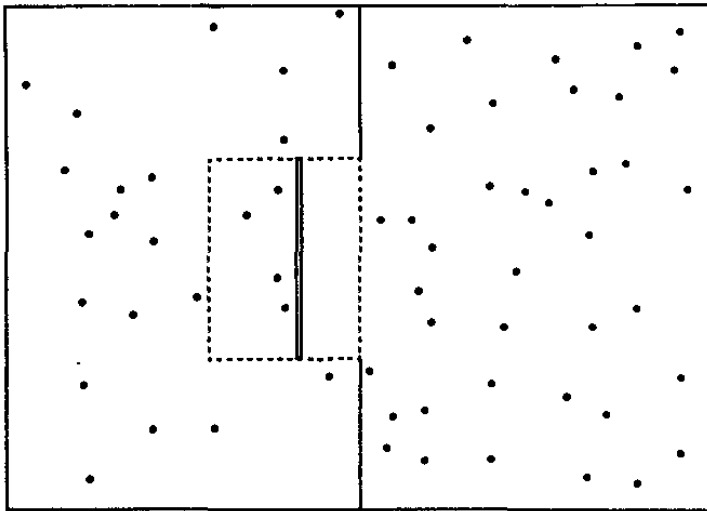


Realizacja praktyczna: transport chemiczny



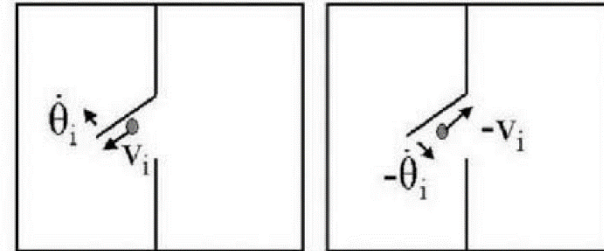
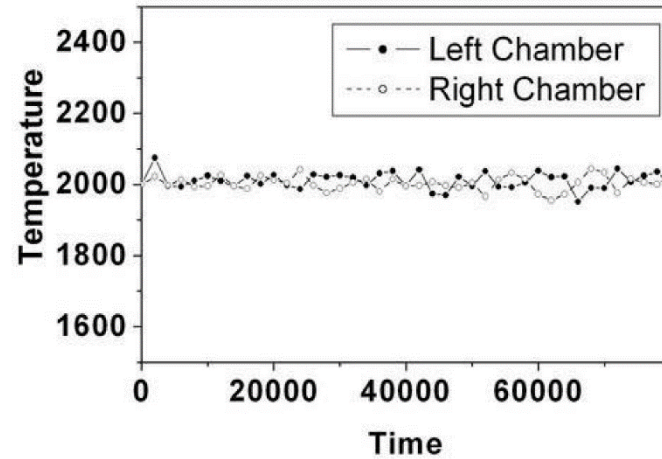
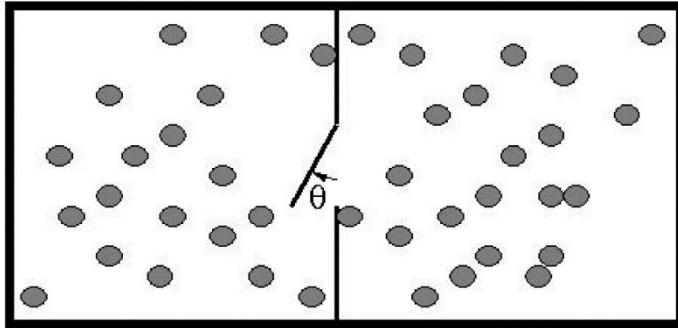


Zapadka Żurka



P A Skordos and W H Zurek *Maxwell's demon, rectifiers, and the second law: Computer simulation of Smoluchowski's trapdoor*, Am. J. Phys. 60, 876-882 1992.

..i Zhenga

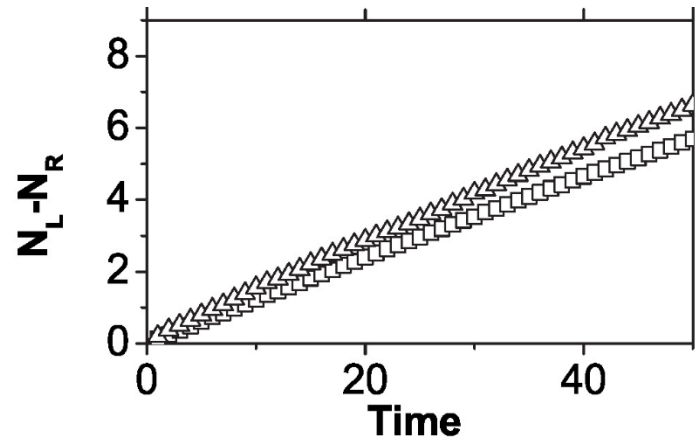
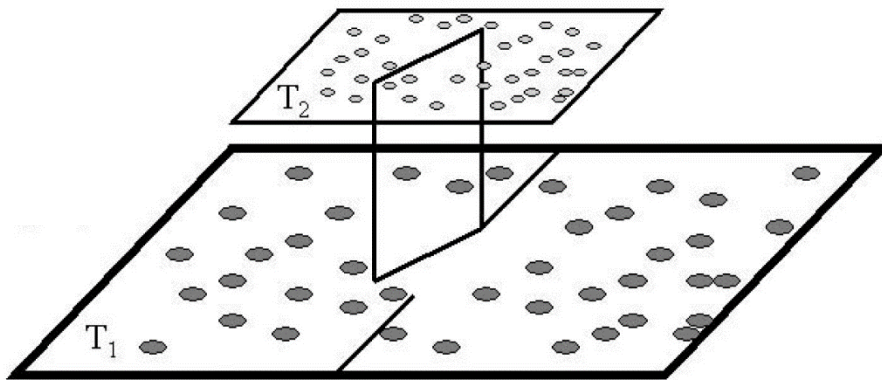


$$P(v_i, \dot{\theta}_i, \dots) = P(-v_i, -\dot{\theta}_i, \dots)$$

Zheng et al., *Maxwell's demon and Smoluchowski's trap door*, Phys. Rev. E 75, 041109, 2007

