

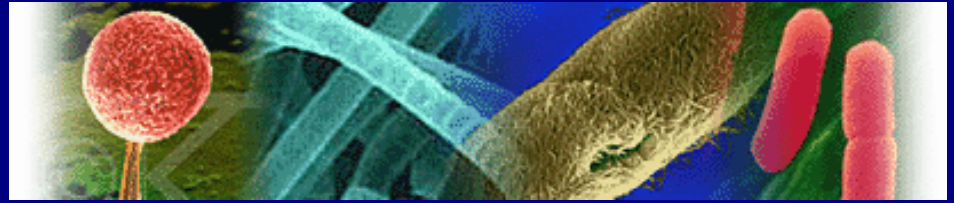
「生命」—— 看看自己



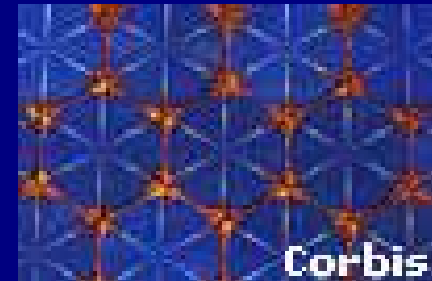
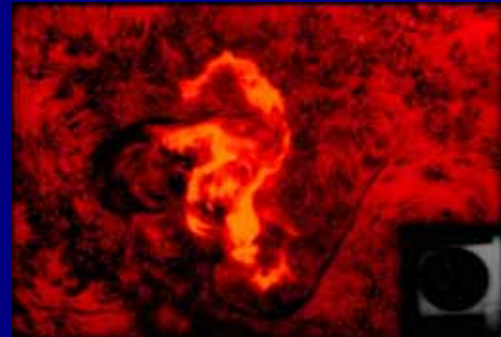
- 我們目前只知道一種形式的生命，也就是地球上的這種
- 極度複雜 卻又不可思議的簡單
天體、物體、生命體 → 原子、分子
- 用我們知道的唯一生命形態去推測其他可能，是極不可靠的。
然而用「1」去外差，即使誤差會很大，卻總勝過用「0」去推測！



生命的特徵



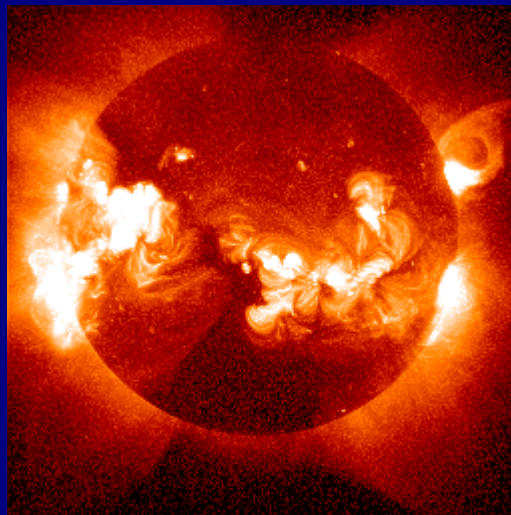
- 設想登陸某外星世界尋找繁衍與演化的證據呢？找什麼呢？
- 生命是一堆原子、分子 **哪些原子、分子？** 只是物質形態的一種，以致在根本上可以用物理、化學來描述？**哪些化學反應？** 還是得有「靈氣」才行？ **But, but 靈氣是甚麼呢？**
- 生命的定義一說就錯，看了就（才）知道？



繁衍 (to reproduce) 與 演化 (to evolve) ?



得有生、老、病、死？



Q: 人體中哪種元素含量最豐富？

A :

- 氫
- 氧
- 碳
- 鈣

A :

- 氫

不同環境裡的元素豐度

太陽		地球		地殼	
氫	90.99%	氧	50%	氧	47%
氦	8.87	鐵	17	矽	28
氧	0.078	矽	14	鋁	8.1
碳	0.033	鎂	14	鐵	5.0
氖	0.011	硫	1.6	鈣	3.6
氮	0.010	鎳	1.1	鈉	2.8
地球大氣		細菌		人類	
氮	78%	氫	63%	氫	61%
氧	21	氧	29	氧	26
氫	0.93	碳	6.4	碳	10.5
碳	0.03	氮	1.4	氮	2.4
氖	0.0018	磷	0.12	鈣	0.23
氦	0.00052	硫	0.06	磷	0.13

