

Exoplanety ve škole

Ota Kéhar

kehar@kof.zcu.cz

Katedra obecné fyziky

Fakulta pedagogická

Západočeská univerzita v Plzni



Co vás čeká?

- úvaha o výuce astronomie na školách
- exoplanety jako „průřezové téma“ pro ZŠ a pro SŠ
- informace o webových stránkách věnovaných exoplanetám



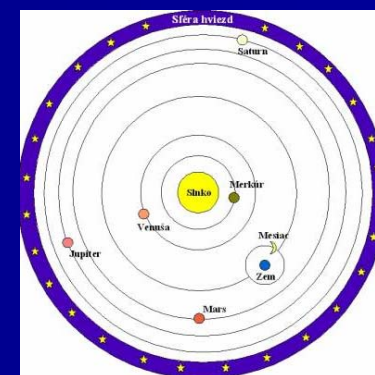
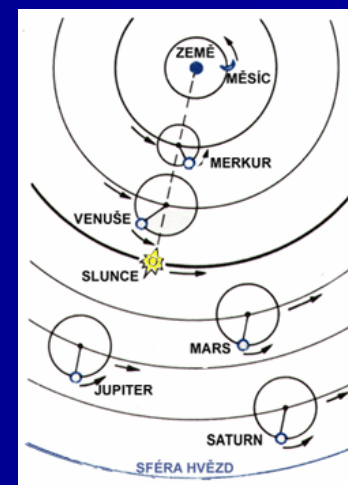
Je astronomie zajímavá?

- popisuje jevy, které jsou pro žáky tajuplné → **atraktivnost**
- základní astronomické jevy vykazují zjevné zákonitosti, které lze relativně snadno modelovat → **motivační hodnota**
- průsečík řady vědních disciplín → **mezipředmětové vztahy**



Proměny astronomie

- lidé pozorují oblohu a vesmírná tělesa od počátku své existence
- představy o vesmíru se neustále mění

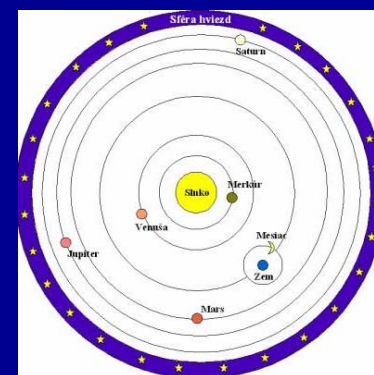
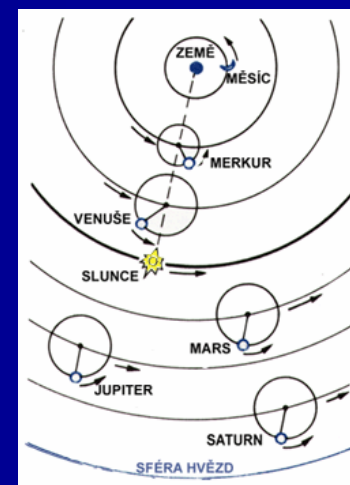


Proměny astronomie

- lidé pozorují oblohu a vesmírná tělesa od počátku své existence
- představy o vesmíru se neustále mění



„Vědě se vyčítá, že se trvale mění a neposkytuje nic stálého, žádnou jistotu. To je podobné, jako vyčítat ptákům, že létají a nesedí vycpaní v muzeu.“



Astronomie jako předmět

„Astronomie jako ryzí předmět na školy nepatří. Měla by být rozpuštěna v řadě jiných. Ne však ve formě hrůzně nezáživných teoretických kapitol, nýbrž v podobě toho, co známe na vlastní oči. Kdo se bude chtít potopit do tajů vesmíru, ten si patřičnou literaturu najde.“

Jiří Dušek (2002)



- výuka astronomie ve formě samostatného předmětu
 - zřejmě by většinu žáků nezaujala
 - proti současnému trendu
 - ve školství = integrace předmětů



Hledání vhodných témat

- nelze usilovat o prezentaci astronomie jako uceleného vědního oboru
 - příliš mnoho témat
 - velké množství souvislostí (na konci fyziky)
- žáky nelze zahrnout poznatky encyklopedické povahy

Jaká témata zvolit?

- rozdělení vhodných astronomických témat do 3 kategorií

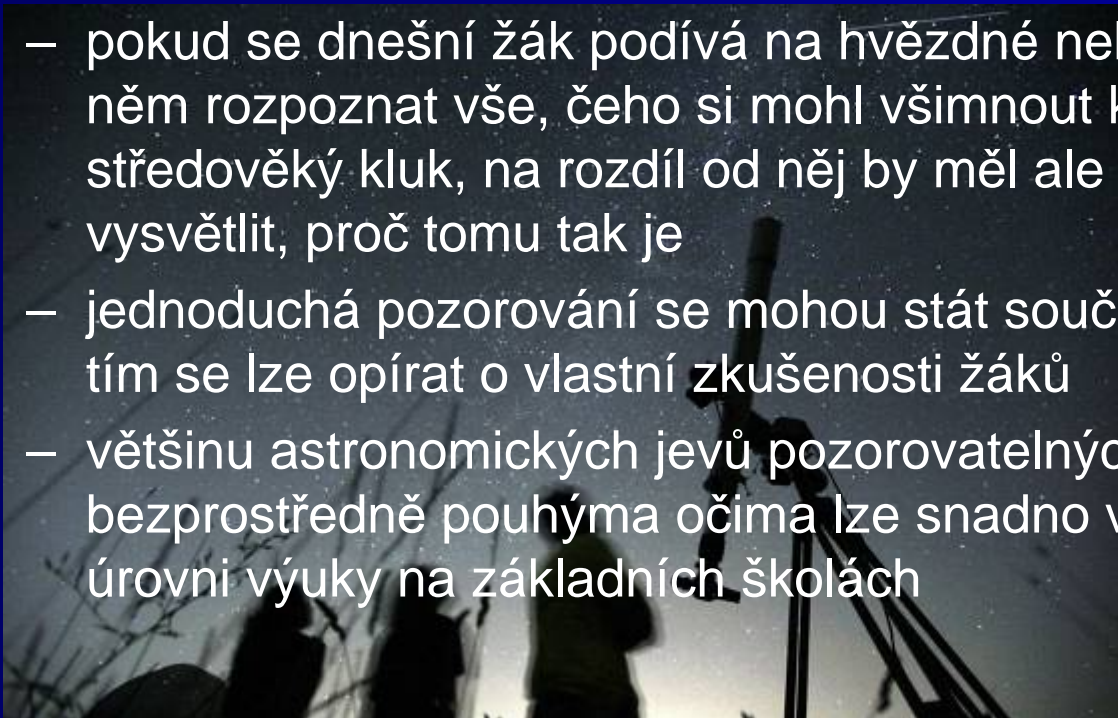


První kategorie



- *Žáci by měli poznat a umět vysvětlit (na úrovni přiměřené věku) všechny astronomické jevy pozorovatelné pouhýma očima.*

- pokud se dnešní žák podívá na hvězdné nebe, měl by na něm rozpoznat vše, čeho si mohl všimnout kdejaký středověký kluk, na rozdíl od něj by měl ale dokázat vysvětlit, proč tomu tak je
- jednoduchá pozorování se mohou stát součástí výuky, a tím se lze opírat o vlastní zkušenosti žáků
- většinu astronomických jevů pozorovatelných bezprostředně pouhýma očima lze snadno vysvětlit i na úrovni výuky na základních školách



Druhá kategorie

- *V řadě předmětů může nastat při výuce situace, kdy je učivo vhodné vysvětlit příkladem z astronomie.*
 - historický postup
 - motivační hodnota
 - mezipředmětové vztahy
- Mapy: mapa hvězdné oblohy a mapa Měsíce jsou názornými příklady map, u nichž můžeme teoretické poznatky o mapách opřít o vlastní zkušenost (pozorování), protože tyto mapy zobrazují skutečnosti, které může každý přímo pozorovat.



