

KOSMOLOGICZNE ZASADY ANTROPICZNE

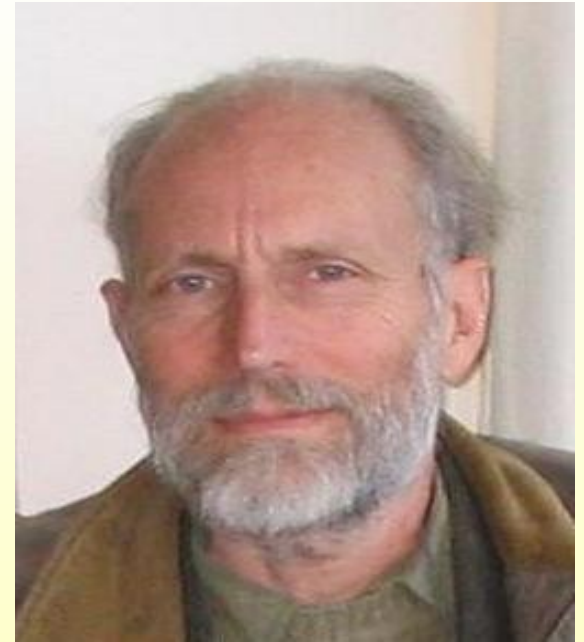


Mariusz P.
Dąbrowski
(IF US)

Szczecińska Grupa Kosmologiczna –
<http://cosmo.fiz.univ.szczecin.pl>

Kosmologiczne Zasady Antropiczne

**Brandon Carter (1974),
Frank J. Tipler
i John D. Barrow (1986)**



Co spowodowało, że spośród wielu możliwych dróg ewolucji Wszechświata została wybrana taka, która doprowadziła do powstania galaktyk, gwiazd, układów planetarnych oraz kolejno nieświadomego i świadomego życia?

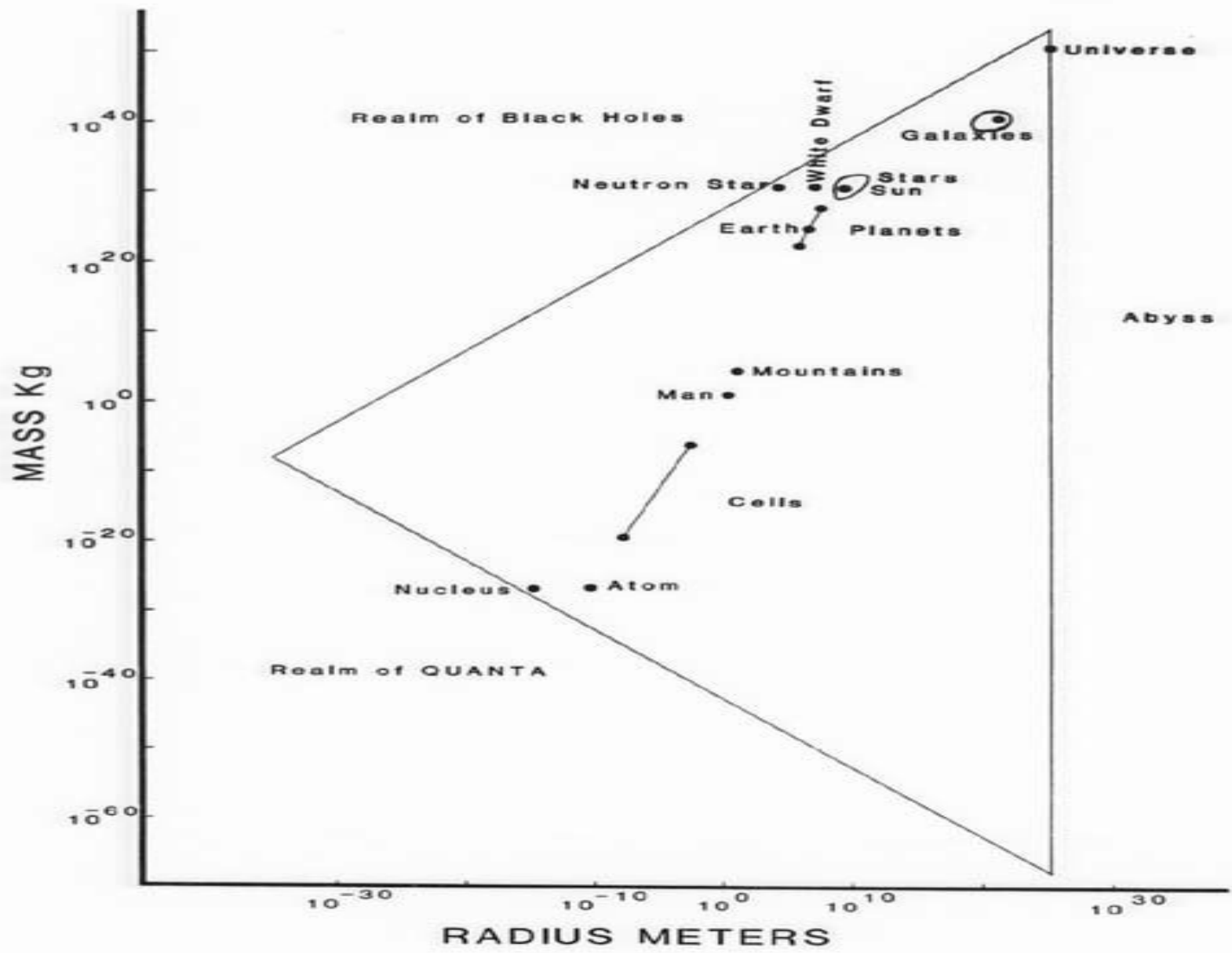
(fizyka, chemia, biologia, psychologia, filozofia, teologia)