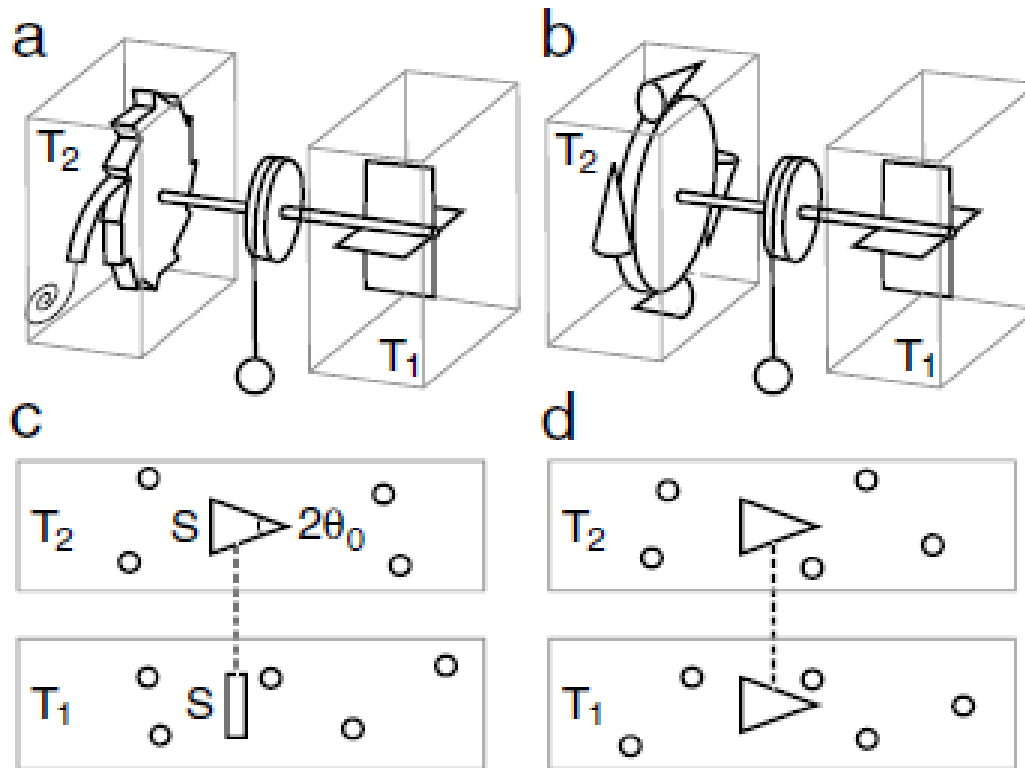
zasada odwracalności mikroskopowej
(równowaga szczegółowa)

Chłodzona zapadka Zhenga



Zheng et al., *Maxwell's demon and Smoluchowski's trap door*,
Phys. Rev. E 75, 041109, 2007

Triangula i triangulita



C. Van der Broeck et al., 2004

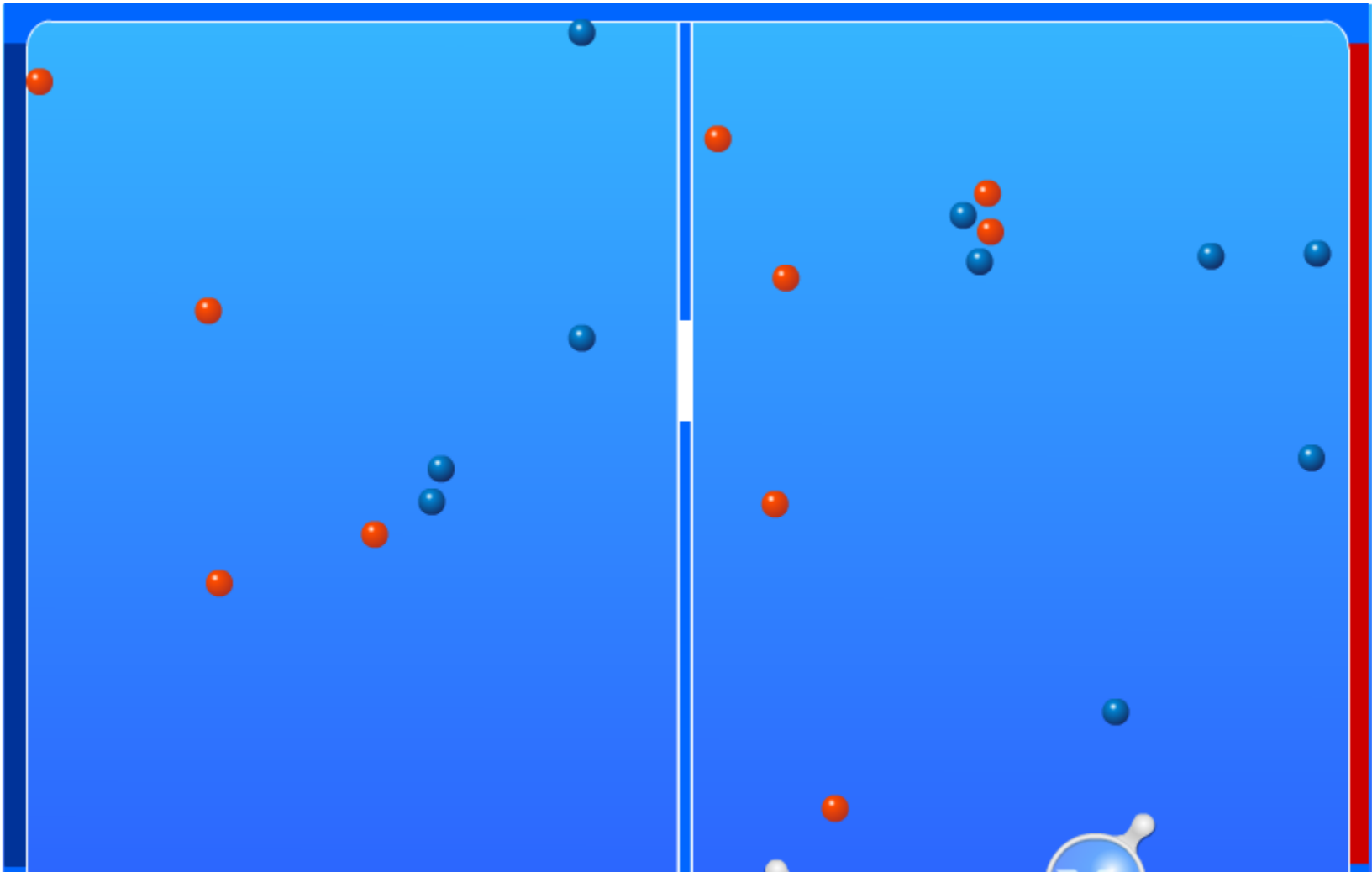
Jak będą się poruszały kiedy $T_1=T_2$, $T_1>T_2$, $T_1<T_2$?

inteligentne demony?

