

(G)astronomiczne nazewnictwo

Michał Bejger ★ 24.01.11

- ★ Semantyka i etymologia - znaczenie i pochodzenie wyrazów
 - ★ Eponimy → wyrażenia odimienne, np. amper (*André Marie Ampère*), Ameryka (*Amerigo Vespucci*).
- Nazwy teorii i pojęć w astrofizyce niezwiązane z nazwiskami odkrywców
 - ★ nazwy związane z jedzeniem.

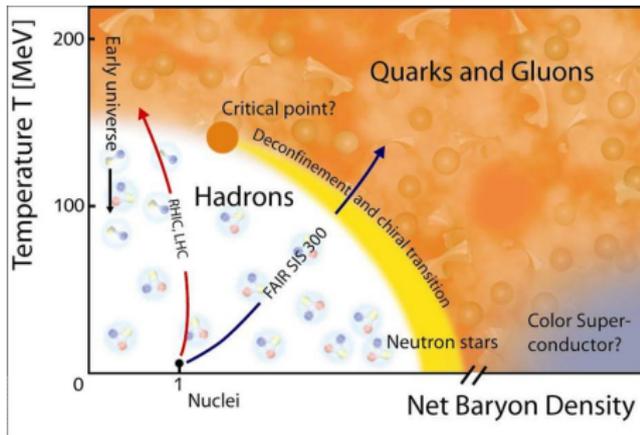
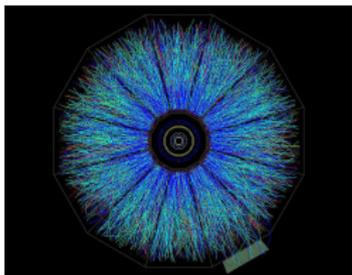
Zupa kwarkowo-gluonowa

Stan chromodynamiczny o bardzo wysokiej temperaturze i gęstości

Standardowy Model Materii:

| | | Three Generations of Matter (Fermions) | | | | |
|---------|---------------|--|---------------------------------|--------------------------------|------------------------------|--|
| | | I | II | III | | |
| mass→ | | 2.4 MeV | 1.27 GeV | 171.2 GeV | 0 | |
| charge→ | | $\frac{2}{3}$ | $\frac{2}{3}$ | $\frac{2}{3}$ | 0 | |
| spin→ | | $\frac{1}{2}$ | $\frac{1}{2}$ | $\frac{1}{2}$ | 1 | |
| name→ | | u up | c charm | t top | γ photon | |
| Quarks | | 4.8 MeV | 104 MeV | 4.2 GeV | 0 | |
| | | $-\frac{1}{3}$ | $-\frac{1}{3}$ | $-\frac{1}{3}$ | 0 | |
| | | $\frac{1}{2}$ | $\frac{1}{2}$ | $\frac{1}{2}$ | 1 | |
| | | d down | s strange | b bottom | g gluon | |
| Leptons | | <2.2 eV | <0.17 MeV | <15.5 MeV | 91.2 GeV | |
| | | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| | | $\frac{1}{2}$ | $\frac{1}{2}$ | $\frac{1}{2}$ | 1 | |
| | | ν _e electron neutrino | ν _μ muon neutrino | ν _τ tau neutrino | Z ⁰ weak force | |
| | 0.511 MeV | 105.7 MeV | 1.777 GeV | 80.4 GeV | | |
| | -1 | -1 | -1 | ±1 | | |
| | $\frac{1}{2}$ | $\frac{1}{2}$ | $\frac{1}{2}$ | 1 | | |
| | e electron | μ muon | τ tau | W [±] weak force | | |

+ bozon Higgsa

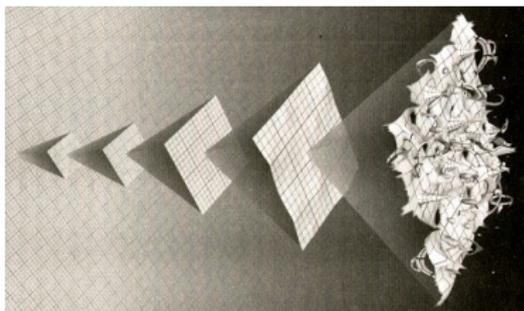


Próbkowanie obszarów diagramu fazowego związanych z ekstremalnymi fazami materii:

- ★ Eksperymenty naziemne (RHIC, LHC),
- ★ Astrofizyka bardzo gęstej materii (gwiazdy neutronowe).

(Kwark [ang. quark]: „Three quarks for Muster Mark!” z powieści J. Joyce’a „Finnegans Wake”)

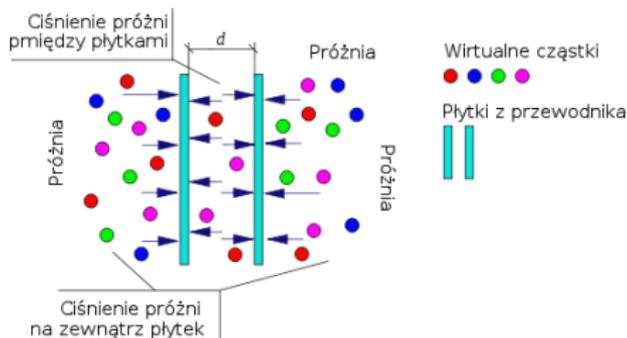
Kwantowa piana



- ★ J. Wheeler (1955): „Kwantowa piana” jako struktura czasoprzestrzeni w skali **długości Plancka**,

$$l_p = \sqrt{\hbar G/c^3} \simeq 1.62 \times 10^{-35} \text{ m},$$

- ★ Energia próżni (*ang. zero-point energy*) $10^{-15} - 10^{107} \text{ J/cm}^3 \rightarrow$ stała kosmologiczna, ciemna energia (70% gęstości energii Wszechświata!).