Człowiek a Wszechświat.

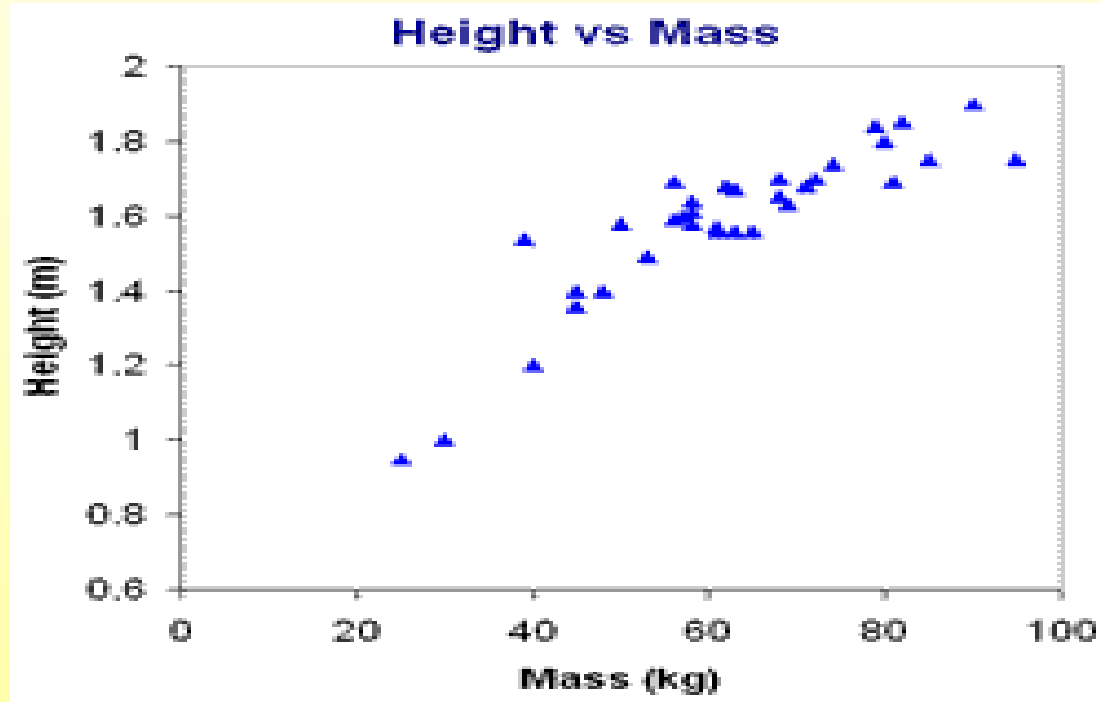
*Jakie miejsce we Wszechświecie
zajmuje człowiek – szerzej –
przyroda nieożywiona i ożywiona.*

*Masy i rozmiary obiektów we
Wszechświecie nie są dowolne.*

Co to oznacza?