"Dzisiejszy stan wiedzy pozwala twierdzić, że zautomatyzowany mechanizm produkujący wieczny ruch fluktuacji mikroskopowych istnieć nie może, ale takie urządzenie mogłoby, być może, funkcjonować, gdyby było kierowane przez istoty inteligentne"



Smoluchowski, 1912



Time

323373

Blue Ok: 4

Red Ok: 6



New Game

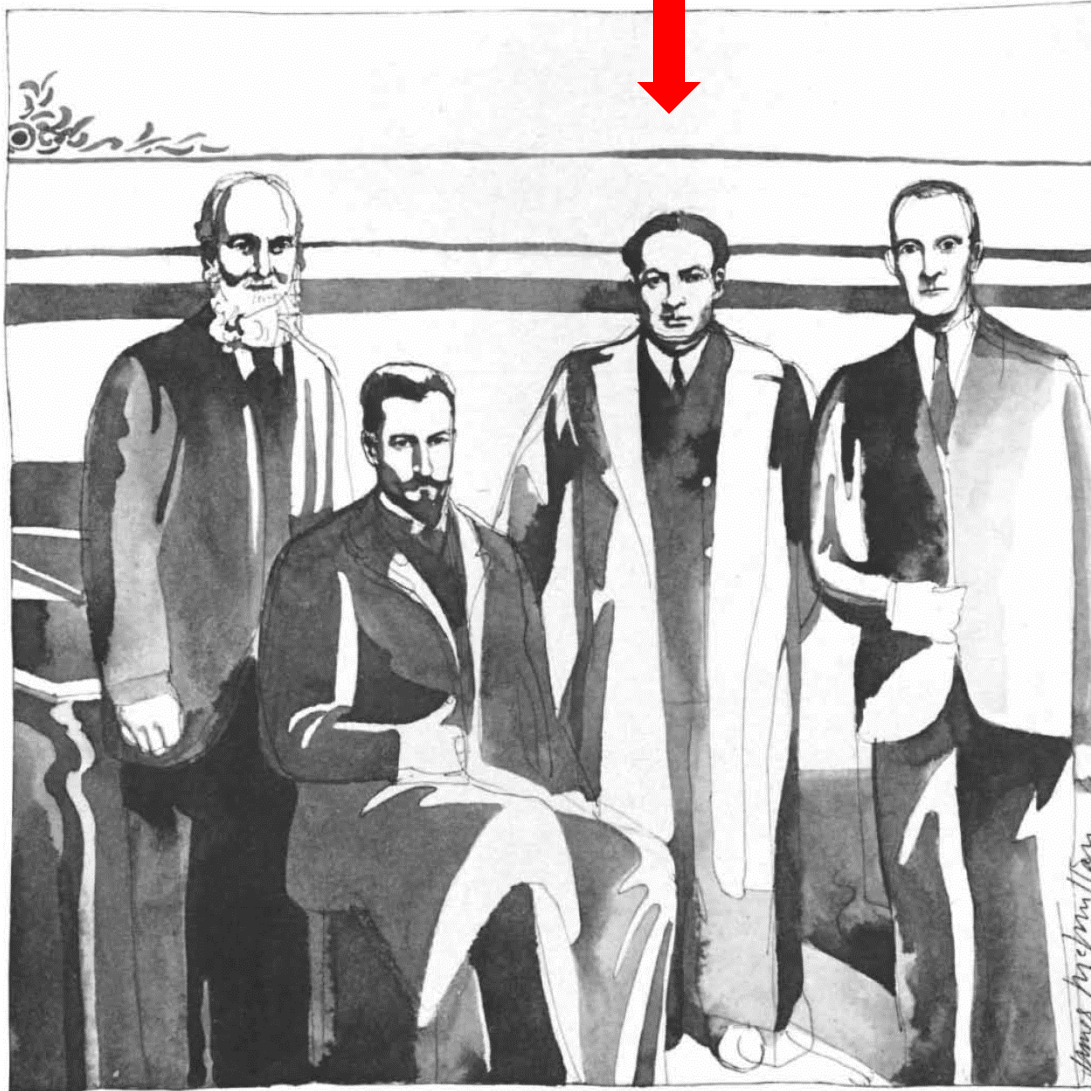


More Games

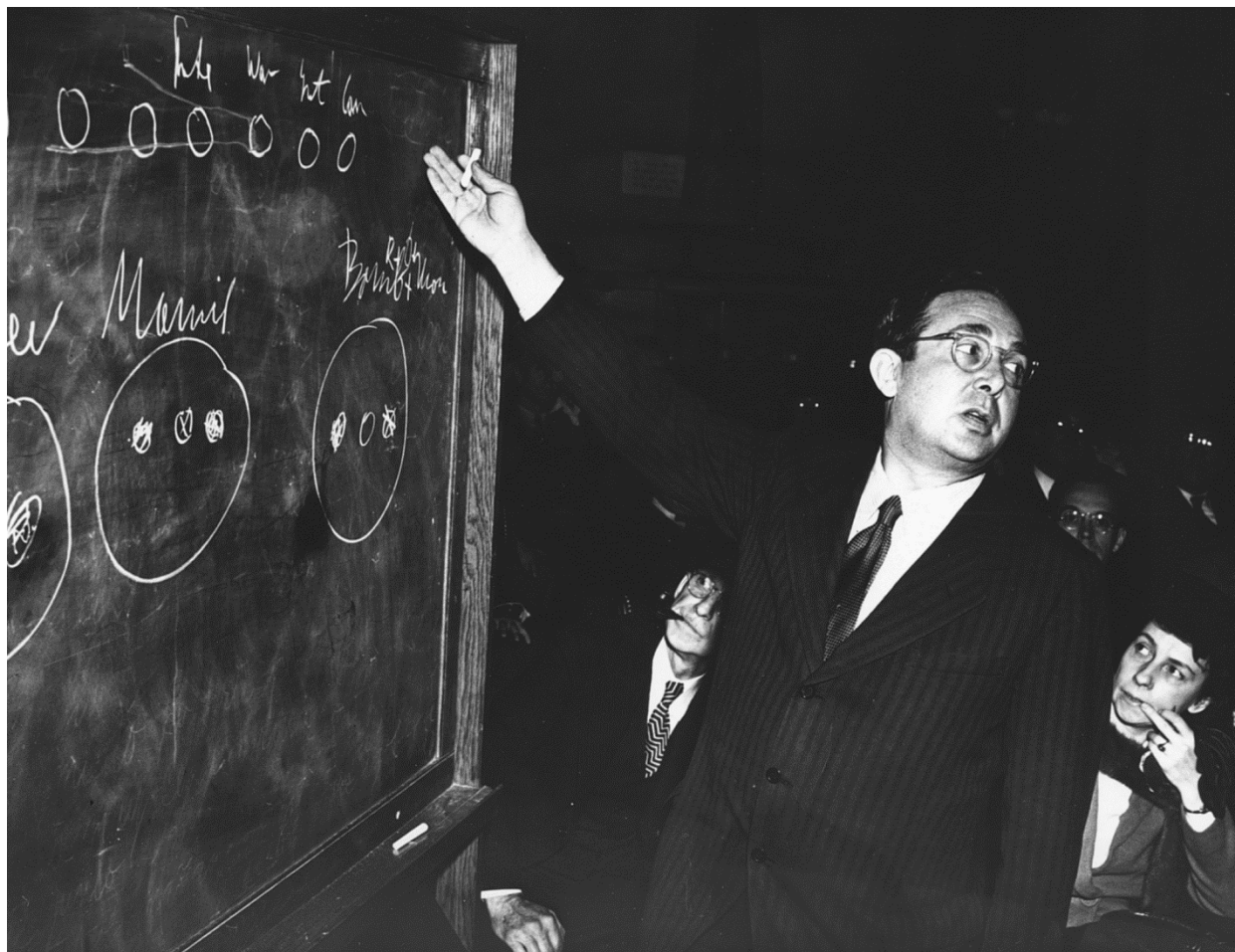
Absolutist.com



Szilard



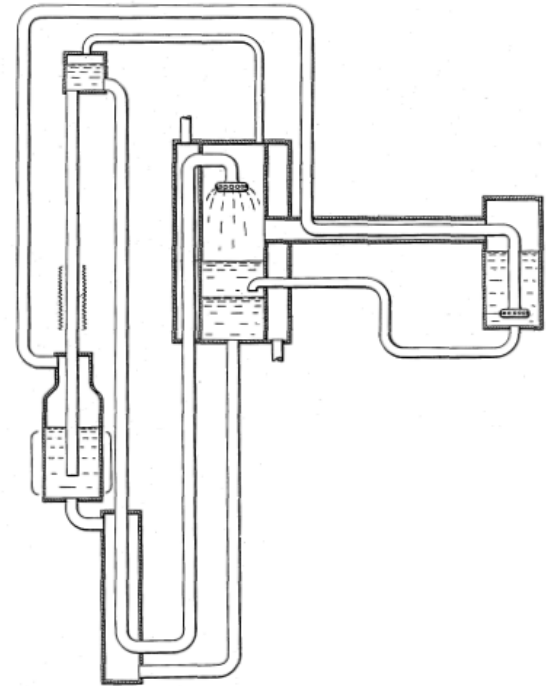
Marsjanin: Leo Szilard



Marsjanie: Szilard, von Neumann, von Karman, Wigner, Polya, Erdős, Teller, Lax...

