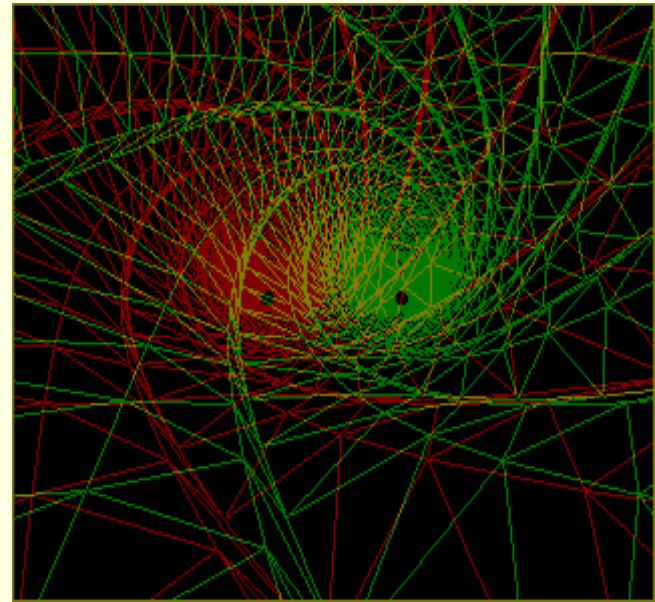


# Fyzikální informace

- kategorie fyzikálního obrazu světa: hmota, energie, prostor, čas, informace
- fyzikální informace: informace v anorganickém světě
- existuje vůbec? - názory vědců se rozcházejí
  - fyzikální informace neexistuje
  - fyzikální informace existuje
  - fyzikální informace existuje jen v technické sféře



# Fyzikální informace

---

## 1) fyzikální informace neexistuje:

- nikdy nebyla izolována z nerostné přírody
- nemá svůj vlastní význam – žádné kvalitativní změny vlastního stavu objektu
- anorganický objekt nekoná cílevědomě, nereguluje ani neřídí svůj pohyb – nedochází k vyhodnocení inf.
- nemá žádné specifické části pro příjem, přenos a zpracování informace, nemá diferencované vstupy a výstupy, nemá paměť
- nekomunikuje s okolím, nemá žádné aktuální signály

# Fyzikální informace

---

- materiální systémy jsou pasivní, informace v nich jen v latentní podobě, konkrétními až jako součást vědomí člověka
- 2) fyzikální informace existuje v technické sféře:**
- technika je přetvořená forma hmoty, je to „druhotná“ příroda
  - existují impulzní fyzikální informace – vztahy mezi dvěma objekty

# Fyzikální informace

---

- technické zařízení mají informační vlastnosti a funkce – jejich činnost je možné řídit, pomocí některých lze informace získávat, zpracovávat, přenášet a zpřístupňovat
  - tvorba techniky z objektů neživé přírody je sociálně podmíněná
- 3) fyzikální informace existuje:**
- předpoklad – informace je vlastností veškeré materie, existuje objektivně, nezávislá na člověku
  - → fyzikální informace, informační fyzika

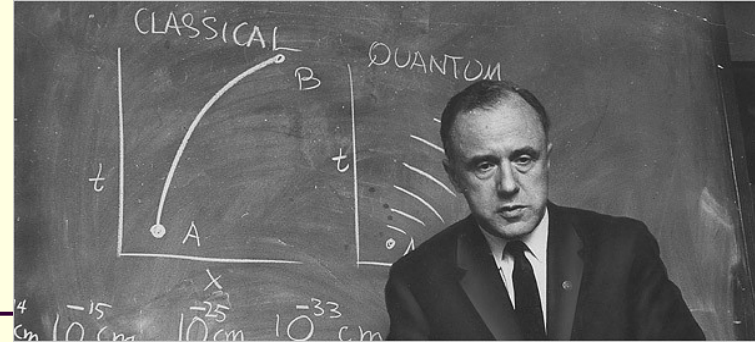
# Fyzikální informace

- fyzikální informace vzniká ve fyzikálních systémech elementárních částic - jádra, atomy, molekuly ...
- evoluce začíná už v tomto hmotném, předživotním stavu ve formě systémů s mechanickou strukturou a interakcí