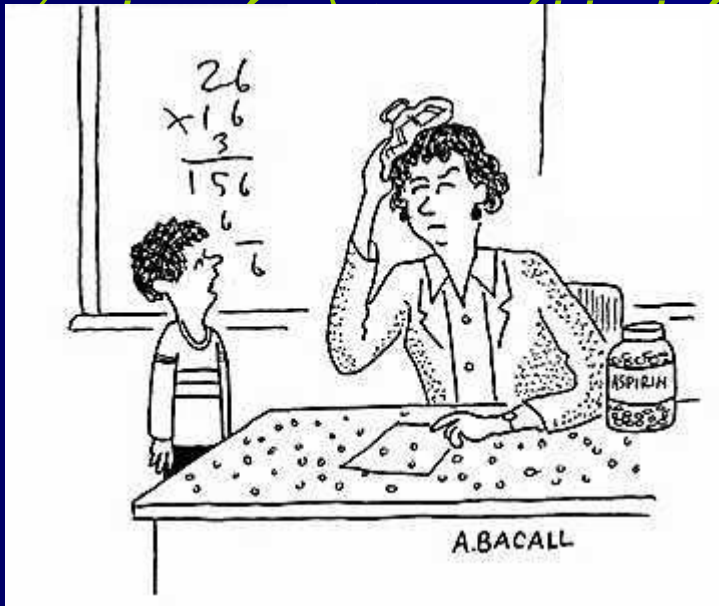
Třetí kategorie

- *Pravděpodobně každý žák si někdy položí jednu (nebo více) tzv. základních (věčných) otázek.*
 - existence člověka, života obecně
 - na některé otázky neznáme přesnou, jednoznačnou odpověď
- Vesmír jako celek
- Slunce a naše planetární soustava
- Život na Zemi i jinde ve vesmíru
 - Jsou i jinde ve vesmíru vhodné podmínky pro vznik a rozvoj života?
- Člověk a jeho planeta Země



Třetí kategorie

- *Pravděpodobně každý žák si někdy položí jednu (nebo více) věčných (věčných) otázek.*



Učitel by se jim neměl vyhýbat.
Neměl by zatajovat, že lidstvo
na ně ještě nemá úplné
odpovědi.

obecně
e přesnou, jednoznačnou

stava
ru
ta?



Ostatní témata

jiná astronomická témata důležitá pro rozvoj
soudobé astronomie,

nepatří do povinné školní výuky

určené pro většinu mladé populace právě proto, že
počet informací sdělovaných žákům nelze bez
omezení zvyšovat



Hvězdy jako hlavní téma

- Vladimír Štefl

z Přírodovědecké fakulty

Masarykovy univerzity v Brně

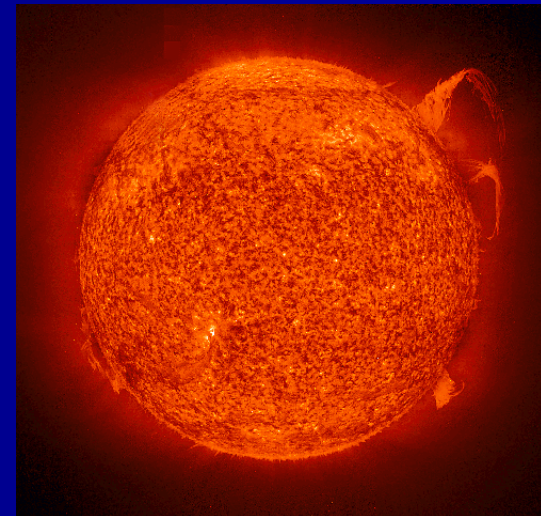
konference „50 let didaktiky fyziky v ČR“ (2006/2007)



- „Problematika hvězd jako ústřední téma výuky astronomie“

- hvězdy

- základní chemická evoluce hmoty ve vesmíru
- vznik těžších prvků, ze kterých je složena Země, vzduch i lidské tělo
- důležitý a nezbytný zdroj energie pro lidstvo (Slunce)
- studium hmoty v extrémních podmínkách (vysoké, nízké hustoty, teploty, tlaky)



Hvězdy jako hlavní téma

- Vladimír Štefl
z Přírodovědecké fakulty
Masarykovy univerzity v Brně
konference „50 let didaktiky fyziky v ČR“ (2006/2007)



- „Problematika hvězd jako ústřední téma výuky astronomie“

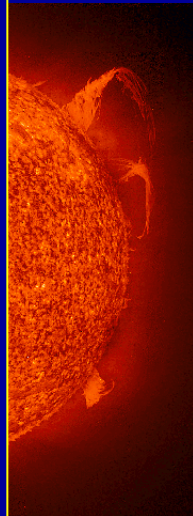
- **„Není nic jednoduššího, než jsou hvězdy.“**

A. S. Eddington



„Abychom do určité míry pochopili, co představuje vesmír, musíme především vědět, co jsou hvězdy a jak probíhá jejich vývoj.“

I. S. Šklovskij



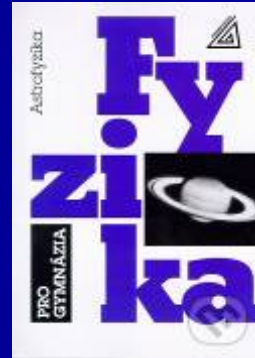
Hvězdy ano, ale...

- způsob podání a vysvětlení žákům, aby téma neodradilo
- nezávazné průzkumy mezi žáky
 - problémy se základními znalostmi
 - vysvětlení vzniku fází Měsíce
 - rovník na glóbu Země
 - role obratníku Raka a Kozoroha



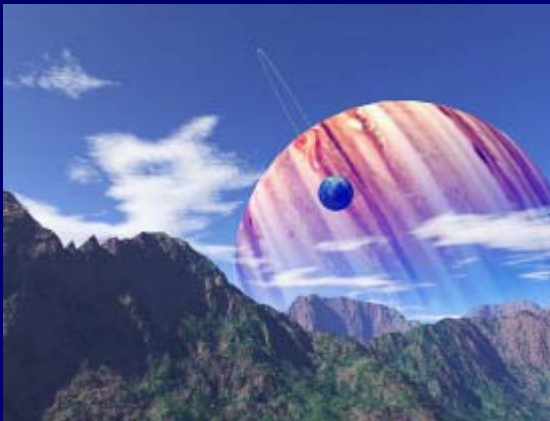
Jak je to teď? Jak to změnit?