wynalazki Szilarda: reaktor jądrowy, mikroskop elektronowy, akcelerator liniowy, cyklotron...

List (i lodówka) Einsteina-Szilarda

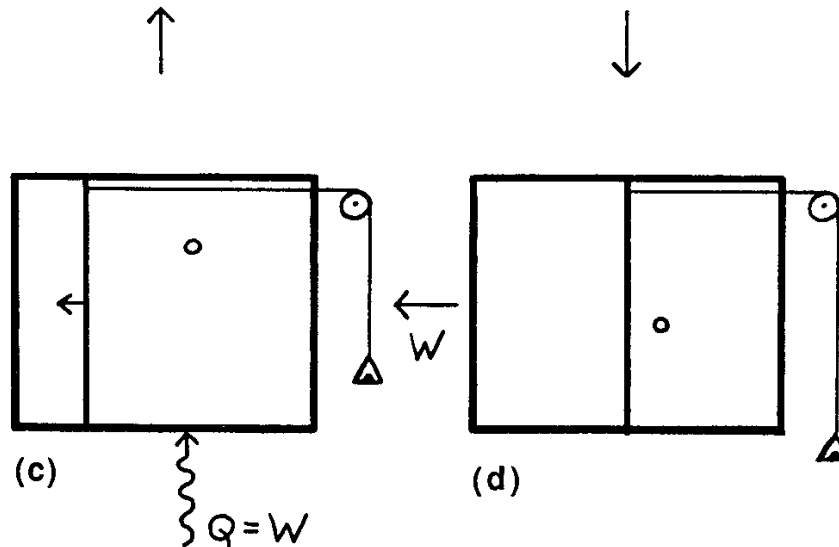
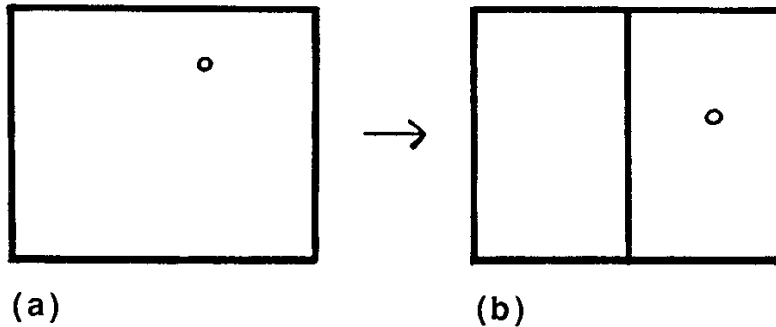


Einstein Refrigerator

Patent number US1781541 -- November 11, 1930

*Albert Einstein
Leo Szilard*

silnik (młodego) Szilarda

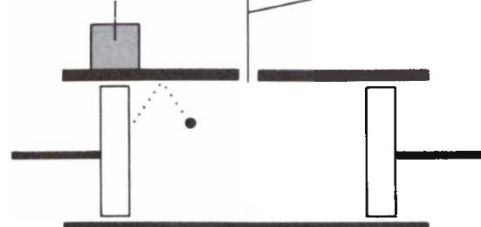


Über die thermodynamischen Schwankungserscheinungen, 1922

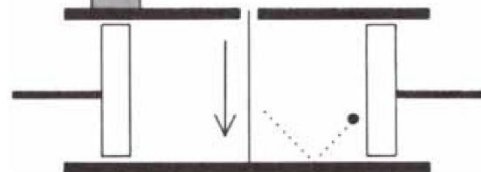
On the Decrease of Entropy in a Thermodynamic System by the Intervention of Intelligent Beings" Z. Phys. 53:840 (1929)