Wzrost i masa populacji ludzkiej



Object	Radius m	Mass kg
Universe	10^{26}	10^{51}
Galaxy Milky Way	10^{21}	10^{41}
Star Sun	10^9	10^{30}
planet earth	10^4	10^{25}
Man	10^0	10^2
bacterium		
virus		
atom hydrogen	10^{-10}	10^{-27}
nucleus hydrogen	10^{-15}	10^{-27}

**Dlaczego świat fizyczny jest pełen różnych
„koincydencji”, które są wymagane aby
mogło zaistnieć życie.**

Przykłady (wybrane z setek): Ziemia ma wyjątkowo **dużego satelitę dzięki czemu nie „kolebie” się chaotycznie; atomy mają **zwartą strukturę**: jądro, „pusta przestrzeń”, elektrony, dzięki czemu może rozwijać się chemia (skala jądra/skala atomu $\ll 1$); nukleosynteza pierwotna silnie zależy od wartości **stałej sprzężenia e-m**, która jest większa od stosunku mas elektronu do protonu.**

Słaba Zasada Antropiczna

Obserwowane wartości wszystkich wielkości fizycznych i kosmologicznych **nie są jednakowo prawdopodobne**, lecz są ograniczone wymaganiami, żeby istniały we Wszechświecie obszary, w których **może rozwinąć się życie** oparte na węglu oraz wymaganiami, aby Wszechświat był wystarczająco stary, aby takie życie mogło się rozwinąć.

(życie „może” powstać)

Inspiracja – Hipoteza Wielkich Liczb Diraca – ich wartości uwarunkowane czynnikami biologicznymi

Twierdzenie Bayesa

A, B – zdarzenia

P(A) – prawdopodobieństwo a priori (prior probability) zajścia A – bez uwzględniania żadnej informacji o B; P(B) - analogicznie

P(A|B) – prawdopodobieństwo warunkowe zajścia zdarzenia A, przy zajściu B (posterior probability)

P(B|A) – prawdopodobieństwo warunkowe zajścia zdarzenia B, przy zajściu A

$$P(A|B) = [P(B|A)P(A)]/P(B) = P(A \text{ i } B)/P(B)$$

(Przykład: Monty Hall problem)

**Względne prawd. słuszności teorii K i L w świetle
faktu E:**

$$P(K|E)/P(L,E) = [P(E|K)P(K)]/[P(E/L)P(L)]$$

Przykład kosmologiczny:

**Hipoteza K – wielki rozmiar W-ta wcale nie jest
wymagany dla powstania życia na Ziemi**

**Hipoteza L – życie na Ziemi związane jest z
rozmiarem W-ta**

Fakt E – Wszechświat ma co najmniej 10 mld lat

(tyle czasu trwa wytworzenie bioaktywnych pierwiastków w gwiazdach)

$$P(L|E) = [P(E|L)P(L)]/P(E)$$

**Mimo, że $P(E|L) \ll 1$, to w świetle $P(L/E) \sim 1$ wcale
hipoteza L nie jest mało prawdopodobna**

Silna Zasada Antropiczna

Wszechświat *musi* posiadać własności, które pozwolą na rozwinięcie się życia na pewnym etapie jego ewolucji.

Inaczej (fizycznie):

stałe natury (np. stała grawitacji) i **prawa natury** (np. prawo powszechnego ciężenia) muszą mieć wartości lub postać, która dopuszcza istnienie życia

Interpretacja A

Istnieje **tylko jeden** możliwy Wszechświat
„zaprojektowany” w celu wytworzenia i utrzymania
„obserwatorów”.