- v těchto systémech předobrazy pohybů se zpětnou vazbou – kvaziregulace
- zdrojem potencionální fyzikální informace je strukturovanost, uspořádanost a organizovanost hmotného objektu

# První byla informace



- Do fyziky zavádí informaci Ludwig **Boltzmann**: (entropie) termodynamická kvantita = neúplná informace o stavu systému
- fyzikální principy dnes - kvantová informační fyzika
- kvantová mechanika se vždy zabývala informací
- John Archibald **Wheeler** - vysvětlil principy nukleárního štěpení, pojmenoval černé díry:
- It from Bit – první byla informace, pak vše ostatní (částice, silová pole, časoprostorové kontinuum)
- Bit základní nedělitelná částice. Je kvantovaná, proto je taková i povaha světa.

# Informační fyzika

---

- Tom Stonier – Informace a vnitřní struktura vesmíru
- předpoklad inf. fyziky – informace je součástí vesmíru jako energie a hmota
  - projevem energie – teplo
  - projevem hmoty – hmotnost
  - projevem informace – organizovanost
- vesmír organizován do hierarchie informačních úrovní - informace organizuje hmotu, energii, ale i informaci
- libovolný organizovaný (strukturovaný) systém má informační obsah
- Informace je funkcí uspořádanosti systémů





**Obr. 6.1** Znárodnění vztahu mezi informací, energií a hmotou

Takový pojmový model by definoval hranice našeho fyzikálního vesmíru: Tři strany trojúhelníka dané extrémní jevy podle *obr. 6.1* vyjadřují postupně:

1. Směs čisté energie a hmoty postrádající informaci – vytváří plazmu základních částic.
2. Směs hmoty a čisté informace postrádající energii – příkladem je krystal při 0 K.
3. Směs informace a energie postrádající hmotu – skládá se z nehmotných částic, jako jsou fotony, cestujících prostorem postrádajícím hmotu.



# Informační fyzika

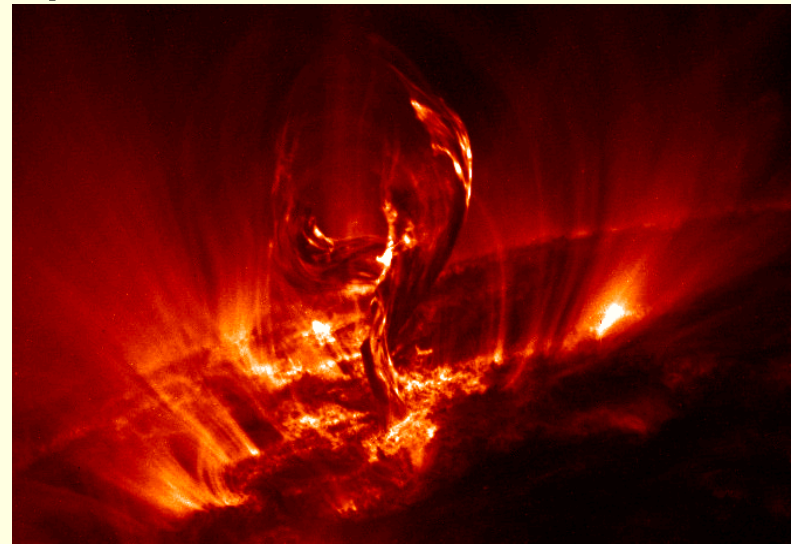
---

- fyzikální informace
  - je funkcí termodynamické nepravděpodobnosti – mírou vzrůstu organizovanosti v systému
  - je funkcí vazeb spojujících jednodušší části systému do komplexnějších celků
- přidání informace do systému → systém organizovanějším nebo se reorganizuje
- zpracování informace – forma práce: informační obsah systému je určen množstvím práce požadované k jeho vytvoření. 1 joul na 1 stupeň kelvina obsahuje  $10^{23}$  bitů