Silnik Szilarda - działanie

1 pamięć przegroda



2 wsunięcie przegrody



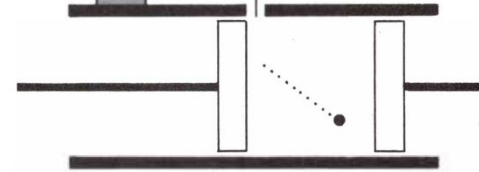
3 pomiar i zapisanie wyniku w pamięci



4 wsunięcie tłoka



5 wysunięcie przegrody



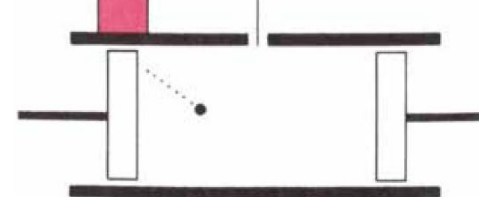
6 rozprężanie gazu (wykonywanie pracy)



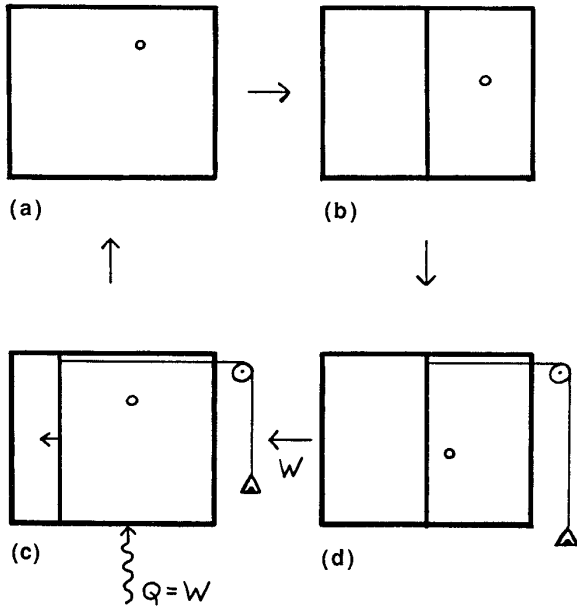
7 wykasowanie pamięci



8



Termodynamika silnika



Praca wykonana przez układ

$$\bar{W} = \int p dV = \int \frac{kT}{V} dV = kT \log \frac{V_k}{V_p} = kT \log 2$$

Ciepło pobrane z termostatu

$$\bar{Q} = -\bar{W} = -kT \log 2$$

Zmiana entropii termostatu

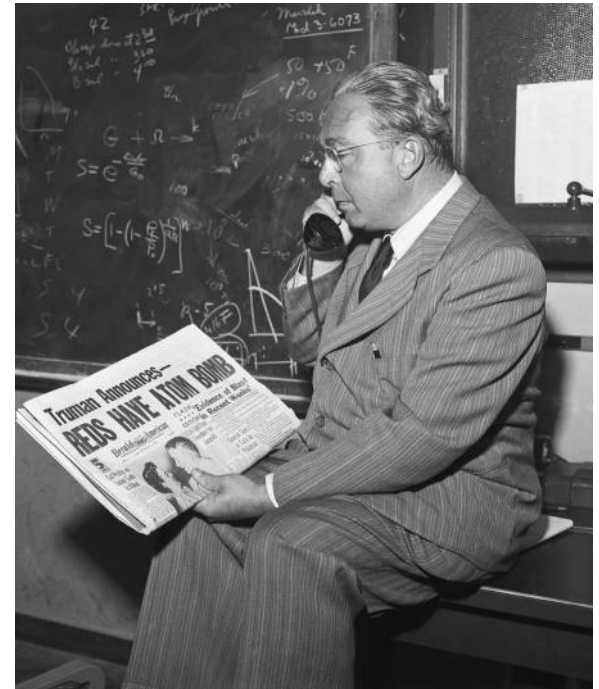
$$\Delta S = \frac{\bar{Q}}{T} = -k \log 2 < 0$$

Interpretacja Szilarda

We show that it is a sort of a **memory** faculty, manifested by a system where measurements occur, that might cause a permanent **decrease of entropy** and thus a violation of the Second Law of Thermodynamics, were it not for the fact that the **measurements themselves** are necessarily accompanied by a **production of entropy**.

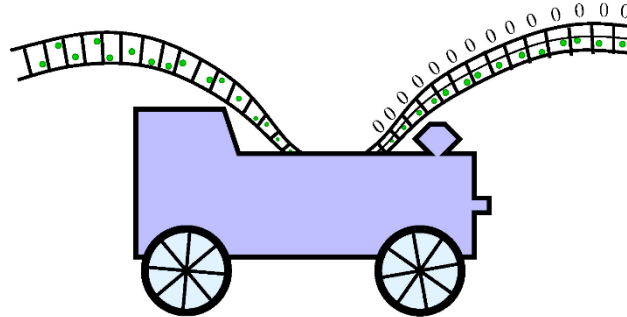
Trzy główne elementy:

- informacja
- pomiar
- pamięć

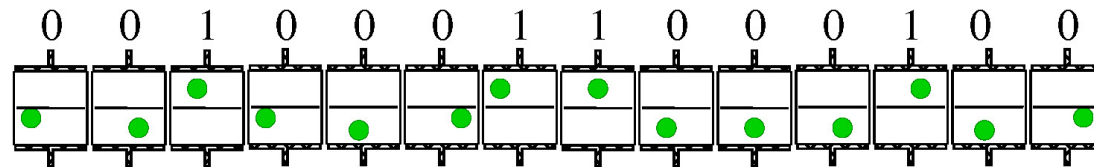


Spalanie informacji

silnik informacyjny:



taśma z informacją i silniczkami Szilarda:



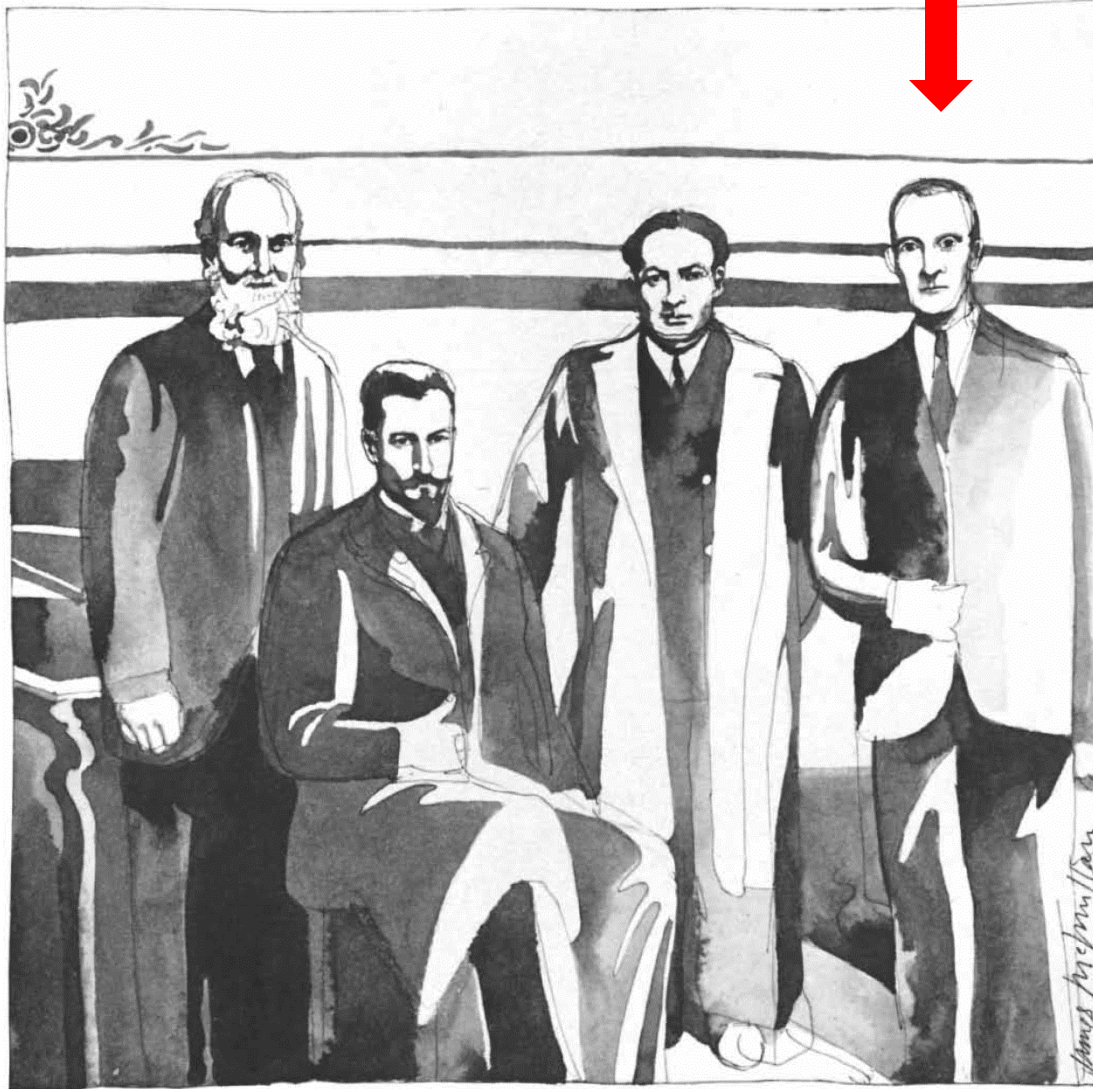
entropia jednego bitu:

$$S = k \log 2$$

za: J. P. Sethna, *Statistical Mechanics: Entropy, Order Parameters, and Complexity* (2020)

dokładnie brakująca entropia!

Brillouin



Brillouin: mierzenie światłem

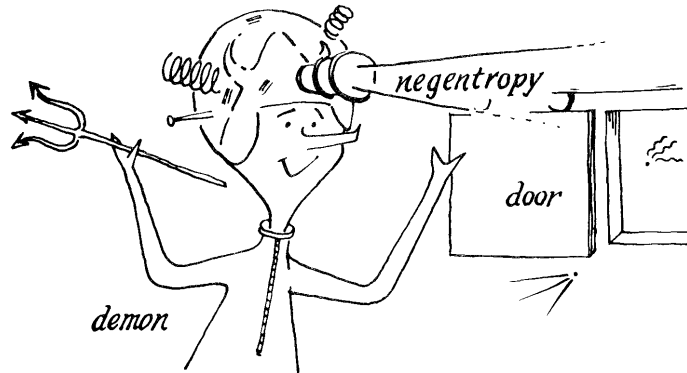
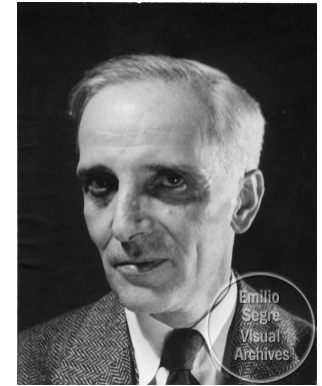
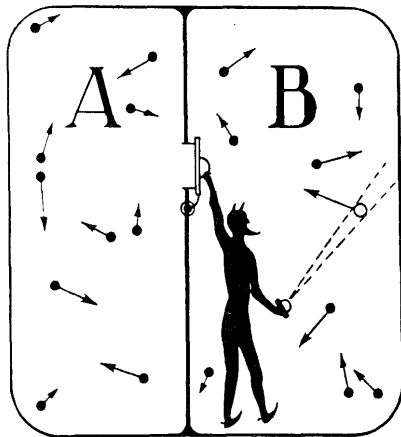


Figure 4.