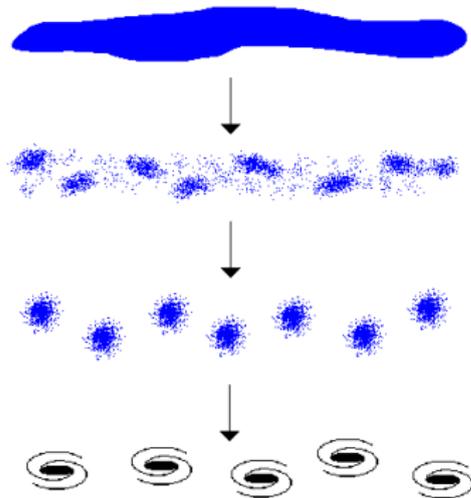
Effect Casimira: równoległe przewodzące płytki w próżni przyciągają się (przy odl. 10mm - ciśnienie równe 1 atm.)

Naleśniki Zeldowicza

J. B. Zeldowicz (1970): Jak formowały się pierwsze struktury we wczesnym Wszechświecie: *bottom-up* czy *top-down*?

- ★ **bottom-up**: najpierw tworzone są małe struktury, które z czasem łączą się w większe,
- ★ **top-down**: Wielkoskalowa niejednorodność, która z czasem fragmentuje na mniejsze struktury.

Pierwszy przykład obserwacyjny „naleśnika” tj. koncentracji **neutralnego wodoru** dla $z = 3.4$ (linia wodoru neutralnego 21cm, 1991, VLA)



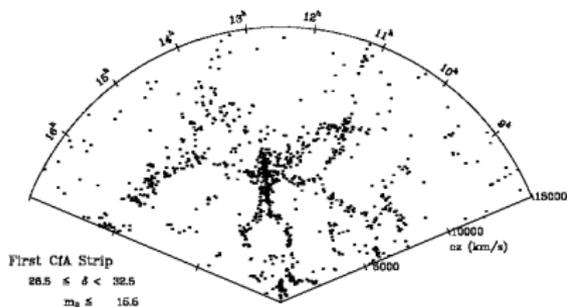
Mechanizm top-down formowania się struktur

(przesunięcie ku czerwieni $z \equiv \lambda_o/\lambda_e - 1$)

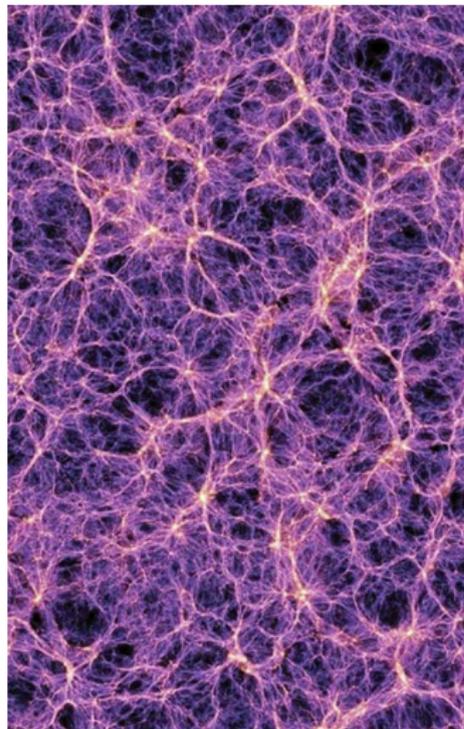
Naleśniki Zeldowicza

J. B. Zeldowicz (1970): Jak formowały się pierwsze struktury we wczesnym Wszechświecie: *bottom-up* czy *top-down*?

- ★ **bottom-up**: najpierw tworzone są małe struktury, które z czasem łączą się w większe,
- ★ **top-down**: Wielkoskalowa niejednorodność, która z czasem fragmentuje na mniejsze struktury.



(„Palce Boga”)

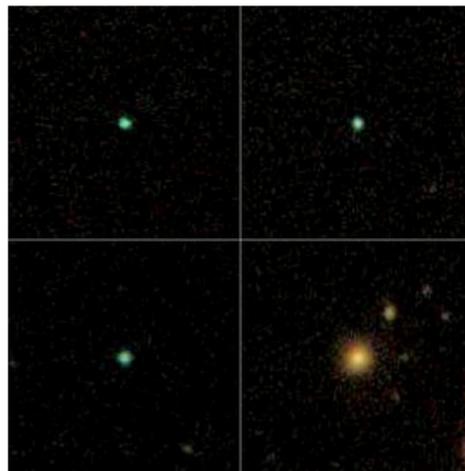
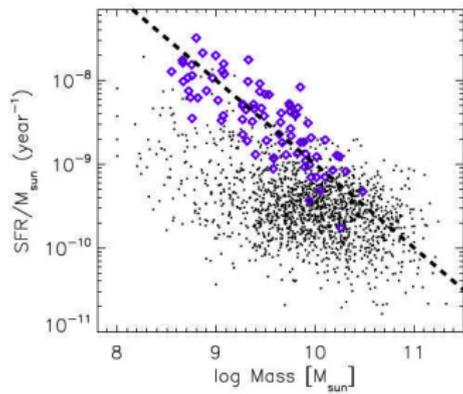


Symulacja struktury wielkoskalowej

Zielone groszki

Nowy klasa galaktyk, odkryta w 2007 przez ochotników w katalogu SDSS
(Sloan Digital Sky Survey): <http://www.galaxyzoo.org>