- učebnice astrofyziky (Macháček, 2004) obsahuje detailně pouze „Sluneční soustavu“ = opakující, místy prohlubující shrnutí znalostí
- téma „Hvězdy a Galaxie“
 - nelze informovat o všech astrofyzikálních poznatcích
 - na vybraných příkladech demonstrovat fyzikální podstatu kosmických těles a jevů – přesvědčit žáky o platnosti fyzikálních zákonů ve třídě a celém vesmíru
 - používání matematických a grafických prostředků (nikoli pouze popis), chceme, aby se žáci dostali do fáze přemýšlení např. stavový diagram hvězd (HR diagram) – jeho sestavení



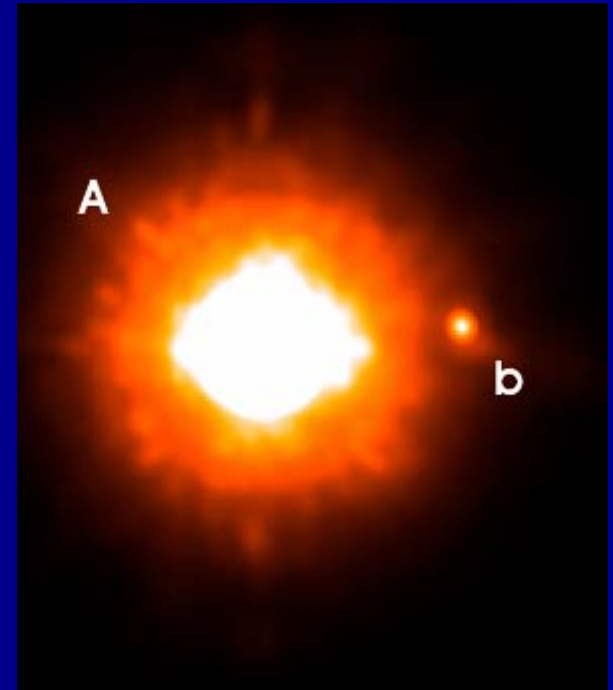
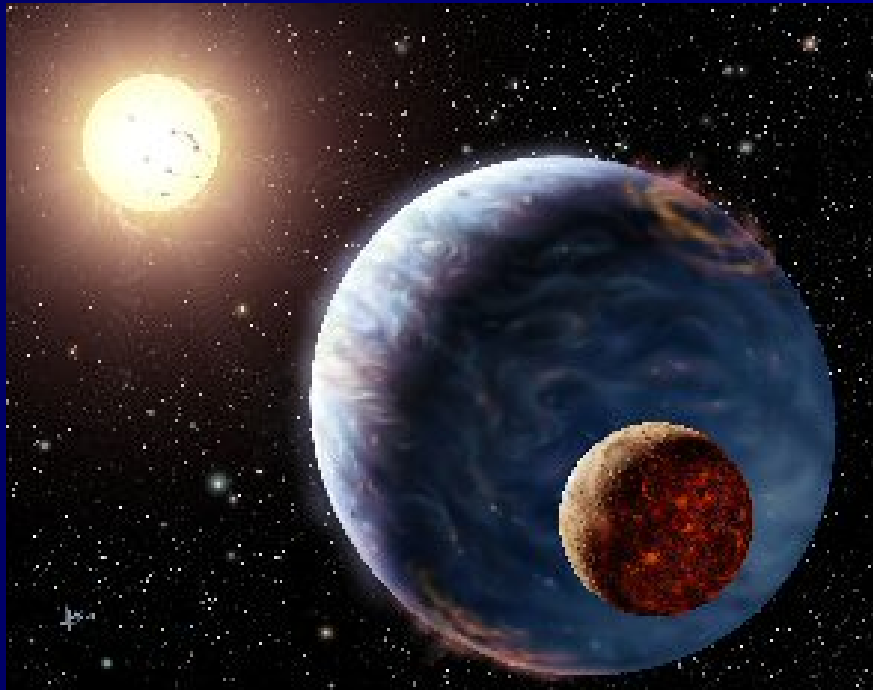
Otázka zvědavého žáka

- **Je naše sluneční soustava normální?**
- Existují planety kolem jiných hvězd?
 - mohu porovnat systém sluneční soustavy s jinými systémy
 - odpovědět na tyto otázky = potřebuji najít tzv. extrasolární planety (exoplanety)



Způsoby detekce

- Přímé zobrazení
 - proč nejde tato metoda (snadno) použít?



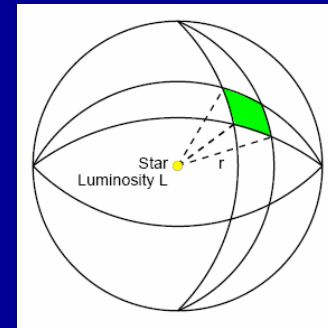
Přímé zobrazení

- **kontrast** (relativní jasnost hvězdy a planety)
- **rozlišovací schopnost** (úhlová vzdálenost mezi hvězdou a planetou)

- **poměry ve sluneční soustavě**

- zářivý výkon Slunce, $L_S = 3,9 \cdot 10^{26} \text{ W}$
- odražený výkon od Země, $L_Z = 5,2 \cdot 10^{16} \text{ W} \sim 10^{-10} L_S$
- odražený výkon od Jupitera, $L_J = 2,5 \cdot 10^{17} \text{ W} \sim 6 \cdot 10^{-10} L_S$
 - detekce kontrastu lepší **1:1 000 000 000** ~ **23 mag (nemožné)**

- vzdálenost ke hvězdě ~ 100 ly
- vzdálenosti v planetární soustavě ~ 1 AU
 - rozlišovací schopnost **0,03"** → průměr objektivu 4 m (**možné, ALE**)
- limit rozlišovací schopnosti daný atmosférou (seeing) ~ 0,5"
- živá optika, kosmické sondy

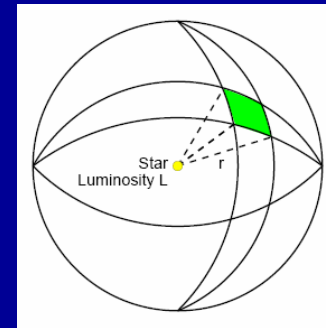


Dřímé zobrazení

světluška 30 cm od majáku
na vzdálenost 700 km (ValMez – Hamburk)



st mezi hvězdou a planetou)



$\sim 10^{-10} L_S$
 $N \sim 6 \cdot 10^{-10} L_S$
 $\sim 23 \text{ mag}$ (nemožné)

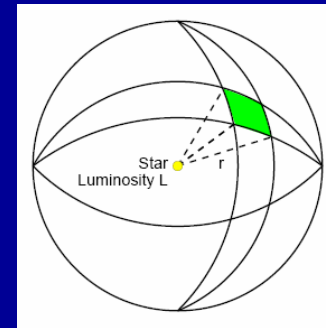
objektivu 4 m (možné, ALE)
(seeing) $\sim 0,5''$

Dřímé zobrazení

světluška 30 cm od majáku
na vzdálenost 700 km (ValMez – Hamburk)



st mezi hvězdou a planetou)



$\sim 10^{-10} L_S$
 $N \sim 6 \cdot 10^{-10} L_S$
 $\sim 23 \text{ mag}$ (nemožné)

objektivu 4 m (**možné, ALE**)
(seeing) $\sim 0,5''$

Jiné metody?

Sluneční soustava

- gravitace a hmotnost
- „Planety obíhají okolo Slunce.“
- „Všechna tělesa ve sluneční soustavě (Slunce, Jupiter, ostatní planety, ...) obíhají okolo společného těžiště.“
- Slunce není fixováno v jednom místě, ale pohybuje se ve 12letém cyklu (oběžná doba Jupiteru).



