

XXXIX Universitat Catalana d'Estiu

Física

Astronomia i astrofísica: l'univers proper i llunyà

Sistema Solar i exoplanetes

III: Exoplanetes: una aproximació històrica

David Galadí-Enríquez

Centro Astronómico Hispano-Alemán (CAHA)

Prada del Conflent,

23 d'agost 2007

Sistema Solar i exoplanetes

III: Exoplanetes: una aproximació històrica

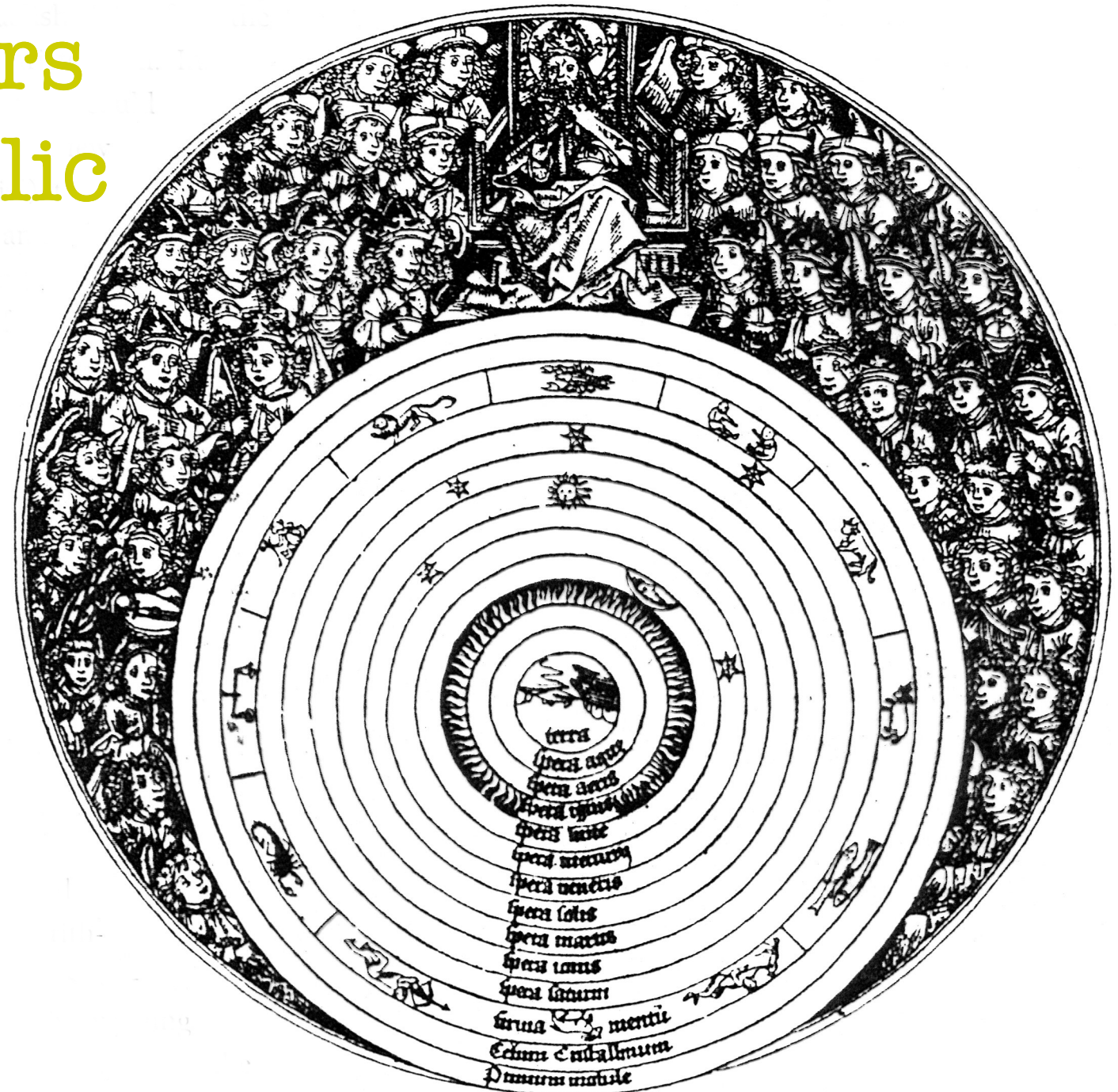
- El descobriment de planetes extrasolars en el context de la revolució copernicana
- El pas següent en aquesta revolució que encara continua