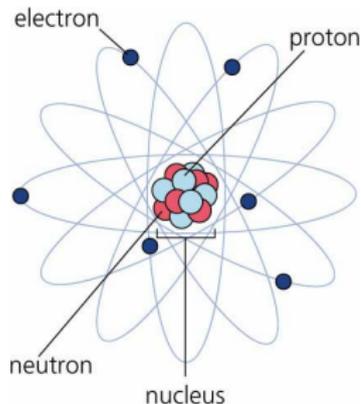
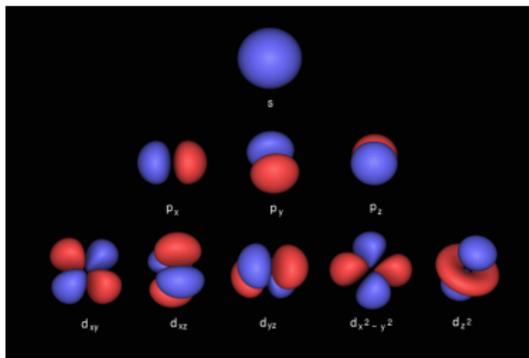
- ★ Przesunięcia ku czerwieni:
 $z = \lambda_o / \lambda_e - 1 = 0.112 - 0.360$,
- ★ Widma obfite w **linie emisyjne tlenu** (kolor!),
- ★ Procesy **formowania się gwiazd** na niespotykaną skalę,
- ★ Świadek krótkotrwałego (w skali kosmicznej), ale bardzo ważnego etapu życia galaktyk,
- ★ podklasa *Luminous Compact Galaxies (LCG)*
~ 250 znanych Zielonych Groszków z ok. 1mln galaktyk w Galaxy Zoo.



Ciasto z rodzynkami: model atomu

Atom - rozmiar 10^{-10} m, rozmiar jądra: 10^{-15} m.

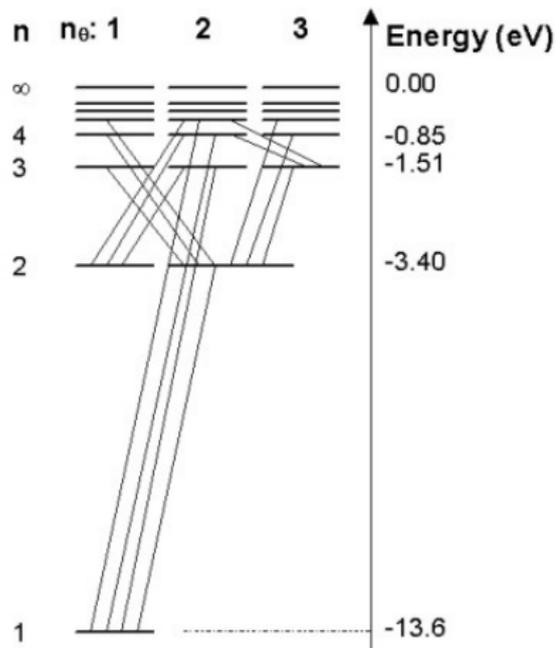
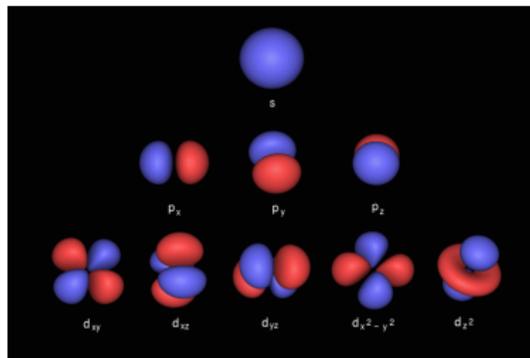
- ★ Model atomu J.J. Thomsona, odkrywcy elektronu (1897, *ang. plum pudding model*),
- ★ Zastąpiony w 1911 przez „planetarny” model E. Rutherforda (doświadczenie Geigera-Marsdena),
- ★ Powstanie mechaniki kwantowej - Model Bohra, orbity i energie elektronów skwantowane, zasada Pauliego, model powłokowy.



Ciasto z rodzynkami: model atomu

Atom - rozmiar 10^{-10} m, rozmiar jądra: 10^{-15} m.

- ★ Model atomu J.J. Thomsona, odkrywcy elektronu (1897, *ang. plum pudding model*),
- ★ Zastąpiony w 1911 przez „planetarny” model E. Rutherforda (doświadczenie Geigera-Marsdena),
- ★ Powstanie mechaniki kwantowej - Model Bohra, orbity i energie elektronów skwantowane, zasada Pauliego, model powłokowy.

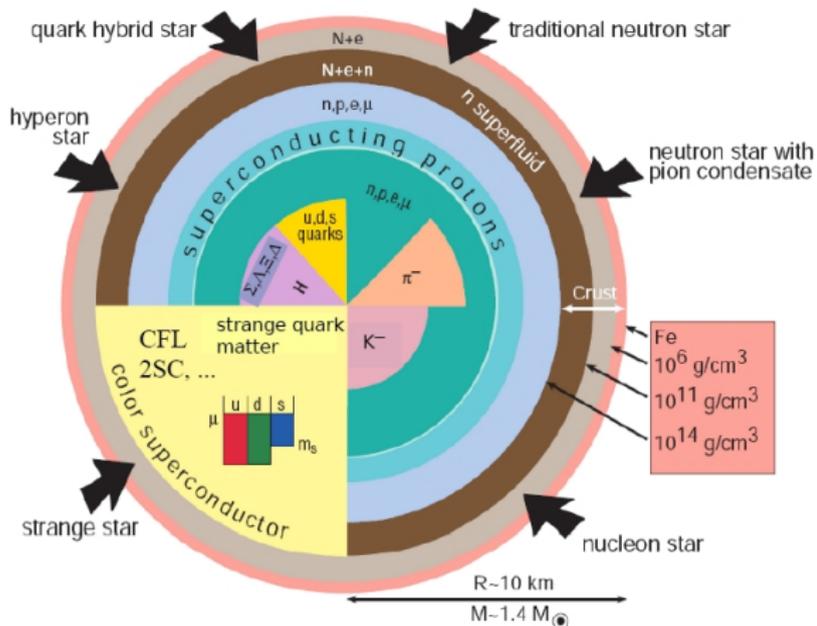


(poziomy energetyczne elektronu dla atomu wodoru)