S

Dvě děti stejné hmotnosti



Jeden žák ZŠ a jeden student SŠ



Jedno dítě a jedna kráva



Jedna planeta a jedna hvězda

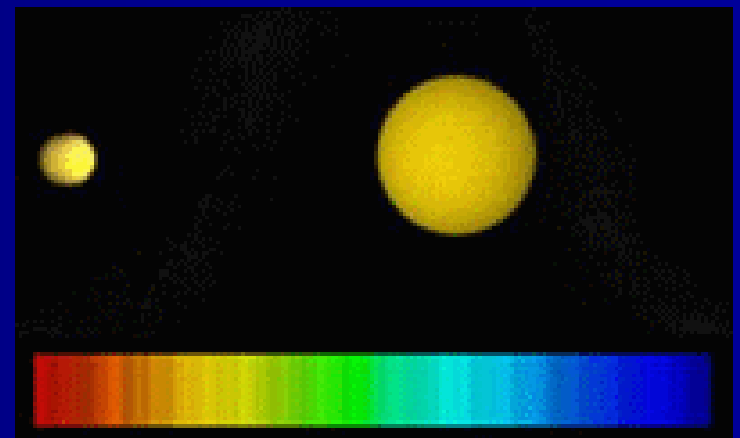
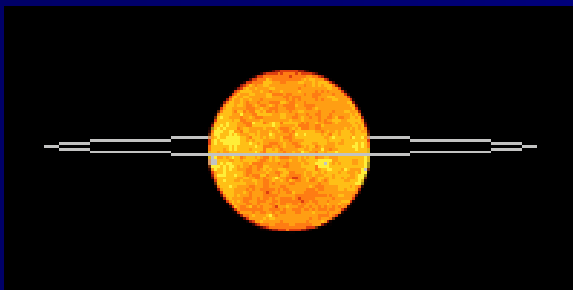
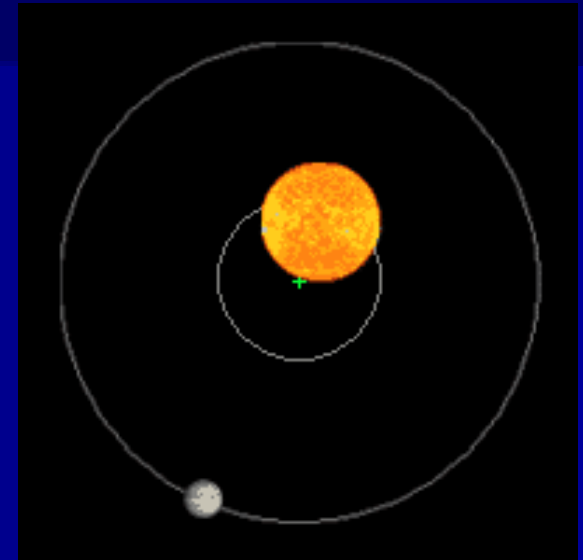


í

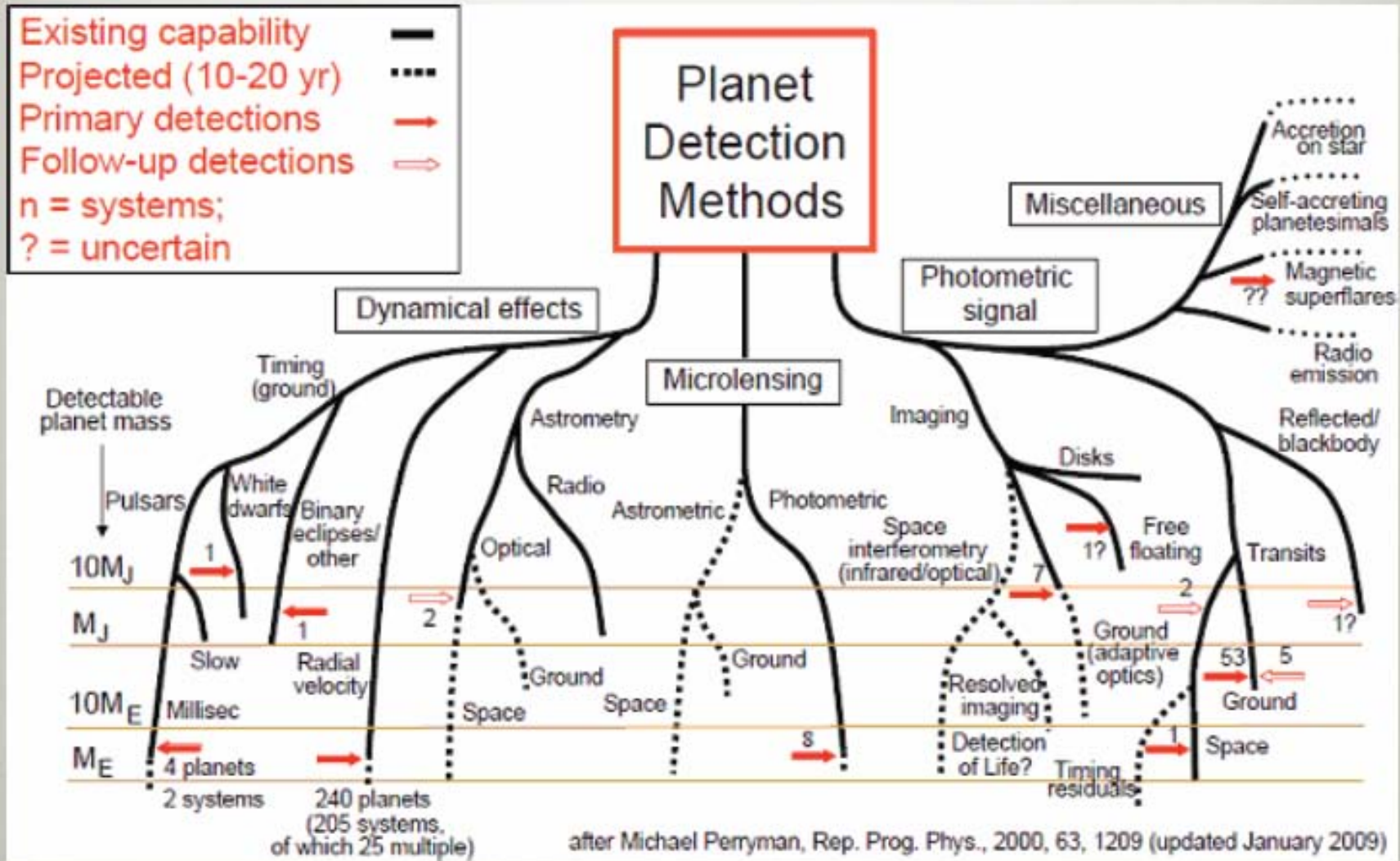
m

Další způsoby detekce

- **Poziční astrometrie**
 - Newtonův gravitační zákon
 - velké planety, malá vzdálenost
- **Změna radiální rychlosti**
 - Dopplerův jev
 - i pro hvězdy ve velké vzdálenosti
- **Zákryty, přechody**