(teleologia – „Inteligentny Projektant”)

Interpretacja B

**Obserwatorzy są konieczni, aby Wszechświat mógł
zaistnieć.**

(PAP – Participatory Anthropic Principle)

(John Archibald Wheeler, idee Berkeleyya)

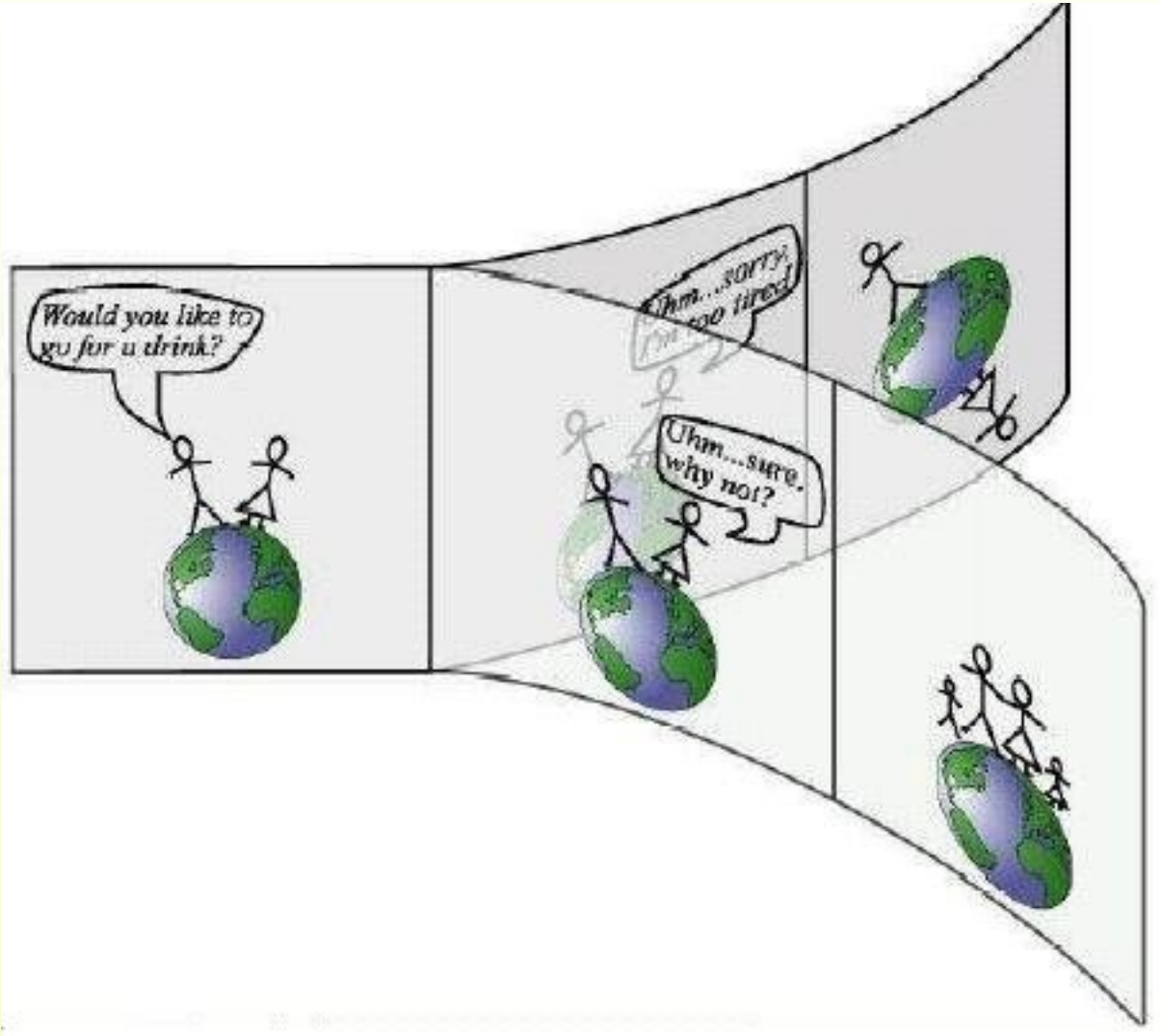
Interpretacja C

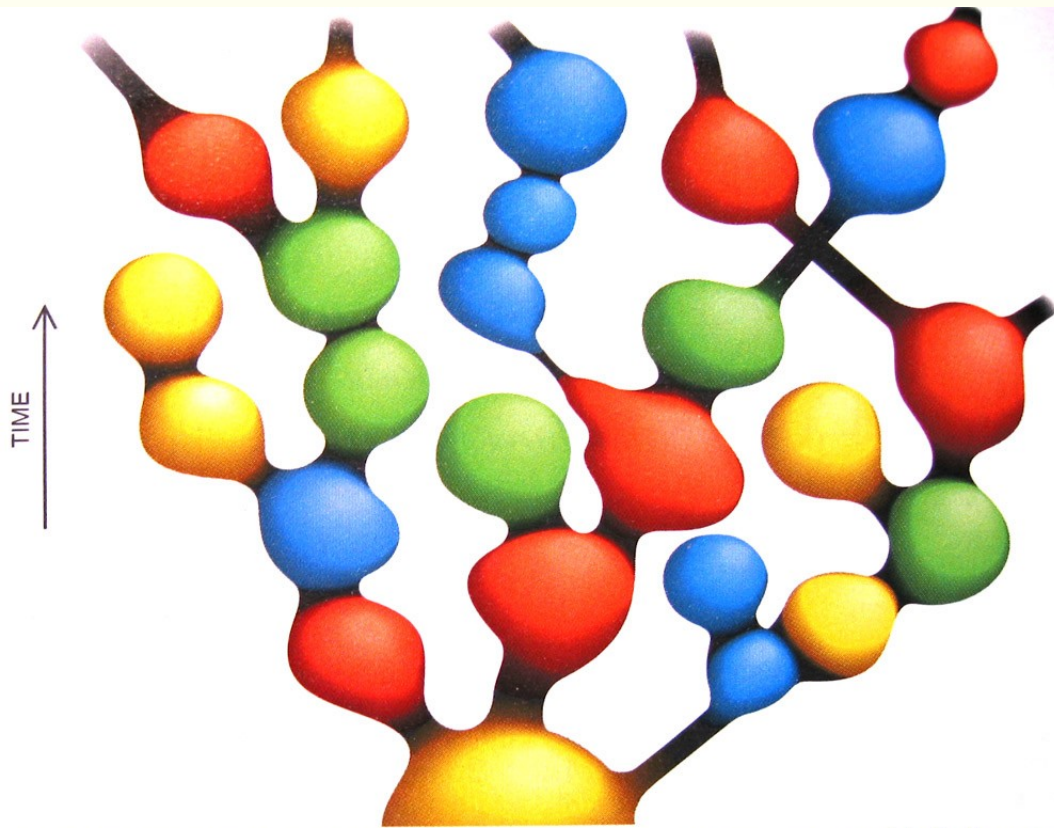
Cały zespół innych wszechświatów jest konieczny, aby mógł zaistnieć Nasz Wszechświat.

(Teoria wielu-światów H. Everetta; współczesna teoria superstrun dopuszcza ogromną liczbę sposobów

(10^{500}) generacji możliwych stałych natury.

Każdy z tych Wszechświatów może rządzić się innymi prawami natury (różne grupy unifikacji))





SELF-REPRODUCING COSMOS appears as an extended branching of inflationary bubbles. Changes in color represent “mutations” in the laws of physics from parent universes. The properties of space in each bubble do not depend on the time when the bubble formed. In this sense, the universe as a whole may be stationary, even though the interior of each bubble is described by the big bang theory.



Końcowa Zasada Antropiczna

**We Wszechświecie musi pojawić się inteligentne
przetwarzanie informacji.
Jeśli się pojawi, to nigdy nie zaniknie.**

Inne sformułowanie (Końcowej Zasady Antropicznej) :

**Żadne wartości moralne nie mogą istnieć we
Wszechświecie, który nie dopuszcza życia
świadomego.**

Dyskusja Silnej Zasady Antropicznej – wersja C

W – zbiór **wszelkich możliwych** Wszechświatów z wszelkimi możliwymi wartościami stałych natury (np. prędkość światła) oraz możliwymi prawami natury (np. prawo grawitacji Newtona)

P – zbiór Wszechświatów z wartościami stałych natury i prawami natury, które dopuszczają **istnienie obserwatora** (niekoniecznie człowieka)