Struktury „makaronowe” (*ang. pasta phases*)

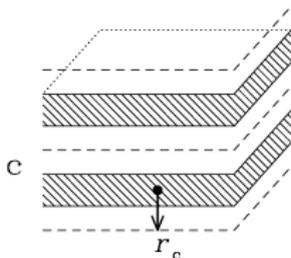
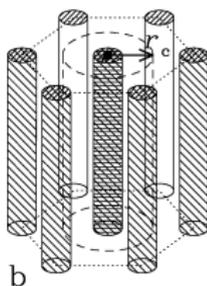
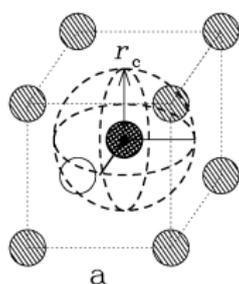
Tajemnicze wnętrza gwiazd neutronowych, które obserwujemy w rentgenowskich układach podwójnych, układach relatywistycznych i jako pulsary.

- ★ Masa $1 - 2M_{\odot}$
- ★ Promień ~ 10 km
- ★ Średnia gęstość $\sim 10^{14}$ g/cm³
- ★ Pole magnetyczne 10^8 G $< B < 10^{15}$ G
- ★ Zwartość $r_g/R \simeq 0.3$ ($r_g = 2GM/c^2$)



Struktury „makaronowe” (*ang. pasta phases*)

Dla gęstości wyższych niż punkt wypływu neutronów, w obliczeniach równania stanu materii kształt jąder musi być traktowany jako zmienna termodynamiczna, odpowiada on minimum **całkowitej energii** przy danej **gęstości materii** (występowanie: region w okolicach gęstości jądrowej, $1 - 2 \times 10^{14} \text{ g/cm}^3$)



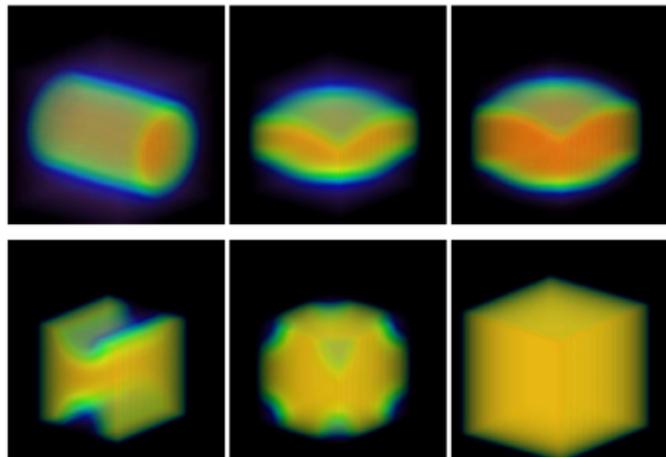
Zacieniowane obszary -
materia jądrowa, białe - gaz
neutronów

W żargonie „pasta phases”:

- ★ cylindry - spaghetti,
- ★ płyty - lasagna,
- ★ bąble - ser szwajcarski/klopsiki

Struktury „makaronowe” (*ang. pasta phases*)

Dla gęstości wyższych niż punkt wypływu neutronów, w obliczeniach równania stanu materii kształt jąder musi być traktowany jako zmienna termodynamiczna, odpowiada on minimum **całkowitej energii** przy danej **gęstości materii** (występowanie: region w okolicach gęstości jądrowej, $1 - 2 \times 10^{14} \text{ g/cm}^3$)



Różne rodzaje struktur dla temperatury $T = 2.5 \text{ MeV}$ ($\sim 10^{11} \text{ K}$)

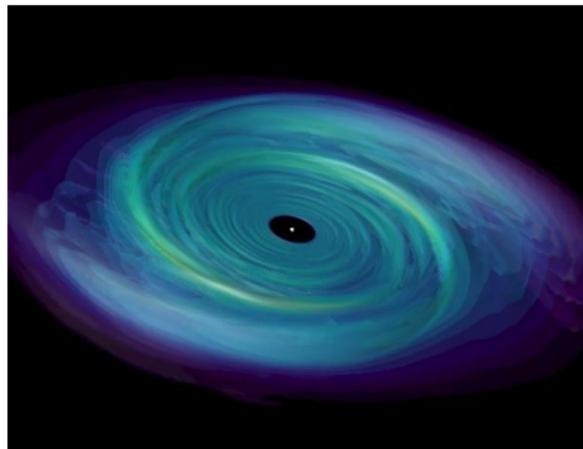
Model „pączka” dysku akrecyjnego (ang. Polish doughnut)



(topologicznie tożsamy ze sferą)



(topologicznie torus)



- ★ Dyski akrecyjne obserwuje się wokół czarnych dziur, gwiazd neutronowych, białych karłów oraz zwykłych gwiazd,
- ★ wydajnie zamieniają masę-energię ($E = mc^2$) na promieniowanie, $> 0.1 mc^2$ (Słońce „tylko” $0.007 mc^2$).