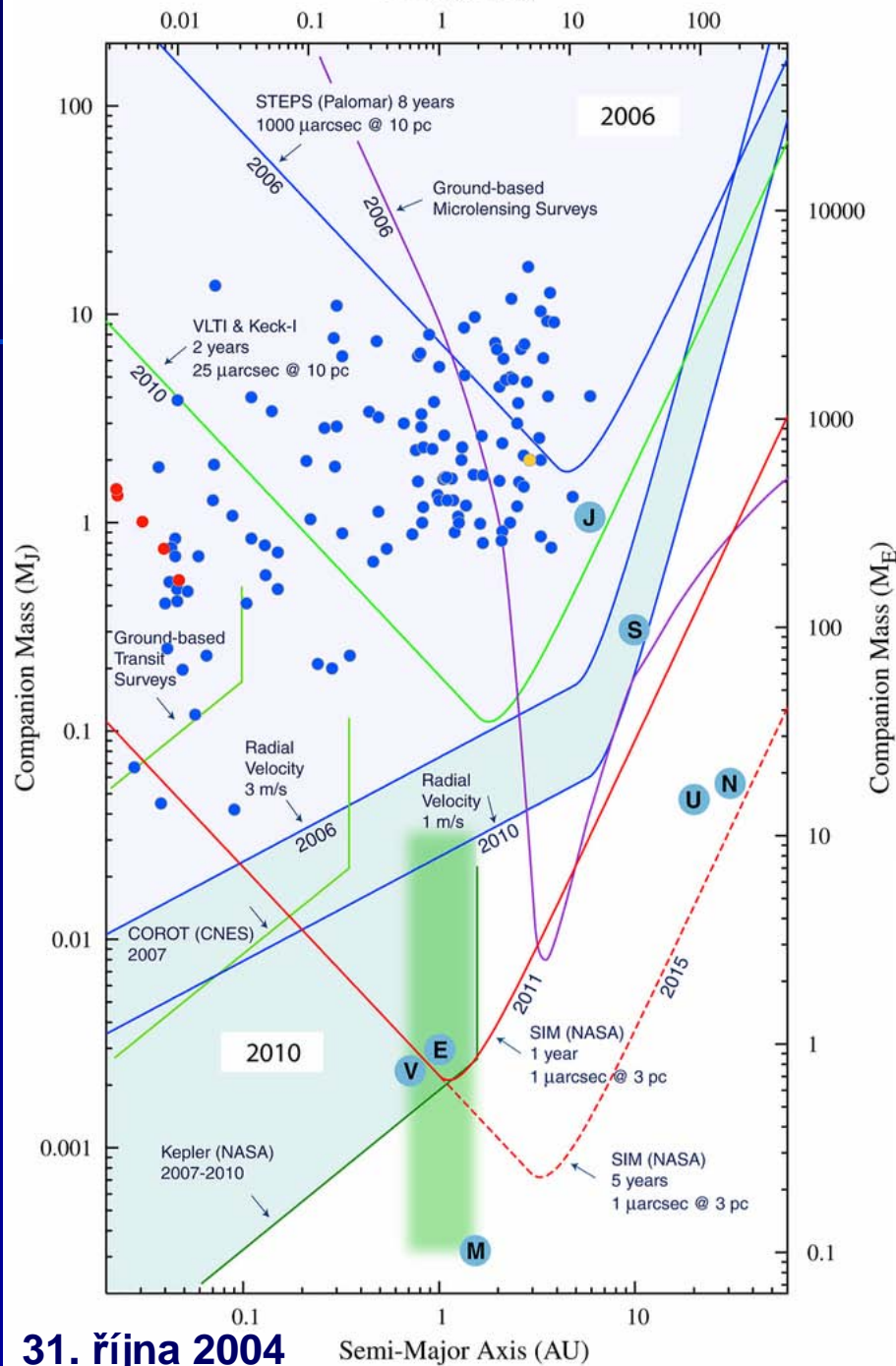


Metody detekce exoplanet



Jaké typy planet jsme schopni objevit?

Period (Years)

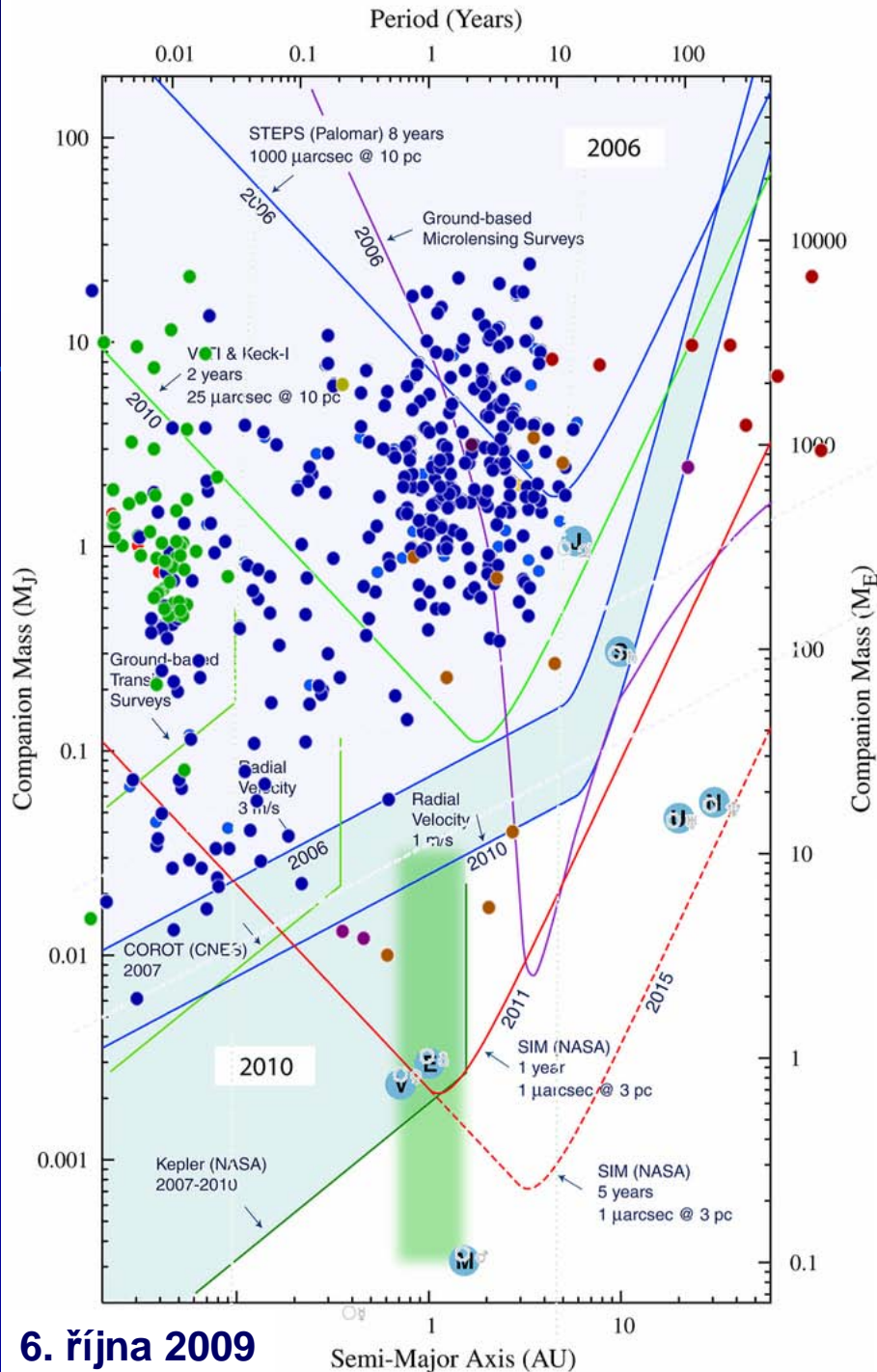


e schopni objevit?