# Informační fyzika

---

- informace dělena na:
  - strukturní informaci – organizace hmoty a energie
  - kinetická informace – informace umožňující systému vstoupit do termodynamicky méně pravděpodobného stavu
- energie a informace vzájemně převoditelné: potenciální energie je ekvivalentní kinetické informaci
- teplo – forma energie bez informace (náhodný, neorganizovaný pohyb molekul)



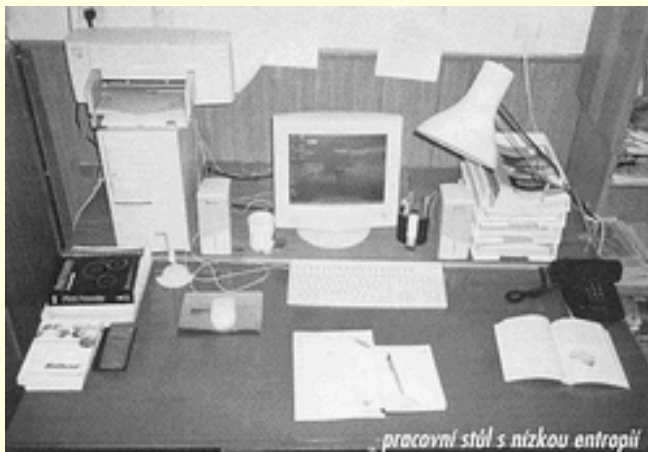
# Informační fyzika

---

- vzrůst entropie – energetický proces, kinetická informace degraduje na teplo
- všechny formy energie jiné než teplo obsahují informaci
- fyzikální informaci obsahují i fyzikální konstanty – odrážejí uspořádanost fyzikálních systémů nebo událostí
- informace nemůže být nikdy zničena, pokud platí deterministické zákony fyziky (stav systému v jednom okamžiku vždy určuje stav systému v dalším okamžiku)

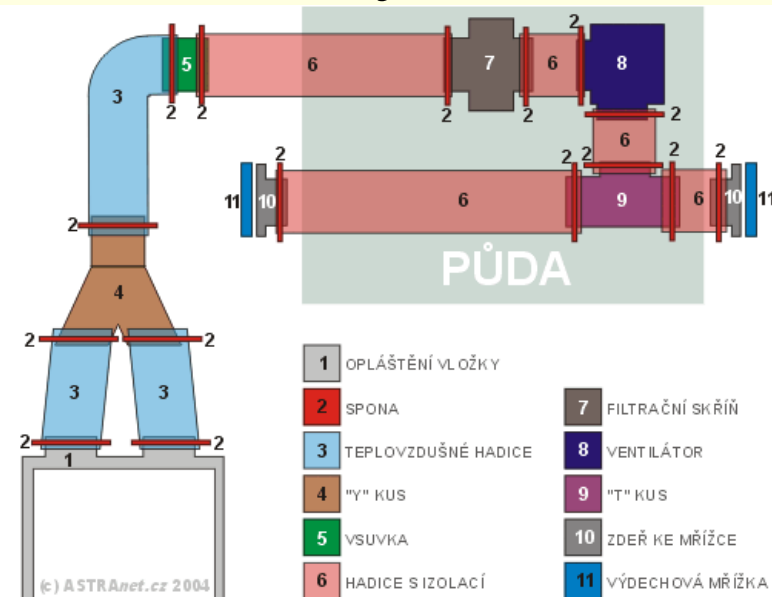
# Entropie

- *definice*: míra neuspořádanosti soustavy, růst vyjadřuje přechod od organizovaných, málo pravděpodobných stavů ke stavům chaotickým, vysoce pravděpodobných
- odstranění entropie po příjmu zprávy → vyjadřuje míru získané informace
- při růstu informace entropie klesá a naopak