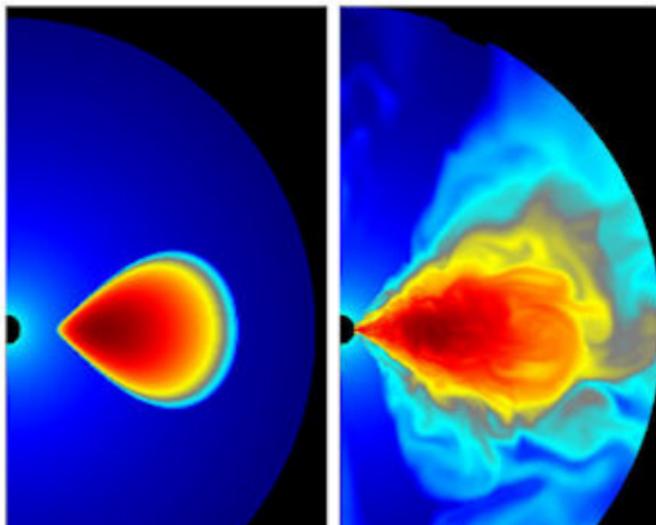
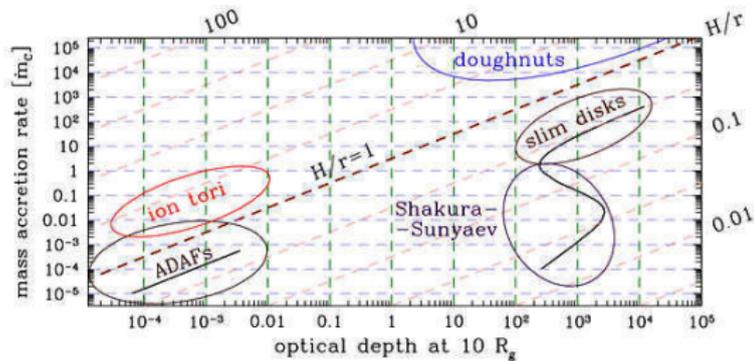
Model „pączka” dysku akrecyjnego (ang. Polish doughnut)

Własności „polskich pączków”:

- ★ Optycznie i geometrycznie grube,
- ★ Mała lepkość gazu,
- ★ Akrecja materii jest super-Eddingtonowska,

Jasność Eddingtona:

$L_{Edd} = 4\pi GMm_p c / \sigma_T$,
równowaga pomiędzy siłą grawitacji a ciśnieniem promieniowania.



Mgławice planetarne

Obiekty związane z asymptotyczną gałęzią olbrzymów:

- ★ Faza życia średnio-masywnych gwiazd ($0.5 - 8 M_{\odot}$),
- ★ „Palenie” wodoru w otoczce jądra po opuszczeniu Ciągu Głównego,

Model „cebulowy” ewolucji masywnej gwiazdy:

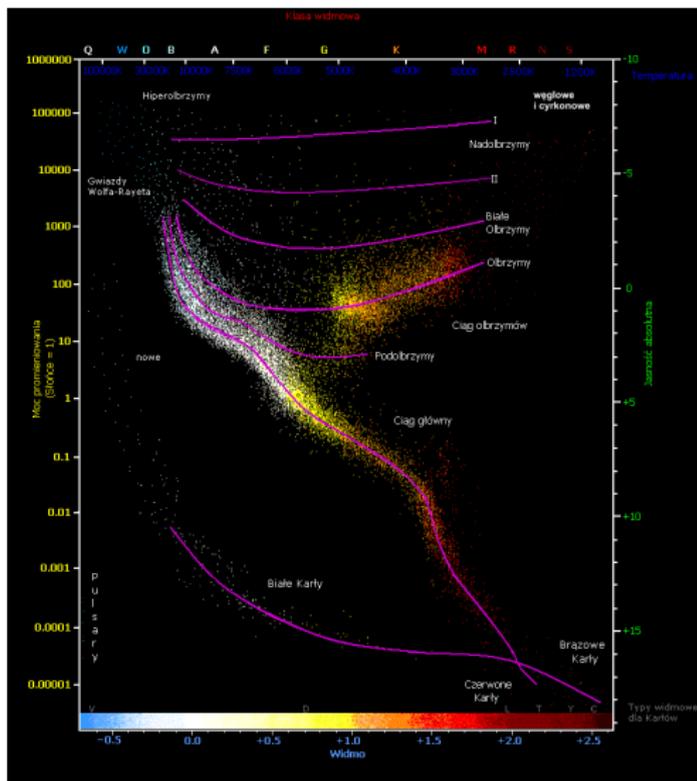
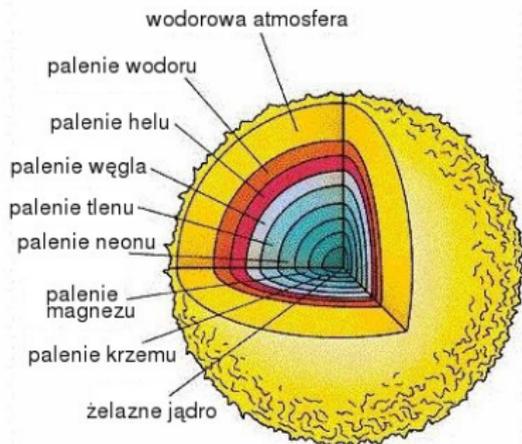


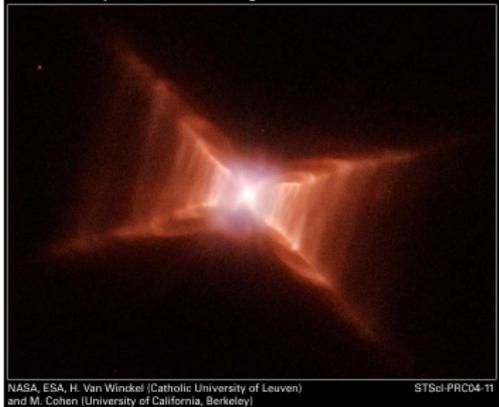
Diagram Hertzsprunga-Russella

Mgławice planetarne

Obiekty związane z asymptotyczną gałęzią olbrzymów:

- ★ Faza życia średnio-masywnych gwiazd ($0.5 - 8 M_{\odot}$),
- ★ „Palenie” wodoru w otoczce jądra po opuszczeniu Ciągu Głównego,
- ★ Pulsy termiczne (przykład - Mira Ceti),
- ★ Odrzucenie otoczki → mgławica planetarna.