- obyvatelná zóna (Slunce – Venuše, Země, Mars)
Pro vznik života na planetě není postačující podmínkou nacházet se v obyvatelné zóně!
- radiální rychlost – modrá
tranzity – červená (zelená)
mikročochky – žlutá

31. října 2004

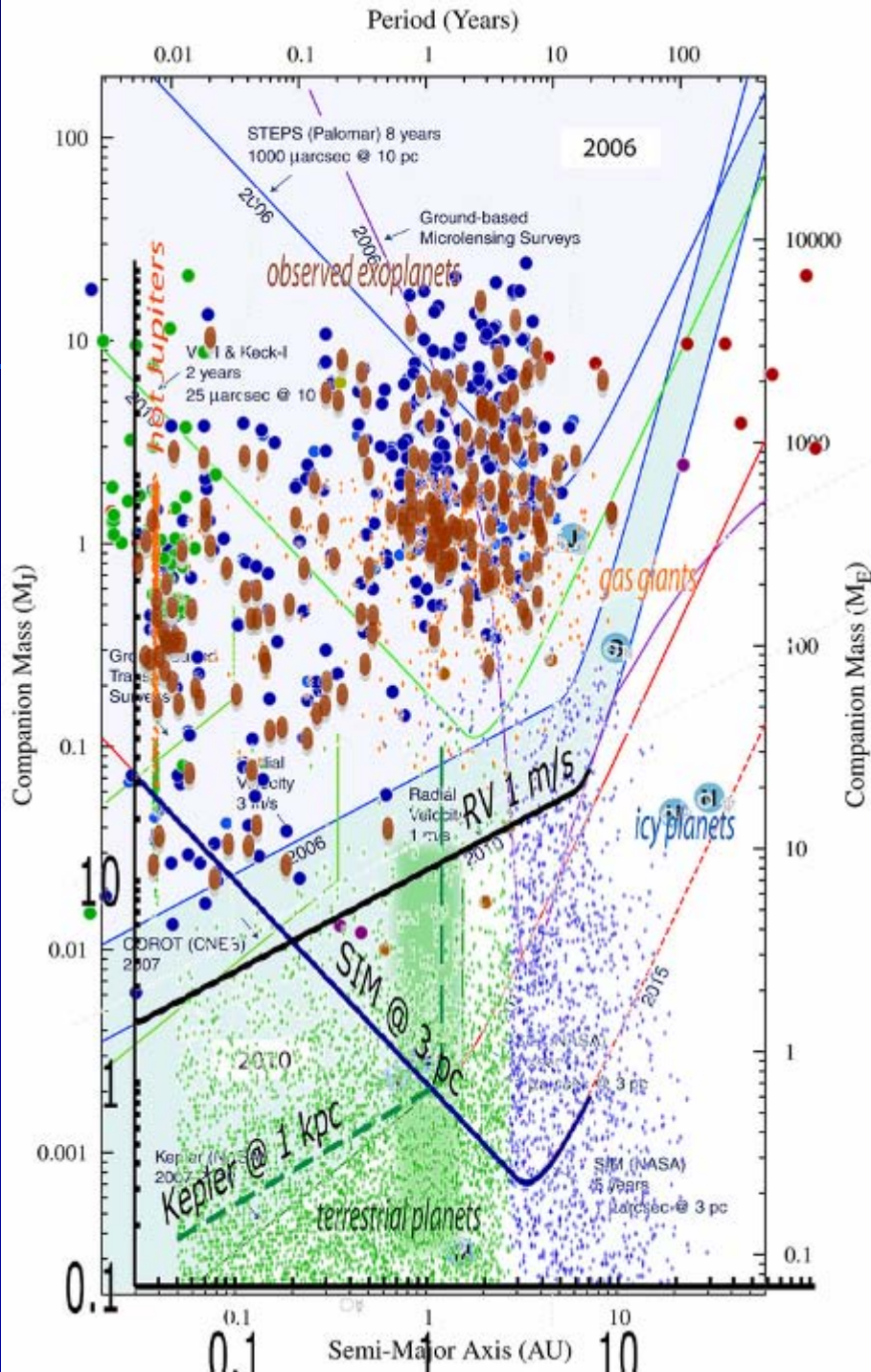
Semi-Major Axis (AU)



e schopni objevit?

- obyvatelná zóna (Slunce – Venuše, Země, Mars)
Pro vznik života na planetě není postačující podmínkou nacházet se v obyvatelné zóně!
- radiální rychlost – modrá
tranzity – červená (zelená)
mikročochky – žlutá

6. října 2009



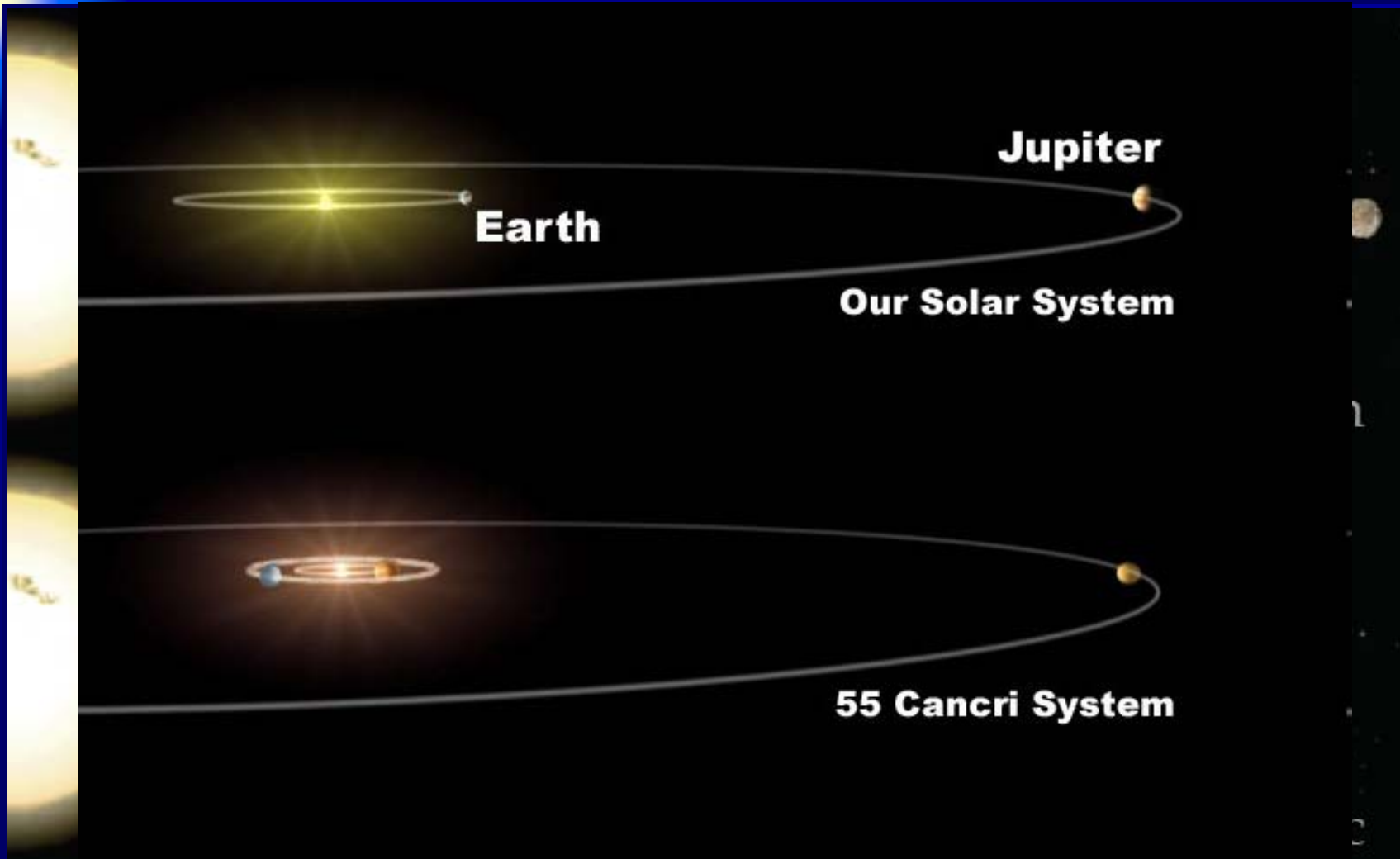
e schopni objevit?