# Entropie

- pojem z termodynamiky
  - směr energetických změn v systému směrem k nejpravděpodobnějšímu uspořádání jeho prvků
- část energie při práci systému degraduje na teplo – nevratná ztráta
- izolovaný termodynamický systém → ubývá energie, směr rovnovážný stav bez energie
- čím menší entropie, tím větší rozdíly v soustav → překvapení pro pozorovatele, větší informace



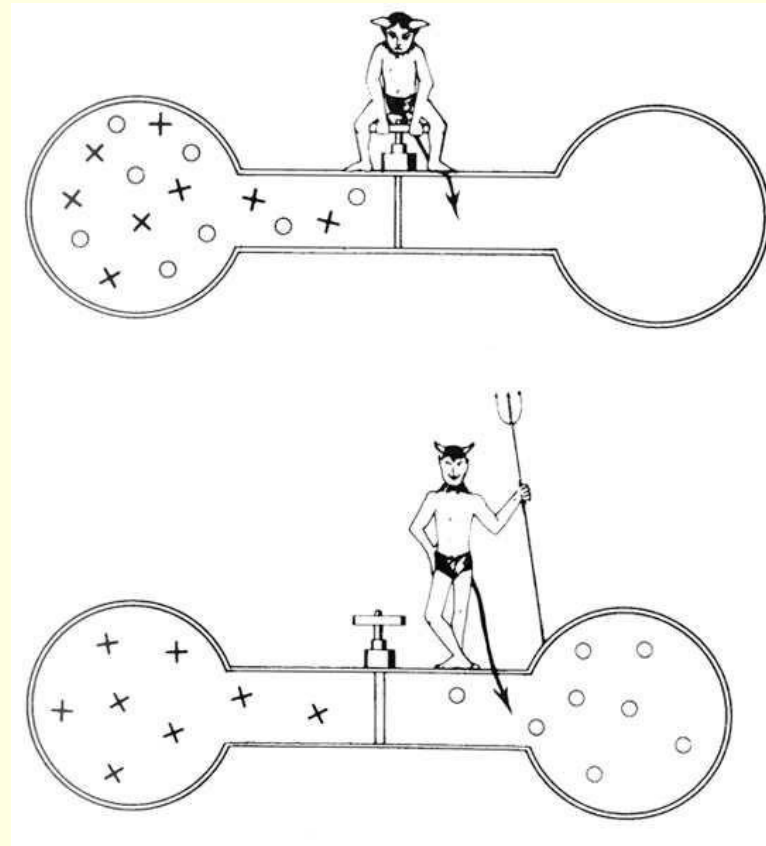
# Negentropie

- záporná entropie, organizace používají biologové otevřené systémy daleko od rovnováhy (život)
- sají uspořádanost z okolí (látky a energii), rozkládají ji, uvolněnou energii využívají k udržení vlastní organizace
- výsledek → degradací látek a energie zvyšují entropii svého okolí