Sistema Solar i exoplanetes

III: Exoplanetes: una aproximació històrica

- “És que els científics només us creieu això que es pot traduir en números, i al món hi ha molt més que números...”
- “Es que els científics només us creieu això que està demostrat, i això que em dius ara no està demostrat, així que no t’ho hauries de creure...”

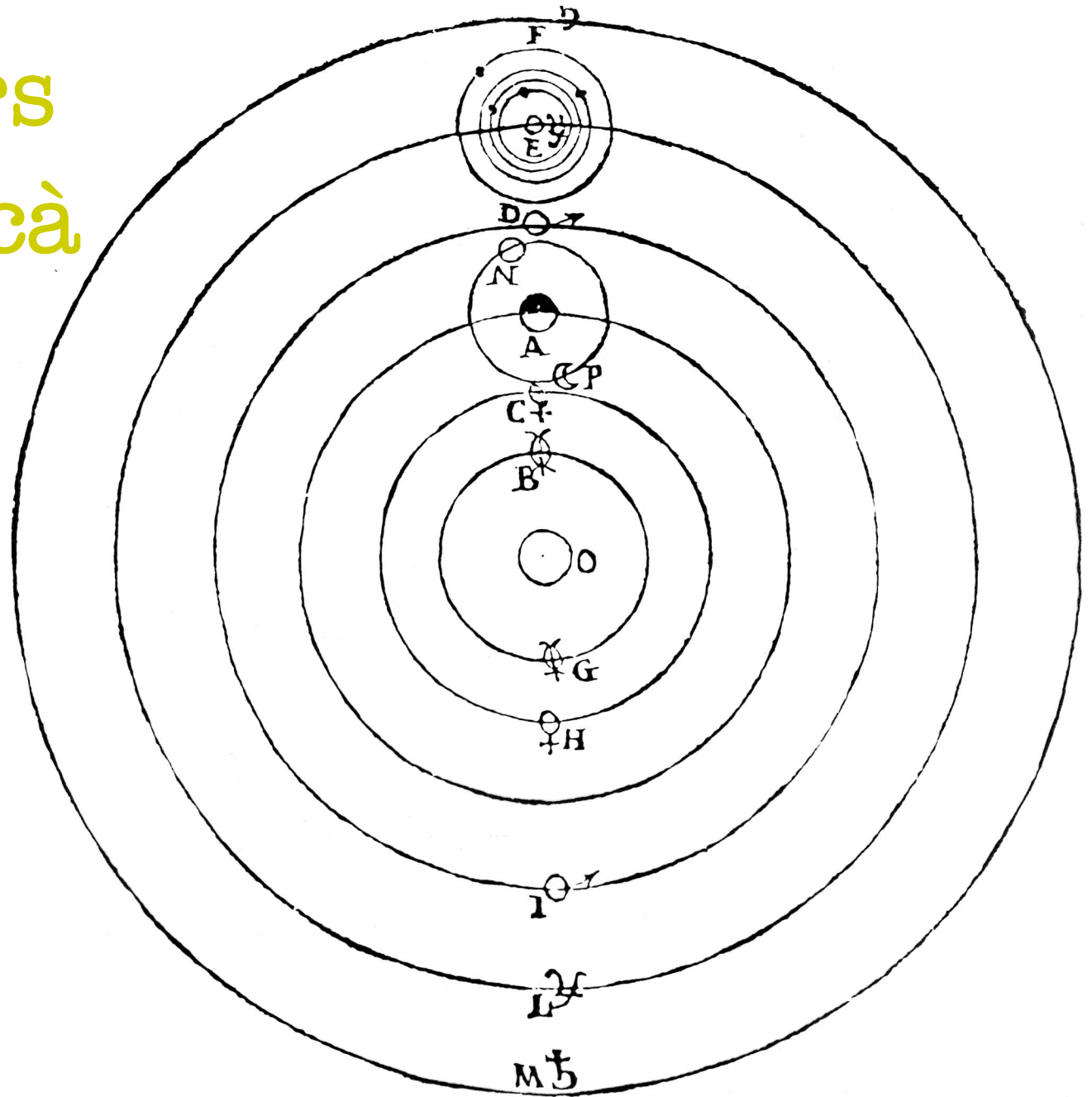
L'univers aristotèlic



1543: Copèrnic, *De revolutionibus*

Copèrnic, 1543: La Terra no és el centre de l'univers
Però sí és l'únic món
Els estels no són altres sols

(segons Galileu)