- obyvatelná zóna (Slunce – Venuše, Země, Mars)
Pro vznik života na planetě není postačující podmínkou nacházet se v obyvatelné zóně!
- radiální rychlost – modrá
tranzity – červená (zelená)
mikročochky – žlutá

Porovnání planetárních systémů



Porovnání planetárních systémů

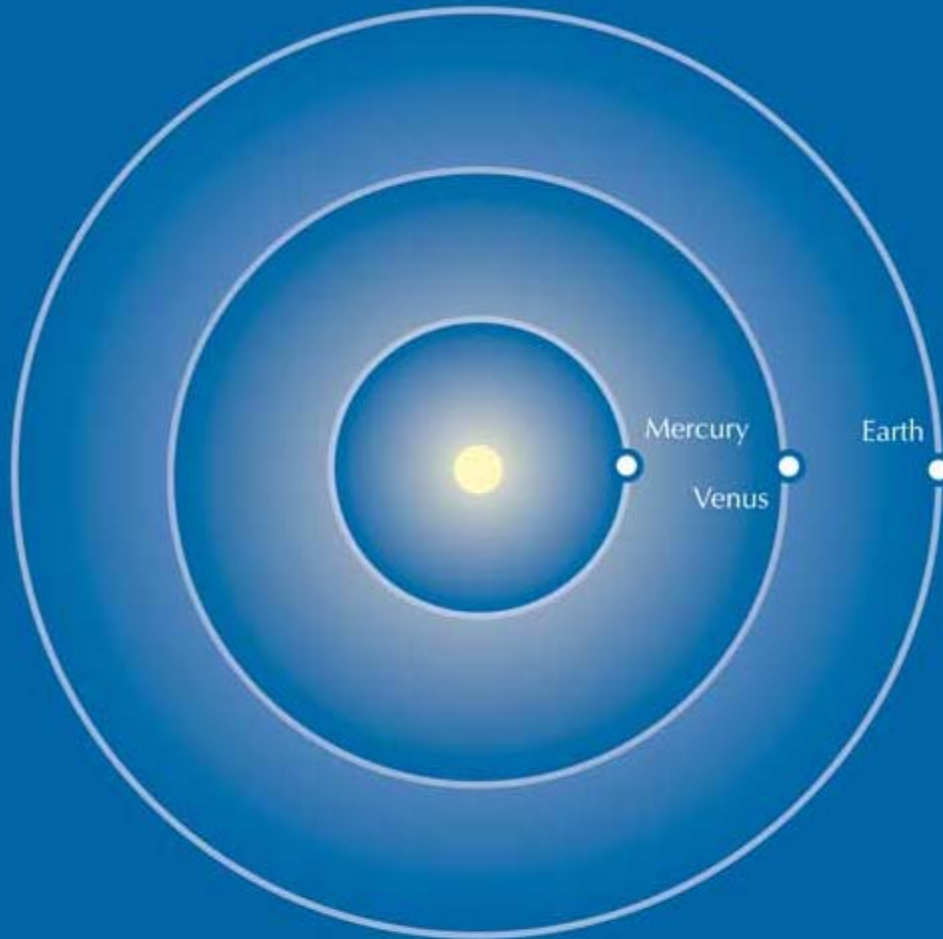


Využití exoplanet ve škole?

■ Matematika

- Porovnání planetárních soustav
- Planetární stezka
(sluneční soustava, 55 Cancri aneb 2v1)
- Statistické výpočty (pozor na správnou interpretaci výsledků)

Our Solar System



New Solar System



Comparison of the Sun and 51 Pegasi

škole?

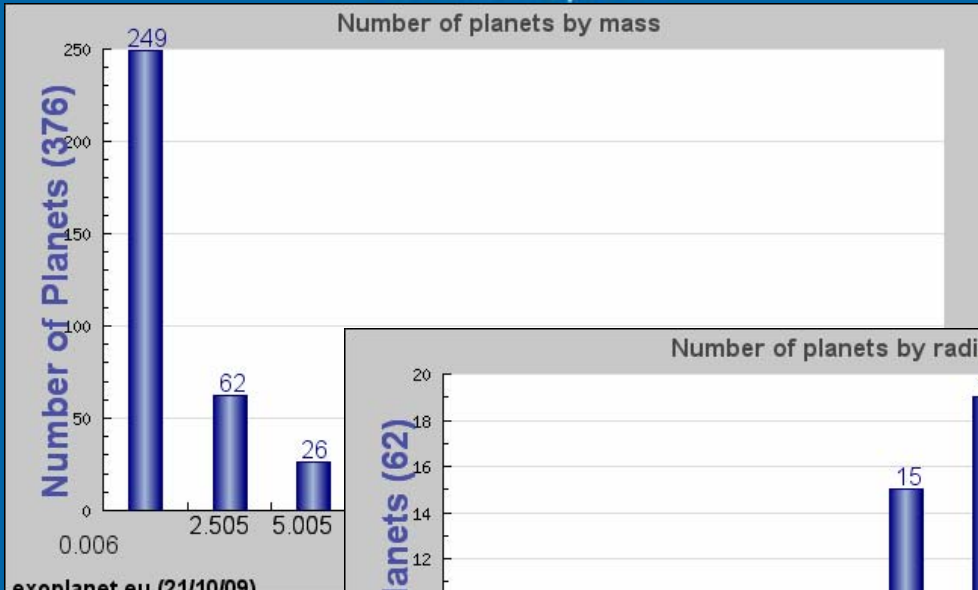
stav

cri aneb 2v1)

právní interpretaci výsledků)