不同環境裡的元素豐度

太陽		地球		地殼	
氫	90.99%	氧	50%	氧	47%
氦	8.87	鐵	17	矽	28
氧	0.078	矽	14	鋁	8.1
碳	0.033	鎂	14	鐵	5.0
氖	0.011	硫	1.6	鈣	3.6
氮	0.010	鎳	1.1	鈉	2.8
地球大氣		細菌		人類	
氮	78%	氫	63%	氫	61%
氧	21	氧	29	氧	26
氫	0.93	碳	6.4	碳	10.5
碳	0.03	氮	1.4	氮	2.4
氖	0.0018	磷	0.12	鈣	0.23
氦	0.00052	硫	0.06	磷	0.13

- 以成分來說，生物與恆星相似的程度更甚於所在的地球！

地球生命是由隨處可得的元素構成的

- 就我們所知，宇宙其他地方的化學及物理和我們這裡是一樣的

**宇宙別的地方要形成生命，
起碼在材料上不虞匱乏**

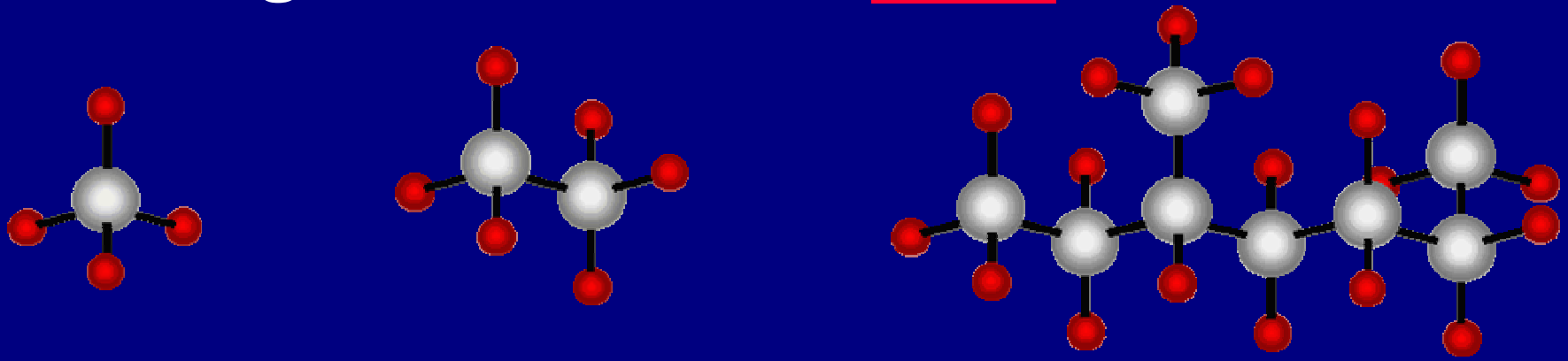
- 絕大多數生命體由少數幾種簡單的分子構成



- 碳、氫、氧、氮主宰生物體組成不是偶然；是因為這些元素具有特殊的性質。

週期表

- 例如碳是「四價元素」，可以和四個其他元素結合，綿延不斷，形成巨型化合物（cf 樂高積木），足以攜帶大量訊息，e.g., 長鏈型碳化合物、DNA



生命的多樣性，來自碳元素的多樣性

非碳不可嗎？

- 碳夠穩定，但又不致太「頑強」
- 週期表 其他元素呢？「矽」也很不錯但是含量比碳少

所以當然可能有以矽元素為基底的生命，但機率比較低
電腦病毒算不算一種生命反應？

- 碳化學需要「適中」的溫度
- 提供溫度（能源）的重要！
- 維持溫度（水）的重要！

- 當然，光知道成分不足以瞭解生命
成分 → 簡單分子 → 複雜分子 → 器官
- 地球上的胺機酸單體，除極少數的例外（一些細胞壁的蛋白質），全都是左旋！
- 非生命的則比例各半
- 構成生命的分子顯然「很挑」
→ 選擇性地只用一種形式以增加化學反應的效率

- 胺基酸可能有幾乎無限多種，生物體上常見的卻只有廿種！
- 不同的蛋白質：不同的胺基酸（一般約百來個），以不同順序組合。可以有 20^{100} 種可能的蛋白質（比宇宙中所有的原子數還多！）
- 我們知道的生物體一般製造、使用卻只有不到十萬種蛋白質