Proto-Planetary Nebula • Red Rectangle • HD 44179 HST • WFPC2



Mgławica Czerwony Prostokąt

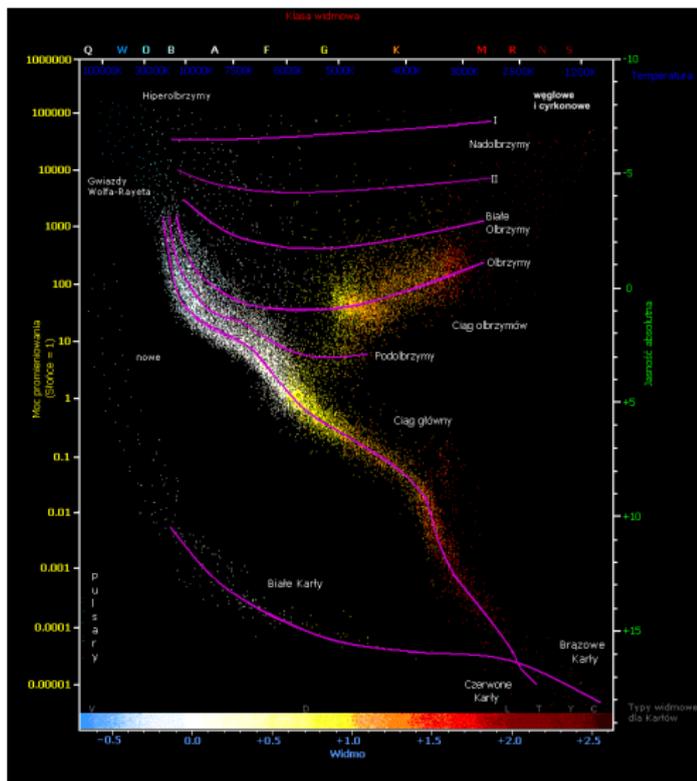


Diagram Hertzsprung-Russella

Mgławice planetarne

- ★ **Jajo** (*ang. Egg*),
- ★ Zgnięte Jajo (*ang. Rotten Egg*),
- ★ Wata Cukrowa (*ang. Cotton Candy*),
- ★ Plasterek Cytryny (*ang. Lemon Slice*).
- ★ Orzeszek ziemny (*ang. Peanut*),
- ★ Hamburger Gomeza (*ang. Gomez's Hamburger*),

Mgławica Jajo

- ★ Rozmiar: 0.2 roku świetlnego,
- ★ Odległość: 3000 lat świetlnych,
- ★ Gwiazdozbiór: Łabędź,
- ★ Osiowosymetryczna struktura sugeruje wypływ materii → dysk akrecyjny (nie potwierdzono).

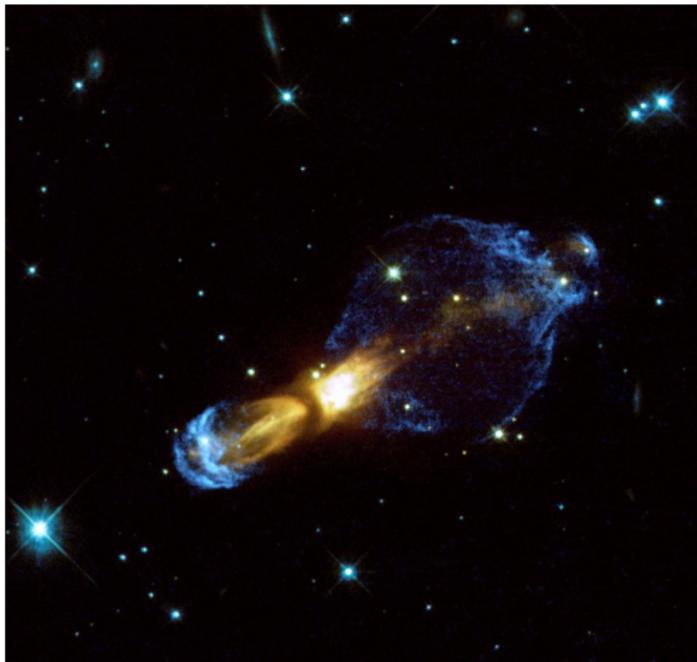


Mgławice planetarne

- ★ Jajo (*ang. Egg*),
- ★ **Zgniłe Jajo** (*ang. Rotten Egg*),
- ★ Wata Cukrowa (*ang. Cotton Candy*),
- ★ Plasterek Cytryny (*ang. Lemon Slice*).
- ★ Orzeszek ziemny (*ang. Peanut*),
- ★ Hamburger Gomeza (*ang. Gomez's Hamburger*),

Mgławica Zgniłe Jajo

- ★ Rozmiar: 0.7 roku świetlnego,
- ★ Odległość: 4200 lat świetlnych,
- ★ Gwiazdozbiór: Rufa,
- ★ Większość materii, którą obserwujemy została wyrzucona ~ 1000 lat temu.