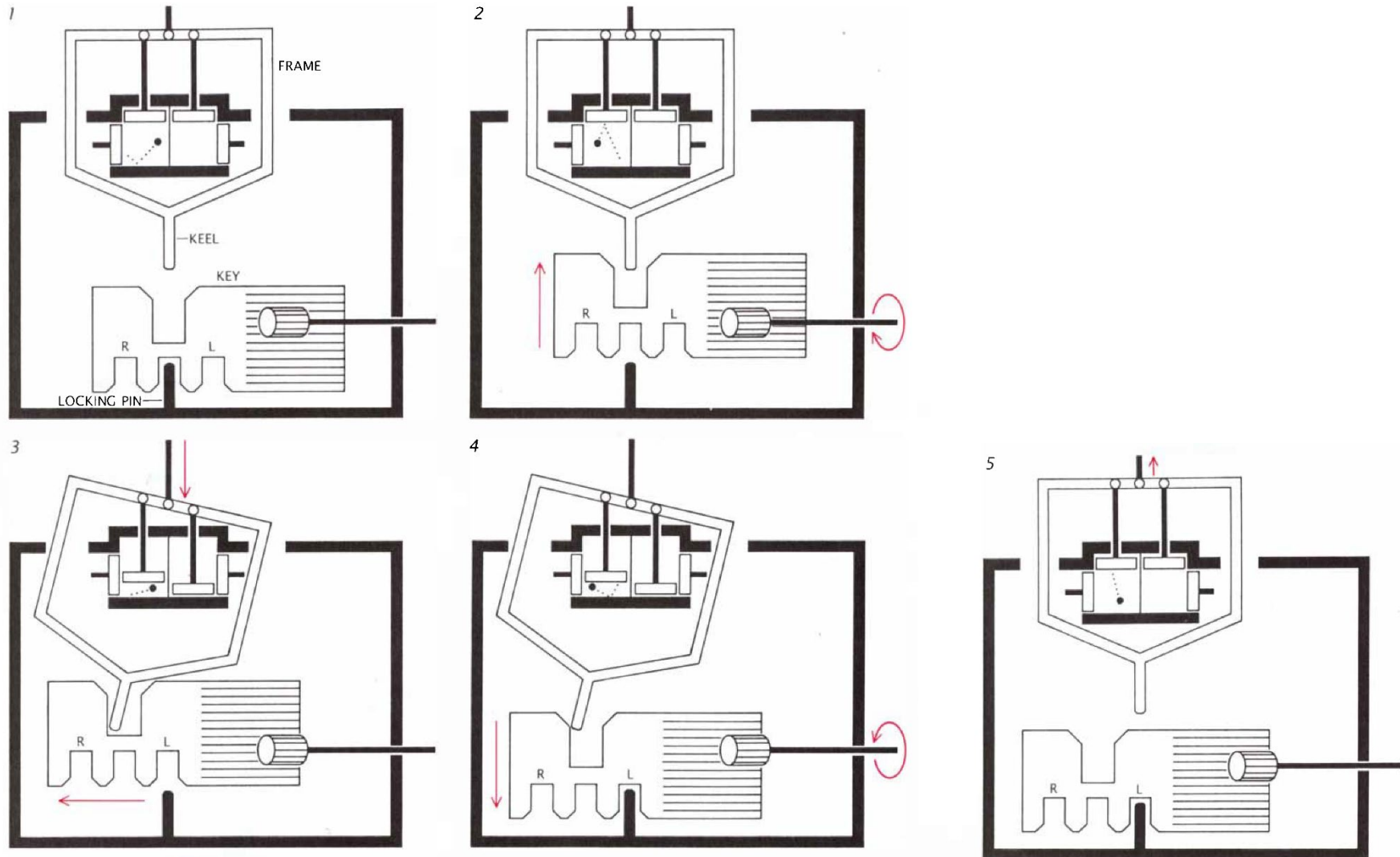


Leon Brillouin
1889-1969

oszacował koszt energetyczny pomiaru cząstki za pomocą światła i pokazał, że w takim przypadku silnik Szilarda nie produkuje pracy

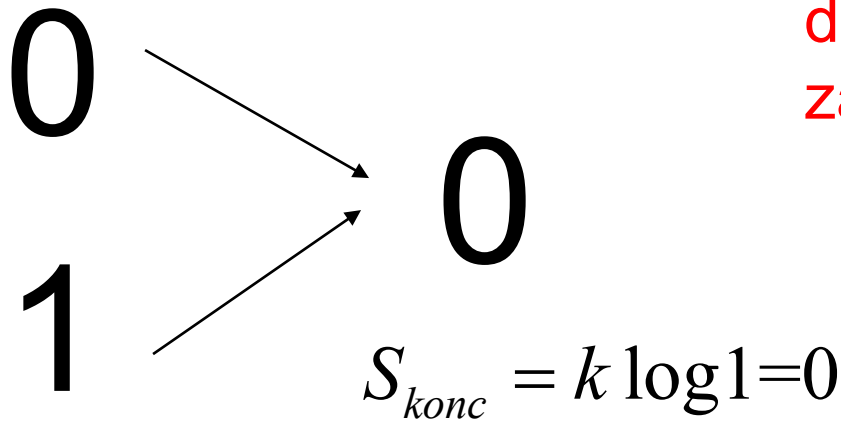
L Brillouin, *Maxwell's demon cannot operate: Information and entropy*. Appl. Phys. 22, 334-337 (1951)

Bennett: pomiar bez straty energii



Zasada Landauera

wymazanie jednego bitu w otoczeniu o temperaturze T wiąże się ze zmianą entropii o co najmniej $k \log 2$

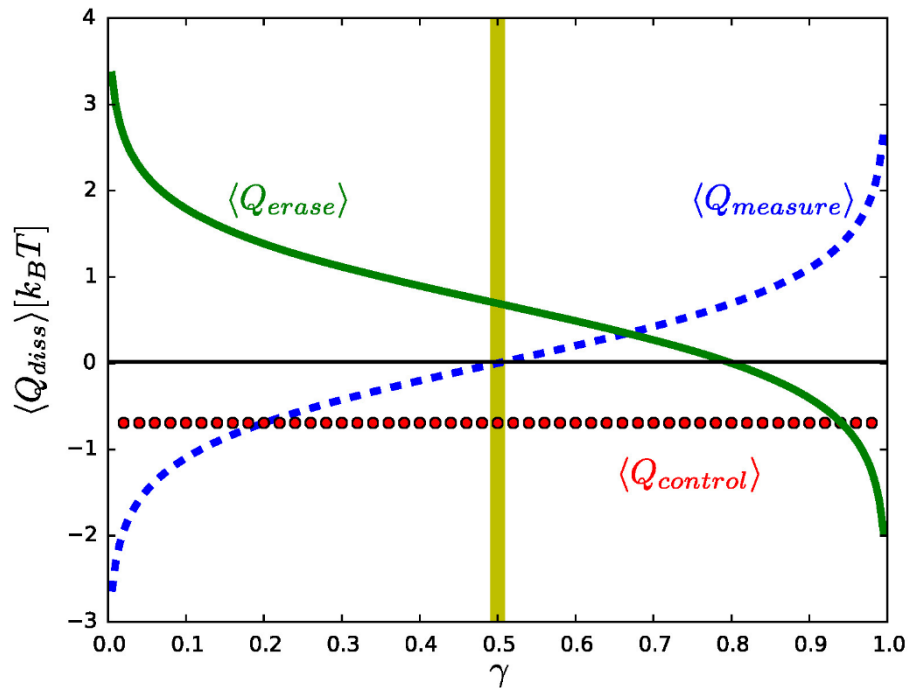


demon płaci entropią za zapomnienie



$$S_{pocz} = k \log 2$$

Uogólnienie



T. Sagawa and M. Ueda, *Minimal Energy Cost for Thermodynamic Information Processing: Measurement and Information Erasure*, Phys. Rev. Lett. 102, 250602 (2009)

A.B. Boyd and J.P. Crutchfield, *Maxwell Demon Dynamics: Deterministic Chaos, the Szilard Map, and the Intelligence of Thermodynamic Systems*, Phys. Rev. Lett. 116, 190601 (2016)

wewnętrzny stopień swobody demona

Demon (wiecznie) żywy

Selected for a **Viewpoint in Physics**
 PRL 117, 240502 (2016) PHYSICAL REVIEW LETTERS week ending 9 DECEMBER 2016