生命既簡單又複雜，但極度挑剔！

生命的能量來源



- 地球上幾乎所有能量皆來自太陽
- 太陽的能量來自內部的熱融合核子反應（ $4\text{H} \rightarrow \text{He} + \text{能量}$ ）
- 植物透過光合作用將能量儲存於複雜的化學鍵結中
- 逆反應就是**氧化**（燃燒、新陳代謝），將儲存的能量釋放出來，提供生命生存、活動之用

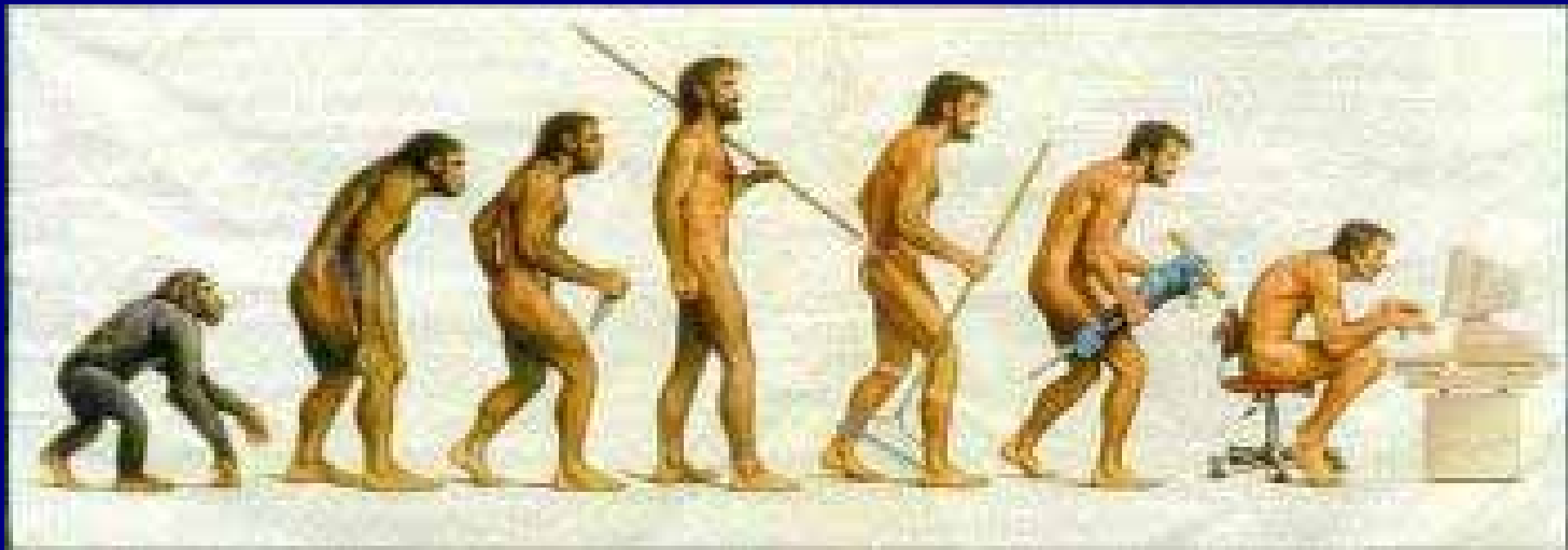
- 某些生物（例如人類及動物）取用儲存在植物中的能量
- 過程簡單，但使用複雜的結構與方式
我們吃東西，卻沒有變成那樣東西！
- 生命在極微觀的原子層面交換、運作
塵歸塵、土歸土
在這個層面哪有生死之別呢



- 生命很早就出現在地球
超過35億年前 比很多恆星壽命都還久！
- 能夠延續的動力在於穩定而源源不斷的能量供應
- 這歸因於光合作用，及生物巧妙地取自原本來自太陽的能量

**這使得生命得以宇宙
的時間尺度維續**





這一路走來好辛苦，但運氣真好！

Q: 太陽系共有多少行星？

∧，什麼是行星？

- ✓有「地」嗎？
- ✓繞著太陽運轉嗎？
- ✓夠大嗎？



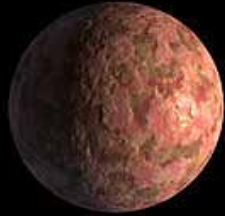
AstroNews
2004-03-15



Scientists Find Another Huge Mini-World in Outer Solar System



天體名稱	Sedna	Pluto
大小	< 1770 km	~2300 km
距離太陽	86 AU	~30-50 AU
軌道週期	10,000 年	248 年
平均溫度	-240°C	~ -180°C