© 2000 Blackwell Science Ltd *Journal of Internal Medicine* 247: 115–124

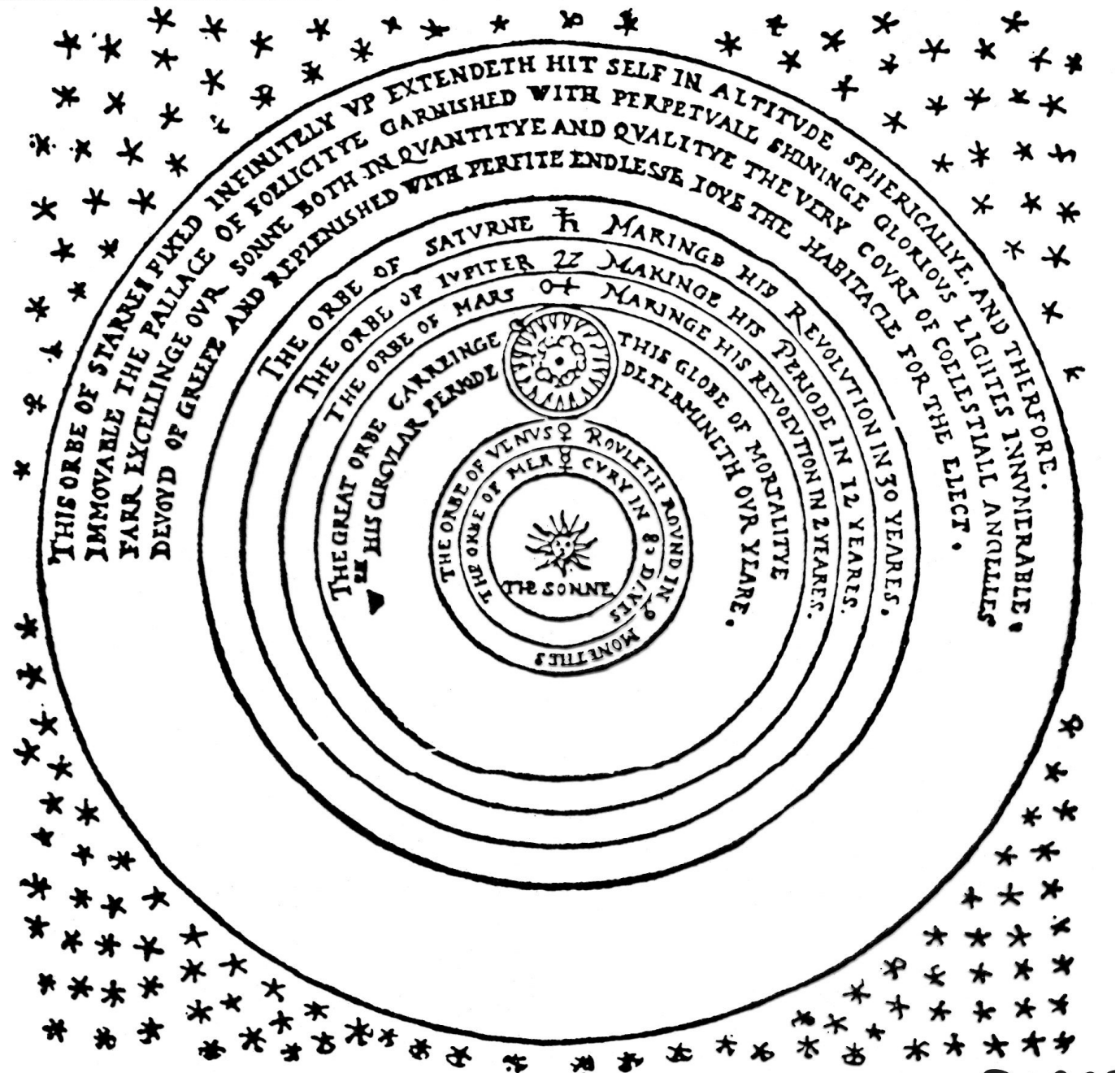
1609: Kepler, *Astronomia nova*

Kepler, 1609: Sense proves directes, admet que els planetes són altres móns, i que podrien estar habitats. Però no admet obertament que els estels siguin com el Sol.

1610: Galilei, *Sidereus nuncius*

Galilei, 1610: Demuestra que els planetes són altres móns semblants a la Terra, com ja havien proposat Copèrnic, Kepler, Bruno i d'altres. Tot i així, no arriba a afirmar que els estels siguin altres sols.

Digges i l'univers Obert (1576)



Giordano Bruno (1548-1600): pluralitat de móns

Bruno, 1600: Convençut de la validesa del sistema copernicà, proposa que els altres estels són com el Sol, i que el Sol n'és un més.

Època dels grans observadors:

Des de Newton fins el segle XIX:

S'admet, sense proves directes, que els estels són altres sols.

S'admet, sense proves directes, la universalitat de les lleis de Newton i, per tant, de les de Kepler.

Època dels grans observadors:

Wilhelm Herschel, 1781: Descobreix el planeta Urà.
Demuestra així que hi ha altres móns per descobrir. El Sistema Solar no tornarà a ser mai el mateix:

- Giuseppe Piazzi, 1801: Descobreix el primer asteroid, Ceres.
- Adams i Leverrier, 1846: Decobreixen Neptú.
- Tombaugh, 1930: Descobreix el primer asteroid transneptunià del cinturó de Kuiper (Plutó)

Wilhelm Herschel, 1803: Descobreix els estels binaris i confirma la validesa universal de les lleis de Newton.

Bessel, 1838:

distància dels estels

Bessel, 1838: Mesura la distància de l'estel 61 Cygni i demostra, per tant, que es tracta d'un altre Sol. S'admet de manera general, sense proves, l'existència de planetes al voltant d'altres estels. Es discuteix l'existència d'altres galàxies.

Comentari de John Herschel, 1838:

“Felicitó els membres de la Royal Astronomical Society per haver viscut el dia en què la sonda llençada a l'univers estel·lar ha arribat finalment al fons. Es tracta del triomf més gran i gloriós mai presenciats per l'astronomia pràctica”.

Hubble, 1925: sistemes extragalàctics

Edwin Hubble, 1925: Demuestra que la nebulosa d'Andròmeda és en realitat una galàxia com la nostra.

Mayor i Queloz, 1995: Un planeta per a 51 Pegasi

Mayor i Queloz, 1995: Demostració que existeixen altres sistemes solars.

S'admet sense proves experimentals la possible existència de vida a altres móns.

M. Mayor i P.Y. Frei, *Los nuevos mundos del cosmos* (Akal)
The New Worlds in the Cosmos (Cambridge University Press)
Les nouveaux mondes du cosmos (Éditions du seuil)

COMPLETING THE COPERNICAN REVOLUTION: The Search for Other Planetary Systems

David C. Black

Lunar and Planetary Institute, Houston, Texas 77058

KEY WORDS: astrometry, radial velocity, brown dwarfs, pulsars

*“Culminació de la revolució copernicana: la cerca
d’altres sistemes planetaris”.*

The past few
of how stars f
of conditions

formulation of a paradigm for the origin of the solar system that is sufficiently
complete that its basic elements can be used to predict the properties of other

David C, Black, ARA&A 33, 359-380 (1995)

COMPLETING THE COPERNICAN REVOLUTION: The Search for Other Planetary Systems

David C. Black

Lunar and Planetary Science

KEY WORDS: astron

The past few decades have seen a revolution in our understanding of how stars form and the conditions and processes that govern their evolution. The formulation of a complete theory of star formation and evolution is a major goal of astronomy. A simple, but powerful, model of star formation and evolution should be able to account for the observed properties of stars that can be used to identify their companions to a high degree of confidence. To date are that no other planetary systems have been detected, and the