Experimental Rectification of Entropy Production by Maxwell's Demon in a Quantum System

PNAS | July 17, 2012 | vol. 109 | no. 29 | 11641-11645

Work and information processing in a solvable model of Maxwell's demon

Dibyendu Mandal^a and Christopher Jarzynski^{b,1}

PRL 110, 040601 (2013) PHYSICAL REVIEW LETTERS week ending 25 JANUARY 2013

Thermodynamics of a Physical Model Implementing a Maxwell Demon

Philipp Strasberg,¹ Gernot Schaller,¹ Tobias Brandes,¹ and Massimiliano Esposito²

PRL 116, 050401 (2016) PHYSICAL REVIEW LETTERS week ending 5 FEBRUARY 2016

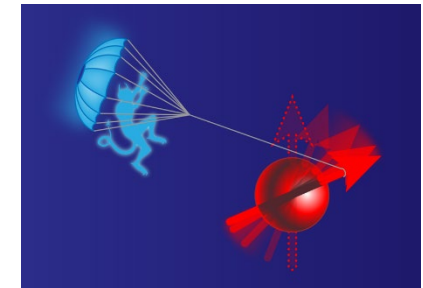
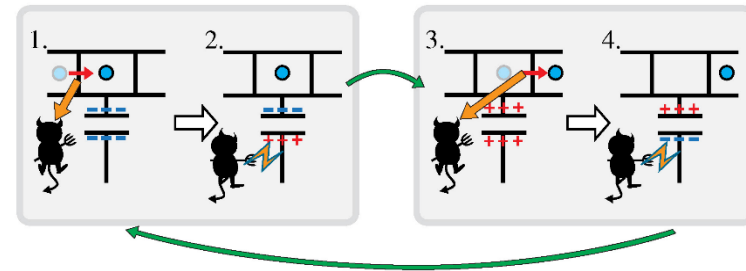
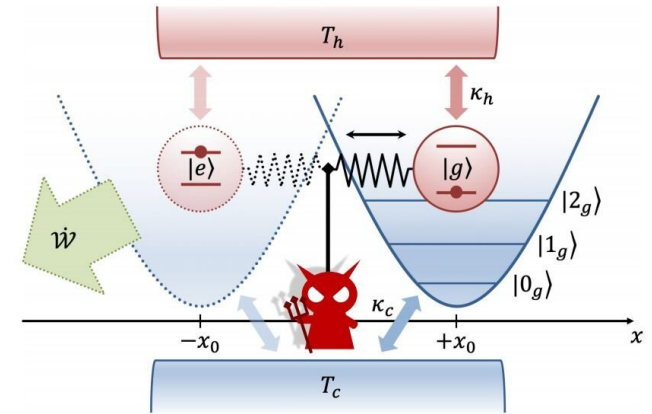
Photonic Maxwell's Demon

Mihai D. Vidrighin,^{1,2} Oscar Dahlsten,^{2,3,*} Marco Barbieri,^{4,2} M. S. Kim,¹ Vlatko Vedral,^{2,5} and Ian A. Walmsley²

Selected for a **Viewpoint in Physics**
 PRL 115, 260602 (2015) PHYSICAL REVIEW LETTERS week ending 31 DECEMBER 2015

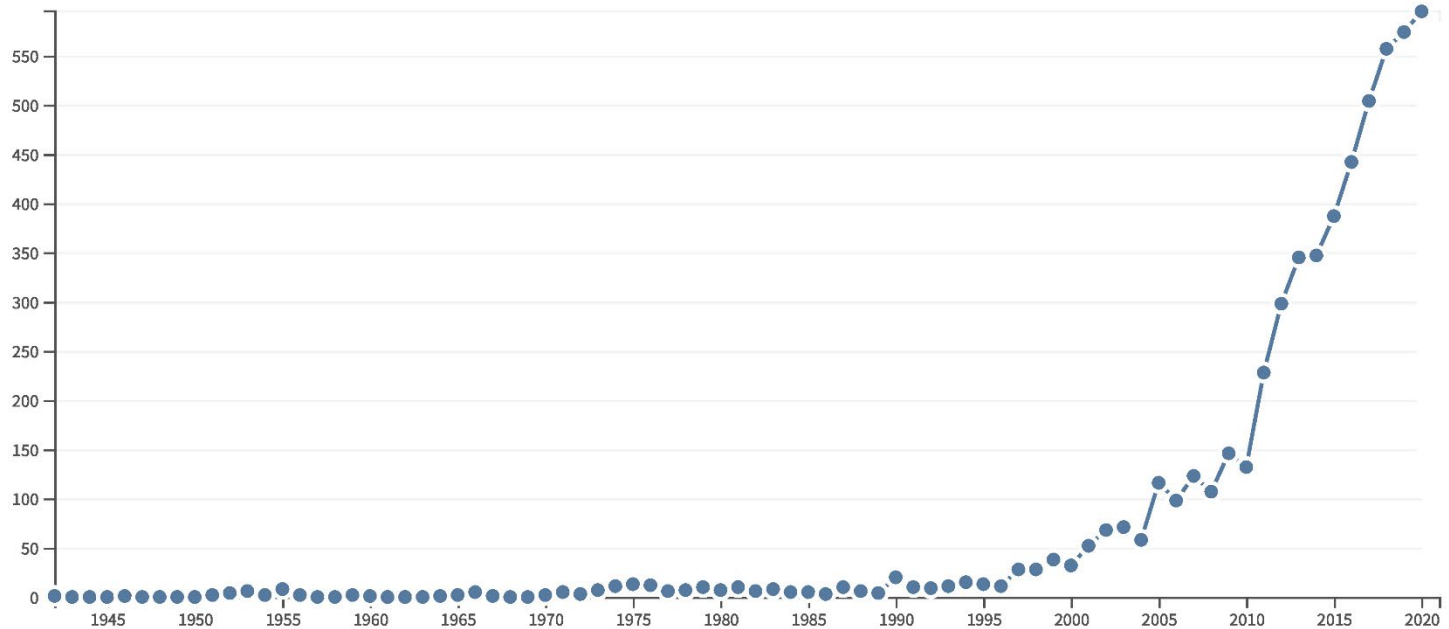
On-Chip Maxwell's Demon as an Information-Powered Refrigerator

J. V. Koski,¹ A. Kutvonen,² I. M. Khaymovich,^{1,3} T. Ala-Nissila,^{2,4} and J. P. Pekola¹



Demon wiecznie żywy

Sum of Times Cited per Year



liczba prac z demonem Maxwella w tytule