Sedna
800-1100 miles
in diameter



Quaoar
(800 miles)



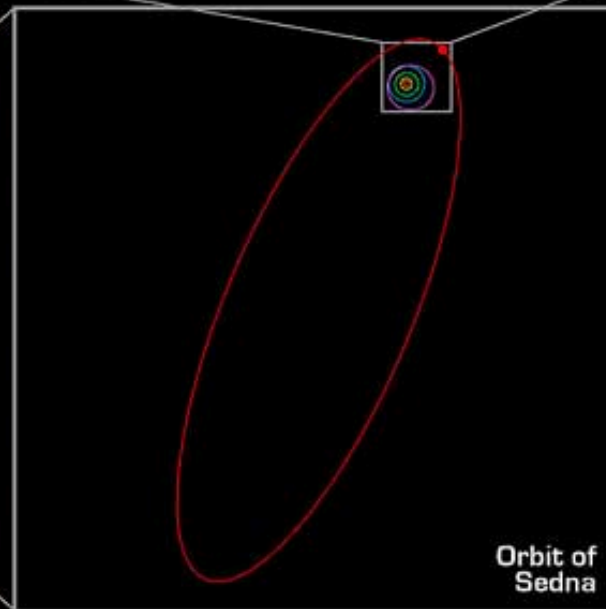
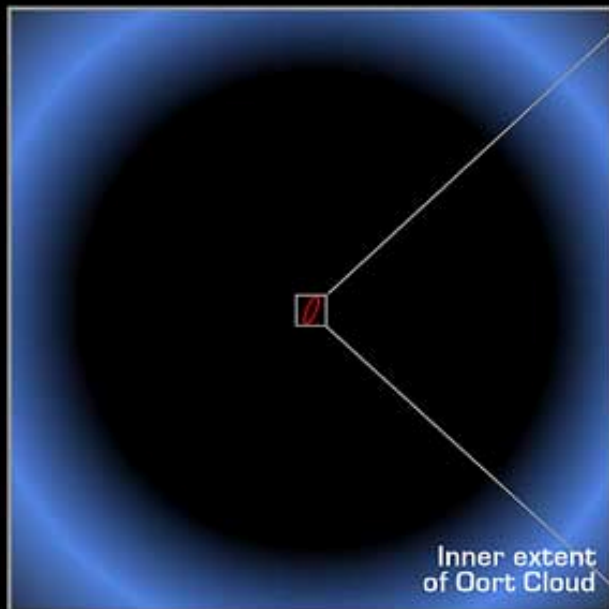
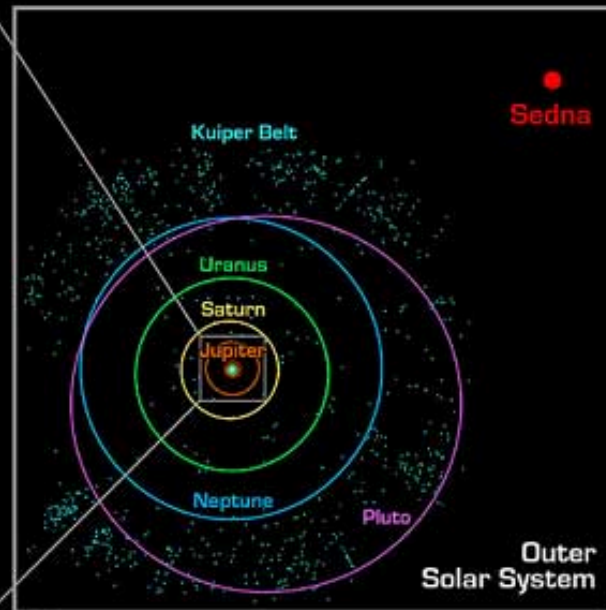
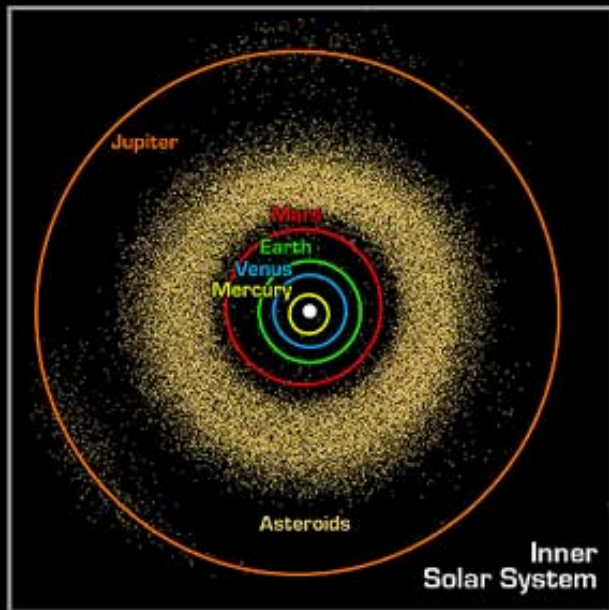
Pluto
(1400 miles)