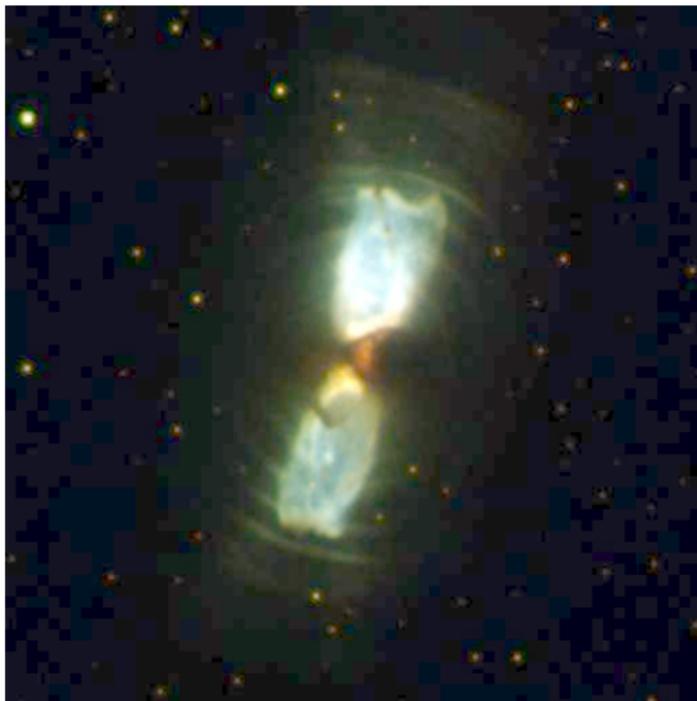


Mgławice planetarne

- ★ Jajo (*ang. Egg*),
- ★ Zgniłe Jajo (*ang. Rotten Egg*),
- ★ **Wata Cukrowa** (*ang. Cotton Candy*),
- ★ Plasterek Cytryny (*ang. Lemon Slice*),
- ★ Orzeszek ziemny (*ang. Peanut*),
- ★ Hamburger Gomeza (*ang. Gomez's Hamburger*),

Mgławica Wata Cukrowa

- ★ Gwiazdozbiór: Skorpion,
- ★ Dynamiczna ewolucja - wiatr gwiazdowy gwiazdy centralnej centralnej osłabł w ciągu ostatnich 150 lat.

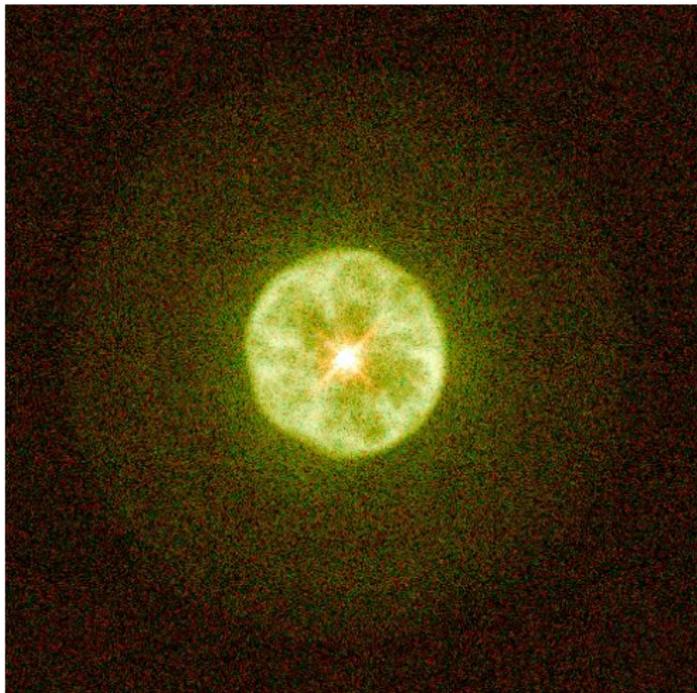


Mgławice planetarne

- ★ Jajo (*ang. Egg*),
- ★ Zgniłe Jajo (*ang. Rotten Egg*),
- ★ Wata Cukrowa (*ang. Cotton Candy*),
- ★ **Plasterek Cytryny** (*ang. Lemon Slice*).
- ★ Orzeszek ziemny (*ang. Peanut*),
- ★ Hamburger Gomeza (*ang. Gomez's Hamburger*),

Mgławica Plasterek Cytryny

- ★ Rozmiar: 0.4 roku świetlnego,
- ★ Odległość: 4500 lat świetlnych,
- ★ Gwiazdozbiór: Żyrafa,
- ★ Bardzo prosta struktura - obserwujemy wzdłuż osi symetrii?



Mgławice planetarne

- ★ Jajo (*ang. Egg*),
- ★ Zgniłe Jajo (*ang. Rotten Egg*),
- ★ Wata Cukrowa (*ang. Cotton Candy*),
- ★ Plasterek Cytryny (*ang. Lemon Slice*).
- ★ **Orzeszek ziemny** (*ang. Peanut*),
- ★ Hamburger Gomeza (*ang. Gomez's Hamburger*),

Mgławica Orzeszek ziemny

- ★ Rozmiar: 0.617 roku świetlnego,
- ★ Odległość: 780 lat świetlnych,
- ★ Gwiazdozbiór: Perseusz,
- ★ Znana również jako M76 (obiekt Messiera).



Mgławice planetarne

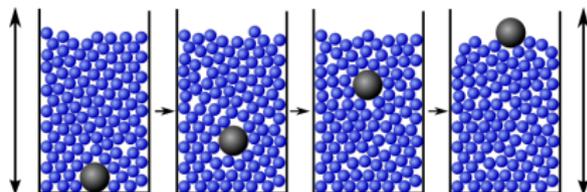
- ★ Jajo (*ang. Egg*),
- ★ Zgniłe Jajo (*ang. Rotten Egg*),
- ★ Wata Cukrowa (*ang. Cotton Candy*),
- ★ Plasterek Cytryny (*ang. Lemon Slice*).
- ★ Orzeszek ziemny (*ang. Peanut*),
- ★ **Hamburger Gomeza** (*ang. Gomez's Hamburger*),