T – test (obserwacja), który ze zbioru wszystkich możliwych Wszechświatów W opisywanego określoną teorią fizyczną **wybiera** Wszechświat należący do zbioru P

*Determinantami dopuszczalnych
rozmiarów obiektów we Wszechświecie są
oddziaływania fundamentalne w
przyrodzie – ich natężenie określone jest
odpowiednimi stałymi sprzężenia.*

Grawitacyjne – zasięg nieskończony

Elektromagnetyczne – zasięg nieskończony

Jądrowe silne – zasięg jądra

Jądrowe słabe – zasięg 1000 razy mniejszy

Rozmiary atomów i molekuł determinowane są dwoma parametrami:

- stałą struktury subtelnej równą $\alpha = 1/137$
- stosunkiem mas elektronu i protonu równym $\beta = 1/1836$

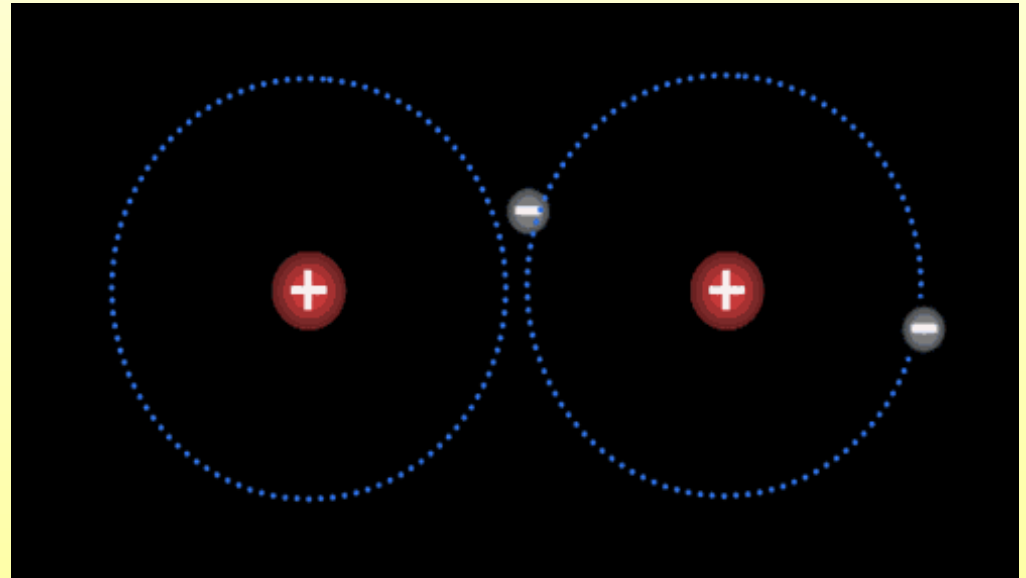
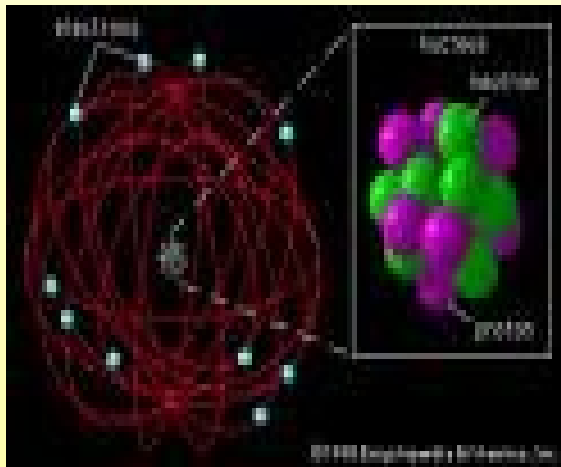
Okazuje się, że rozmiar jądra do rozmiaru atomu jest proporcjonalny do wielkości:

- comptonowska dł. fali jądra/promienia atomu = $\alpha\beta \ll 1$

To powoduje, że atomy mają zwartą strukturę.