# Maxwellův démon

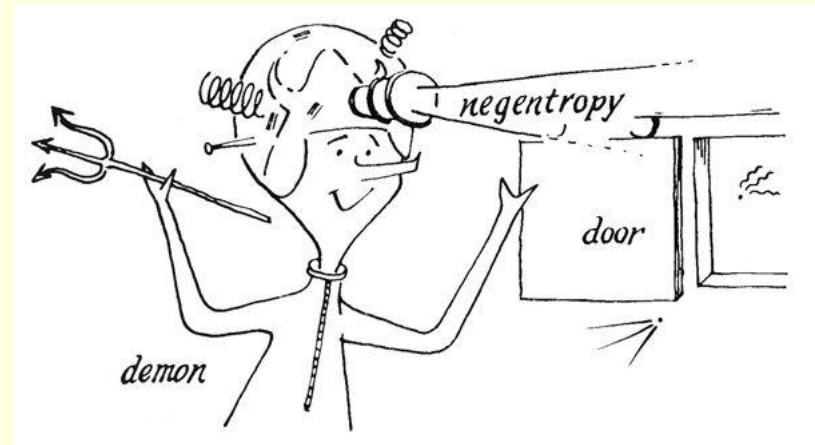
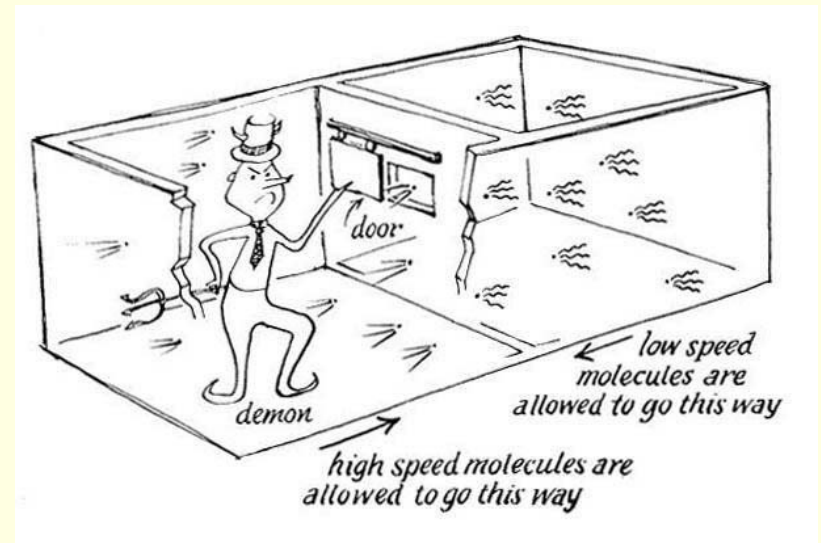
- myšlenkový experiment Jamese Clerka Maxwella
- mezi dvěma spojenými nádobami přepážka ovládaná démonem
- démon propouští rychlé molekuly jedním a pomalé druhým směrem
- výsledek: teplotní rozdíl mezi nádobami, využitelný pro další práci → perpetuum mobile
- démon – rozuměj mechanická či elektronická závora





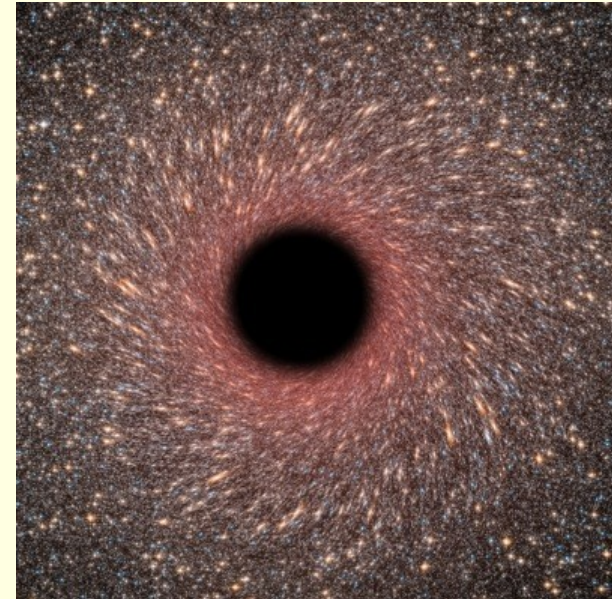
# Maxwellův démon

- Leo Szilard a Marian Smoluchowski – je porušen zákon o zachování energie
- v experimentu vynecháno úsilí démona samotného – musí získat informace o rychlosti molekul → měření = spotřeba energie
- ztráta energie větší, než energie získaná pro práci
- přesto možné využití v mikrosvětě - nanotechnologie



# Paradox ztráty informace v černých dírách

- gravitace zakřivuje světlo i časoprostor. Výjimečně hmotné a husté hvězdy mohou zkolabovat
- zhroucením hmoty vzniká téměř nekonečná gravitace, z dané oblasti (za horizontem událostí) neunikne ani světlo
- čas a prostor se zakřivují do té míry, že jsou zaměnitelné
- první zkoumání – hmota a energie ztrácející se v černé díře