Hamburger Gomeza

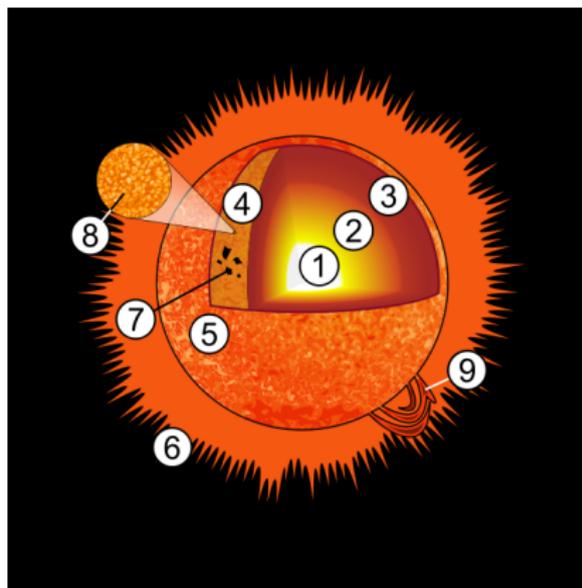
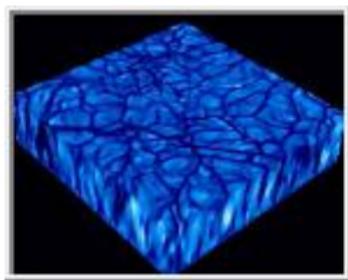
- ★ Młoda gwiazda (typ A) otoczona przez dysk protoplanetarny,
- ★ Odległość: 900 lat świetlnych,
- ★ Obiekt odkryty przez Arturo Gomoza, technika z teleskopu Cerro Tololo w Chile.



Efekt „orzeskowy” (ang. brazil nut effect, müsli effect)



- ★ Przykład tzn. ziarnistej konwekcji,
- ★ Formowanie się „komórek konwektywnych” podobnych do tych z dynamiki płynów.

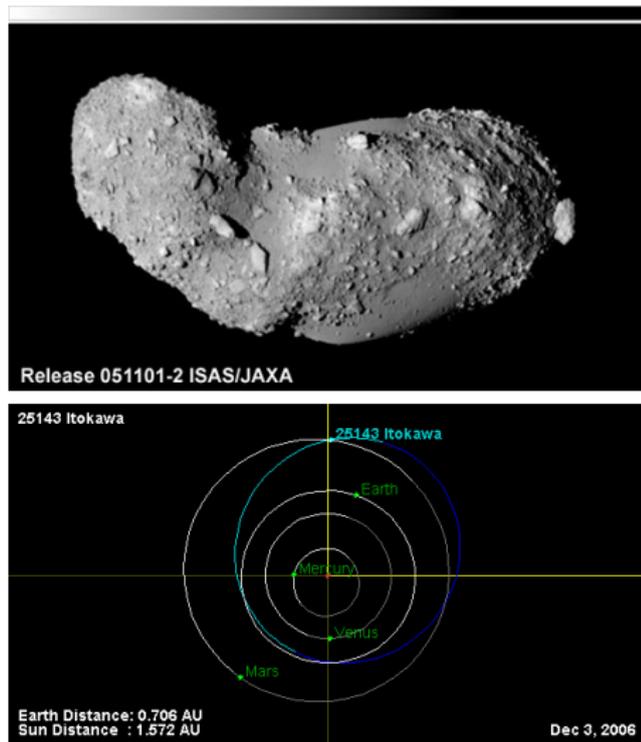


Efekt „orzeshkowy” (*ang. brazil nut effect, müsli effect*)

Planetoida 25143 Itokawa -
przykład obiektu „gruzowego”,
członek **grupy Apollo** (od 1862
Apollo):

- ★ Aphelium - 1.695 AU,
- ★ Perihelium - 0.953 AU,
- ★ Półość wielka - 1.324 AU,
- ★ Spłaszczenie orbity - 0.280,
- ★ rozmiary - 535x294x209 m.

Cel misji satelitarnej Hayabusa
(2000)



Promień „ziemniaka” (*ang. potato radius*)

Kiedy planetoidę można nazywać planetą?

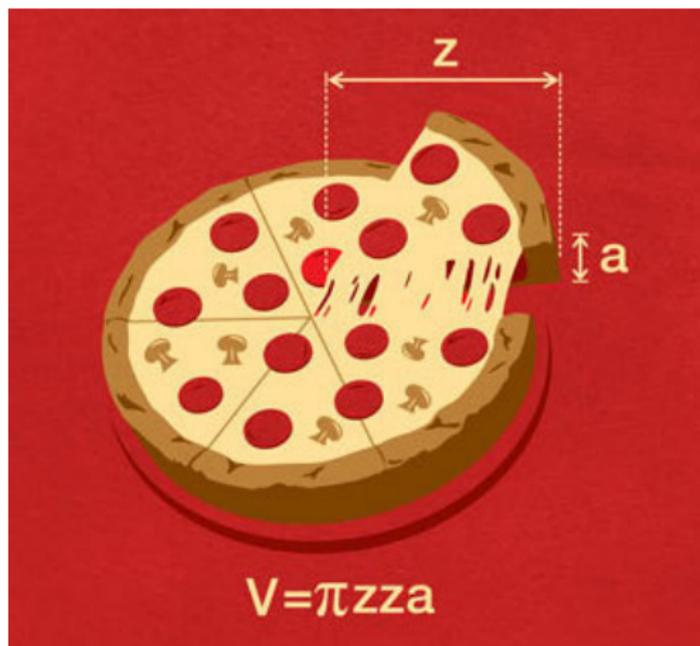
- ★ jest na orbicie wokół Słońca,
- ★ Ma dostatecznie dużą masę, by przyjąć kształt bliski kulistemu,
- ★ „Oczyściła” grawitacyjnie otoczenie swojej orbity.

Pluton ($r = 2300$ km, pólś wielka 40 AU) nie spełnia punktu 3, od 2006 przemianowany przez Międzynarodową Unię Astronomiczną na **134340 Pluton, planetę karłowatą**.

Obliczenia dot. figur równowagi hydrostatycznej - rozmiar, przy którym planetoida staje się „sferyczna”: ~ 200 km.



Dziękuję za uwagę :-)



(twierdzenie o pizzy)