Moon
(2100 miles)



Earth
(8000 miles)

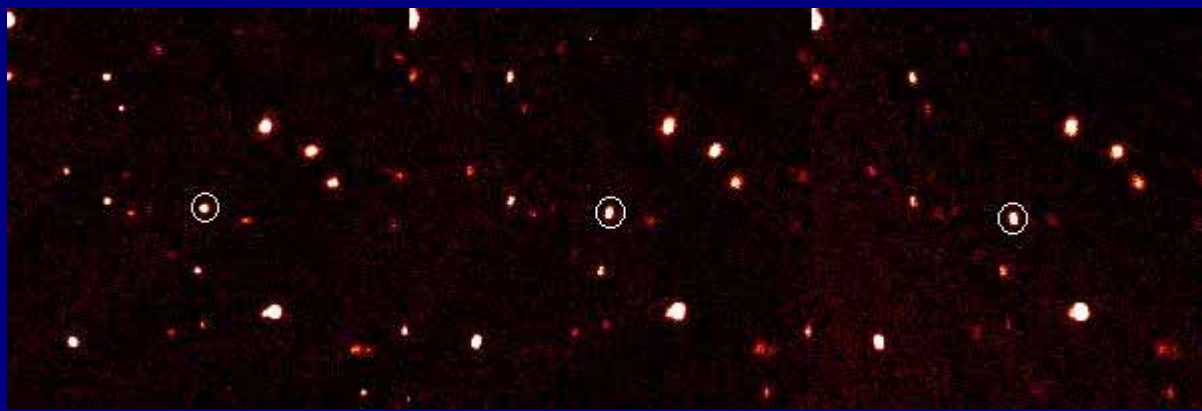


The 10th Planet?