“En el moment present no disposem, en absolut, de cap indici observacional sobre l'existència de cap altre sistema planetari, ni sobre vida extraterrestre. Aquest article tracta el primer d'aquests punts, la cerca d'altres sistemes planetaris. El resultat d'aquestes cerques ens durà prop de completar la revolució intel·lectual iniciada per Copèrnic fa cinc-cents anys i, per tant, implicarà canvis irreversibles per a la visió que tenim de nosaltres mateixos”.

David C, Black, ARA&A 33, 359-380 (1995)

COMPLETING THE COPERNICAN REVOLUTION: The Search for Other Planetary Systems

David C. Black
Lunar and Planetary Science

KEY WORDS: astron

The past few de
of how stars form
of conditions and
formulation of a p
complete that its
A simple, but pro
stars should be acc
that can be used
companions to a number of nearby stars could be detected. However, the results
to date are that

“Ens trobem embarcats a un viatge que, dins de la dècada següent, permetrà respondre sense ambigüitats la qüestió si el Sistema Solar constitueix un fenomen únic o si, com nosaltres i Copèrnic sospitem, es tracta d'un objecte habitual a la Natura”.

David C, Black, ARA&A 33, 359-380 (1995)

Uns mesos després, el mateix 1995, Mayor i Queloz van anunciar la seva troballa.

“Detecció de planetes extrasolars gegants”.

Geoffrey W. Marcy & R. Paul Butler, *ARA&A* 36, 57-97 (1998)

DETECTION OF EXTRASOLAR GIANT PLANETS

Geoffrey W. Marcy

Department of Physics and Astronomy, San Francisco State University, San Francisco, California 94132; Department of Astronomy, University of California at Berkeley, Berkeley, California, 94720; e-mail: gmarcy@etoile.berkeley.edu

R. Paul Butler

Department of Astronomy, University of California at Berkeley, Berkeley, California, 94720; e-mail: paul@aaoepp.aao.gov.au

KEY WORDS: planetesimals; circumstellar disks; planetary systems; formation, extrasolar, solar

“Durant dos mil anys, els principis científics comunament acceptats han aportat indicis racionals tant a favor com en contra de l'existència d'altres sistemes planetaris”.

Geoffrey W. Marcy & R. Paul Butler, *ARA&A* 36, 57-97 (1998)

all revealed by
lie between 0.5
ical units (AU).
provements will
ar mass function
M_{JUP}, but it ex-
ese companions
rdial (not tidally
System planets.

...entire orbits may be explained by gravitational perturbations, either by com-
panion stars, other planets, or disk resonances. The detection of such planets

Annu. Rev. Astron. Astrophys. 1998. 36:507–37
Copyright © 1998 by Annual Reviews. All rights reserved

ASTRONOMICAL SEARCHES FOR EARTH-LIKE PLANETS AND SIGNS OF LIFE

Neville Woolf and J. Roger Angel

Steward Observatory, The University of Arizona, Tucson, Arizona 85721;
e-mail: nwoolf@as.arizona.edu

KEY WORDS: extrasolar, terrestrial, exobiology, origins

“Cerques astronòmiques per tal de trobar planetes semblants a la Terra i signes de vida”.

Neville Woolf & J. Roger Angel, *ARA&A* 36, 507-537 (1998)

challenge is to detect and obtain spectra of an object with $M_{bol} \sim 28$ that is very close to a star and some 5×10^9 times less luminous. Indirect methods, used to detect Jupiter-mass planets, do not seem to offer an easy intermediate step to finding Earth-like planets. However, the direct detection techniques needed for spectroscopy also offer a viable method for discovery by imaging. Thermal in-

with specially
g, particularly
on the basis of
d on organized
pheric compo-
The technical

Copernicanisme

C. Sagan, *Un punto azul pálido* (Planeta), cap. 3: “Las grandes degradaciones”.

Pale Blue Dot (Random House), chap. 3: “The great demotions”.