- energia wiązania atomu $E \sim Z^2 10^5$ K byłaby mniejsza dla większego β (na przykład gdybyśmy elektron zastąpili mionem ($\beta = 0,11$) lub taonem ($\beta = 1,89$))

Obiekty życia codziennego (np. książka) – istnieją dzięki **równowadze między odpychającym ciśnieniem zdegenerowanych elektronów w atomach oraz elektrostatycznym przyciąganiem się tych elektronów z jądrami.**



Większe obiekty (np. planety) – więcej ładunków elektrycznych prowadzi do niestabilności; zaczyna odgrywać rolę oddziaływanie grawitacyjne (masa zaczyna być istotna, nie tylko ładunek elektryczny) – pojawia się **równowaga** między odpychającym ciśnieniem zdegenerowanych elektronów oraz grawitacyjnym przyciąganiem.



Szczegółowe rozważania pokazują, że **rozmiary planet zależą od stałych sprzężenia** oddz. elektromagnetycznych (α) oraz grawitacyjnych (α_G), co daje ich promień i masę:

$$R \sim (\alpha / \alpha_G)^{1/2} a_0 / A \sim (0,7/A) 10^6 \text{ km} \quad (A - \text{liczba masowa})$$
$$M \sim 10^{28} (1/A^2) \text{ kg}$$

Ziemia głównie złożona **z kwarcu** SiO₂ (A=60) i daje to wynik
 $R \sim 10^4 - 10^5$ oraz $M \sim 6 \times 10^{24} \text{ kg}$

Lepsza zgodność dla dużych planet - Jowisz $M=1,9 \times 10^{27} \text{ kg}$

„Zamieszkiwalne” planety (z życiem organicznym):

Najmniejszy rozmiar zamieszkiwalnej planety:

Księżyc i mniejsze ciała niebieskie nie są
w stanie utrzymać swojej atmosfery!!!

Średnia prędkość ruchu termicznego cząsteczek gazów atmosfery
po nagrzaniu przez Słońce jest większa od prędkości ucieczki tych
cząsteczek

Największy rozmiar zamieszkiwalnej planety:

Planeta większa od Jowisza pod wpływem silnego grawitacyjnego
przyciągania wzajemnego swoich cząstek zapaliłaby się wewnątrz
(reakcjami syntezy jądrowej) i stała się gwiazdą.

Galileusz (1638) - siła/spójność organizmów żywych oraz ich rozmiar zależą w inny sposób od ich wymiarów liniowych L:

- masa/rozmiar rosną jak L^3
- spójność/siła zależą jak L^2

Także: utrata ciepła/produkcja ciepła $\sim L^2 / L^3 \sim 1/L$

Proporcjonalne powiększanie rozmiaru zwierząt spowoduje, że nie będą one mogły podtrzymać własnego ciężaru – nastąpi rozerwanie wiązań molekularnych

Warunek na „istnienie” człowieka:

Graw. E_p na powierzchni planety $<$ energii rozerwania wiązań

Zależy także od α i α_G :

$$L_c \sim A^{(-1/6)} 10^{(1/2)} (\alpha/\alpha_G)^{(1/4)} a_0 \sim \alpha 10000 \text{ cm}$$

$$M_c \sim A 10^{(-9/2)} (\alpha/\alpha_G)^{(1/4)} m_N \sim 100 \text{ kg}$$

Im wyższe stworzenie/obiekt tym łatwiej może się łamać pod wpływem własnego ciężaru.

Największy znany ssak na Ziemi – płetwal błękitny ma średnią masę
130 ton

W wodzie ciężar efektywny $Q_e = (1 - r_w/r_s) Q$

Co daje największą masę dopuszczalną dla czworonożnego zwierzęcia lądowego ok. 90 ton (brachiozaur ważył 80 ton)

Obecnie słoń waży „tylko” ok. 7 ton.

Podsumowanie:

Fenomen życia na planecie Ziemia jest **ściśle związany** z określonymi własnościami fundamentalnych sił (danych prawami fizyki i stałymi fizyki) jakie występują we Wszechświecie i siły te w Naszym Wszechświecie mają **ściśle określoną postać**, która to życie warunkuje.

Kosmologiczne Zasady Antropiczne są narzędziem, które daje wgląd w zagadnienie **konieczności lub dowolności wyboru** konkretnej postaci tych sił w Naszym Wszechświecie.