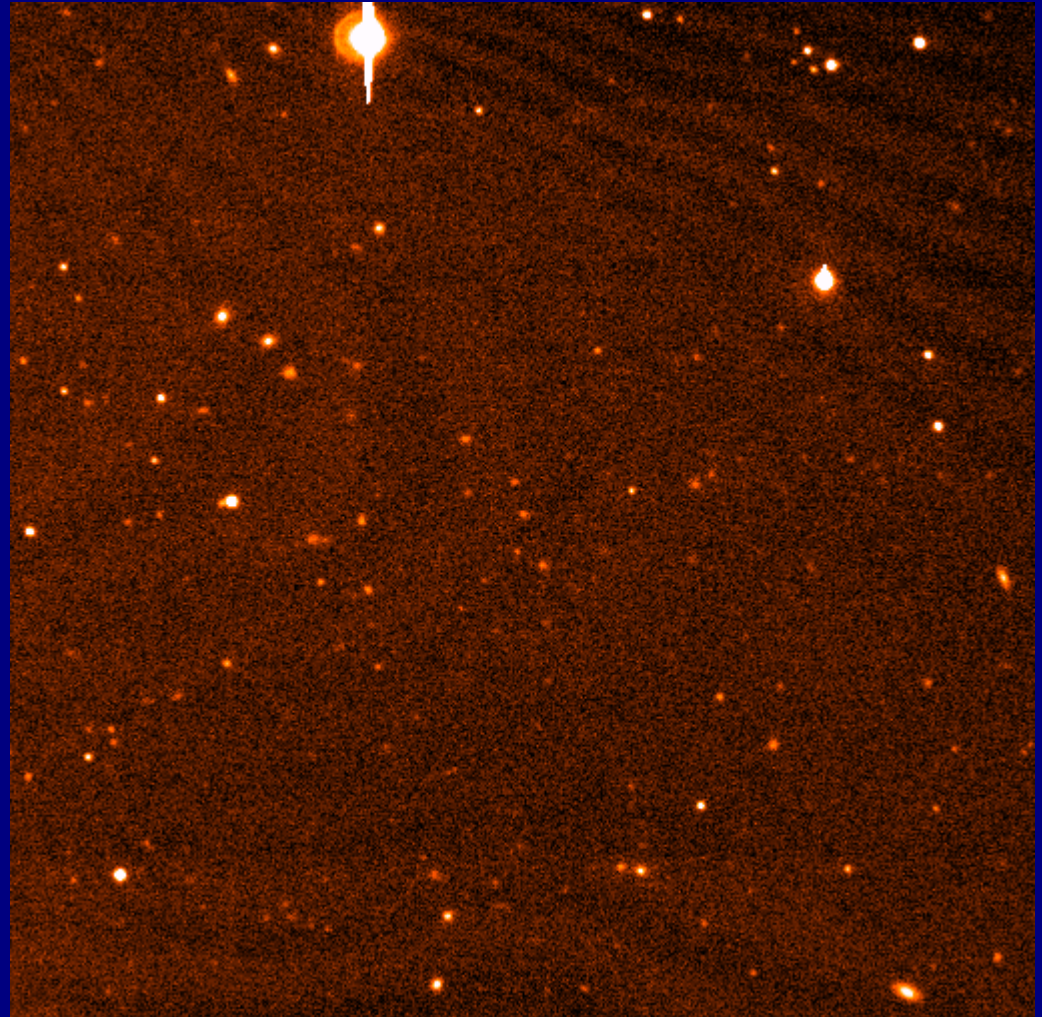
2005 July

2003 UB313 now lies 97 AU from the Sun — over 9 billion miles (14.5 billion km) — and has reached the farthest part of its 560-year orbit. About 280 years from now, it will reach its closest point to the Sun at a distance of 38 AU.



3 images
1.5 hours
apart

So how did they
find it in these
images taken the
night of Oct 21,
2003?

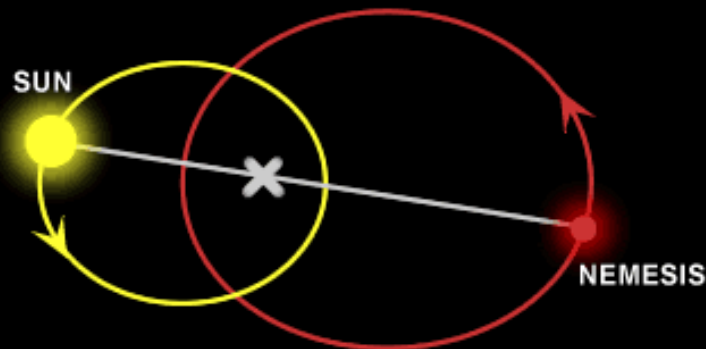


Nemesis: The Sun's companion?

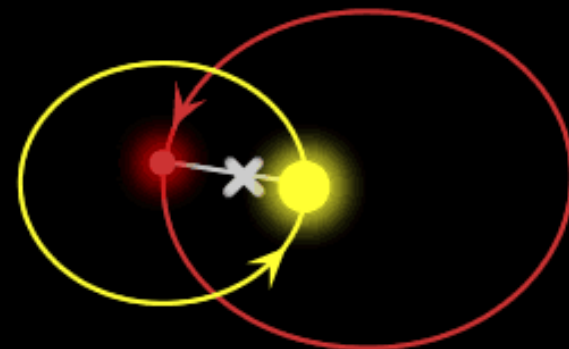
The Orbit of Nemesis

Stars in a binary system orbit around a center of mass that is closer to the larger star. The orbits cross, but the stars do not collide because they are always on opposite sides of the center of mass (x). This diagram, not to scale, shows how Nemesis -- if it exists -- might orbit the Sun.

When the two stars are at their greatest separation ...