# Paradox ztráty informace v černých dírách

---

- S. Hawking – důsledkem kvantových fluktuací na horizontu dochází k úniku tepla → černé díry se vyzařují. ALE: Teplo neobsahuje informaci.
- Kam se ztrácí informace (struktura látky), nemůže-li být zničena? – ohrožení deterministických základů fyziky
- Spekulace: informace může vstupovat do jiných světů – vznik představy paralelních vesmírů
- Hawking v roce 2004 předložil matematické argumenty, podle kterých zůstává informace zachována. Jakým způsobem se dostává z černých děr není zatím jasné. Možné řešení mají nabídnout experimenty s urychlovači částic v CERNu.

# Infony

- Stonier postuluje hypotetické kvantové částice: **infony**
- částice skládající se pouze z informace
  - nehmotné, bez energie a hybnosti
  - infon je foton, jehož vlnová délka nekonečná a frekvence nulová
- mohli bychom pak spekulovat o informačním silovém poli, v němž se změna v jednom místě projeví na více místech současně?
- hypotéza velmi složitě ověřitelná, za současnými možnostmi

# Fyzika zpracování informací

---

- počítače – stroje na transformaci energie na odpadní teplo a matematickou práci
- původní předpoklad: při každém elementárním kroku (rozhodnutí mezi 0 a 1, přenos bitu) je disipováno určité množství tepla
- R. Landauer – logické operace jsou reverzibilní, nezvyšují entropii, teplo není disipováno
- Ch. Bennett – vymazání logické operace je nevratné, dochází k disipaci tepla
- zapomínání vyžaduje práci

# Qubity a kvantové počítače

---

- Qubit – kvantový bit, jednotka kvantové informace
- informace kódována jako jeden ze dvou kvantových stavů kvantového objektu (např. vertikální x horizontální polarizace fotonu)
- superpozice – na objektu existuje současně celé kontinuum přechodných stavů (např. diagonální polarizace) až do chvíle jejich měření. Výsledný stav je funkcí pravděpodobnosti
- qubit nemusím mít hodnotu 0 či 1, zahrnuje všechny superpozice. Kvantový systém se může nacházet v obou stavech zároveň.
- Konkrétní hodnotu 0 či 1 nabývá qubit až ve chvíli měření

# Qubity a kvantové počítače

---

- Očekávaná využití:
  - kvantové počítače – provádí jednu operaci s velkým počtem hodnot současně  
[http://www.aldebaran.cz/bulletin/2003\\_21\\_qua.html](http://www.aldebaran.cz/bulletin/2003_21_qua.html)
  - kvantová teleportace – přenos qubitu z místa na místo bez nutnosti překonat mezilehlý prostor  
([http://www.aldebaran.cz/bulletin/2004\\_31\\_tel.html](http://www.aldebaran.cz/bulletin/2004_31_tel.html))
  - kvantová kryptografie – nerozluštitelné kódy  
[http://www.aldebaran.cz/bulletin/2005\\_14\\_kry.php](http://www.aldebaran.cz/bulletin/2005_14_kry.php)
  - <http://vimeo.com/12975725>



# LITERATURA

---

- STONIER, Tom. *Informace a vnitřní struktura vesmíru: průzkum v informační fyzice*. Praha : Ben, 2002. 159 s.
- GLEICK, James. *The Information: A History, A Theory, A Flood*. New York : Pantheon Books, 2011. eISBN 978-0-307-37957-3.
- BAWDEN, David. Mind the Gap: Transitions Between Concepts of Information in Varied Domains. In Steinerová, Jela (ed.). *Information Ecology and Libraries*. Bratislava : Comenius University, 2011. S. 7 – 13.
- HEY, Tony – WALTERS, Patrick. *Nový kvantový vesmír*. Praha : Argo, 2005. 429 s. ISBN 80-7203-699-8.