... and at their closest



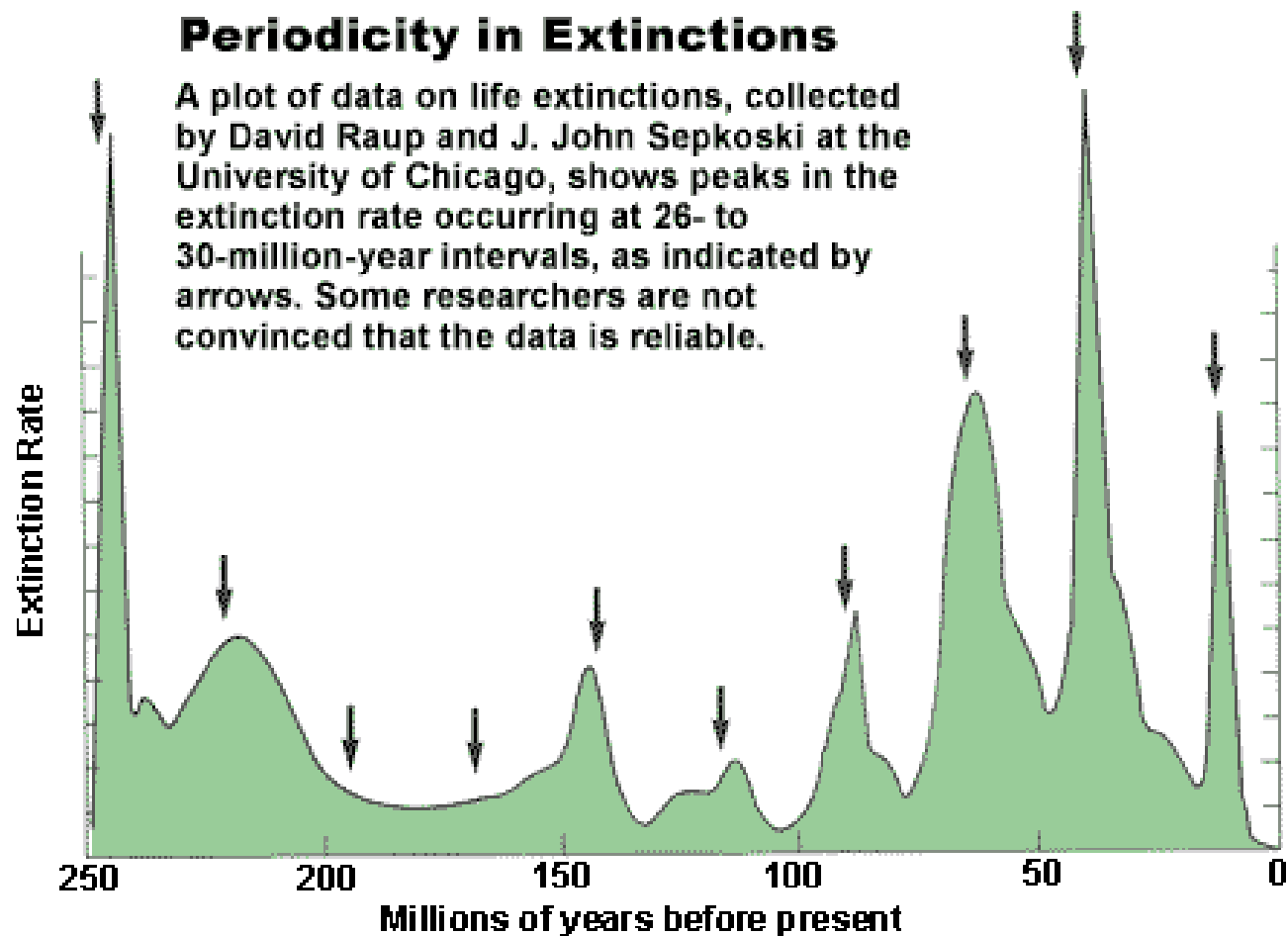
How Far is Far?

Nemesis is predicted to range from 1 to 3 light-years (ly) from the Sun. Shown also is the nearest known star, Proxima Centauri. On this scale, distant Pluto is too close to be marked.



Periodicity in Extinctions

A plot of data on life extinctions, collected by David Raup and J. John Sepkoski at the University of Chicago, shows peaks in the extinction rate occurring at 26- to 30-million-year intervals, as indicated by arrows. Some researchers are not convinced that the data is reliable.



Source: Lawrence Berkeley National Lab

截至目前為止，沒有「毀滅女神」存在的證據

Fred Hoyle