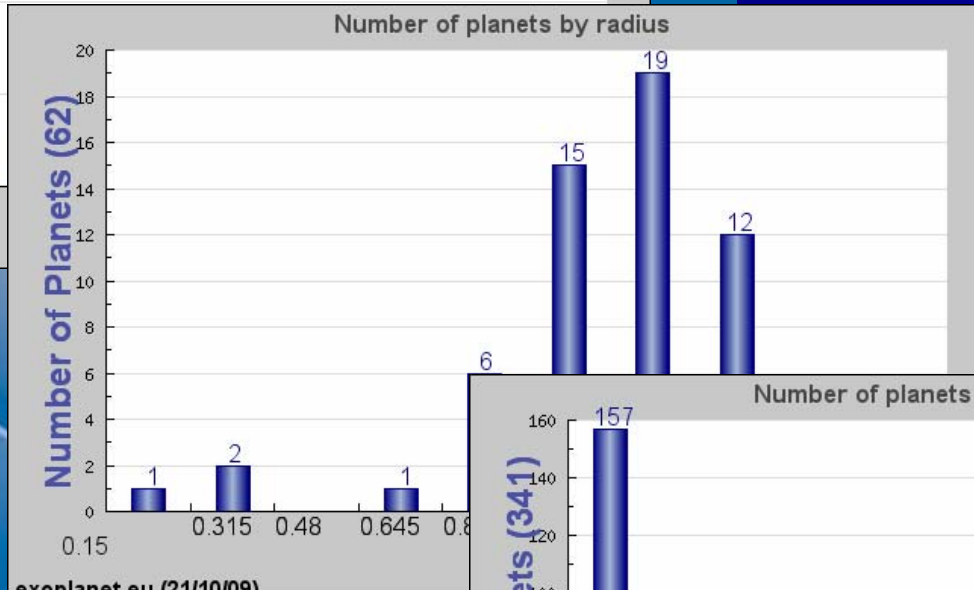
Our Solar System

Number of planets by mass



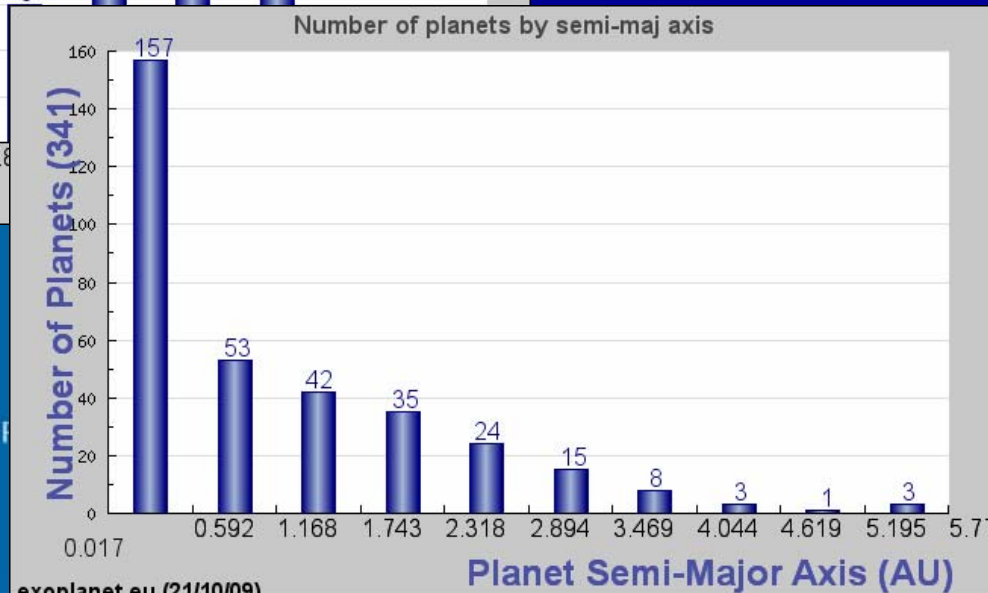
škole?

Number of planets by radius



2v1)

Number of planets by semi-major axis



New Solar System

51 Pegasi

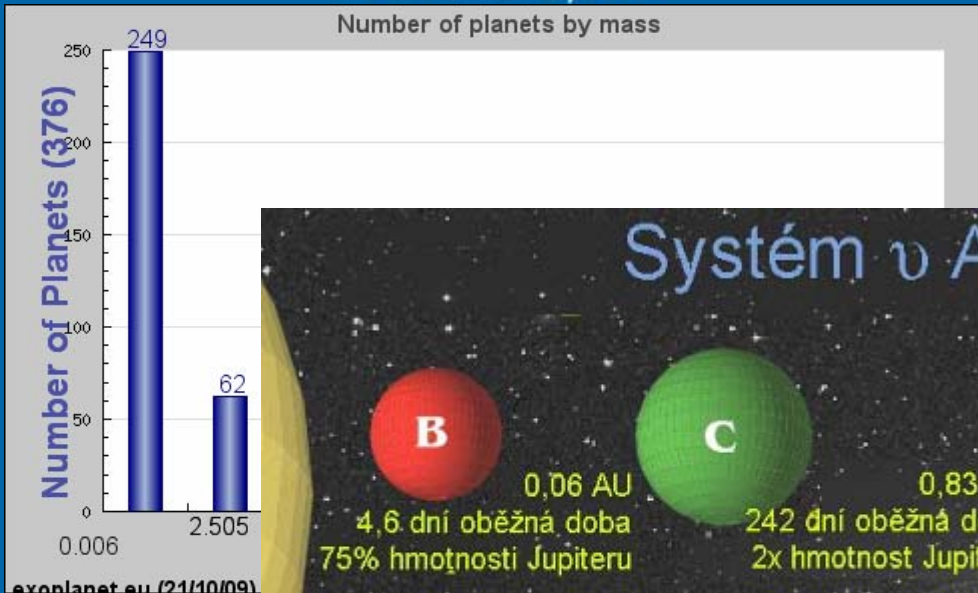


New planet (51 Pegasi b)

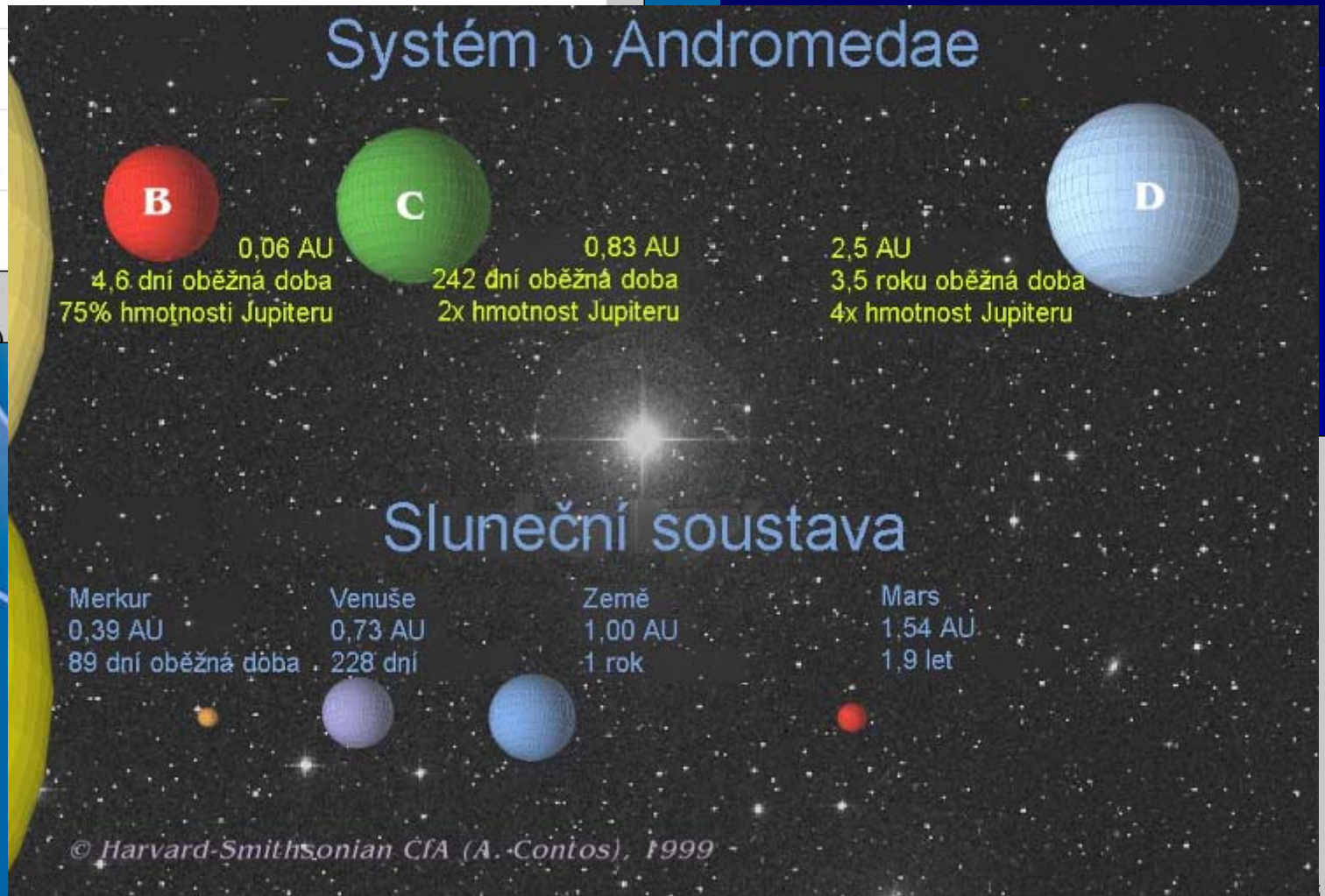
Comparison of the Sun and 51 Pegasi

Our Solar System

Number of planets by mass



škole?



Comparison of the Sun and 51 Pegasi

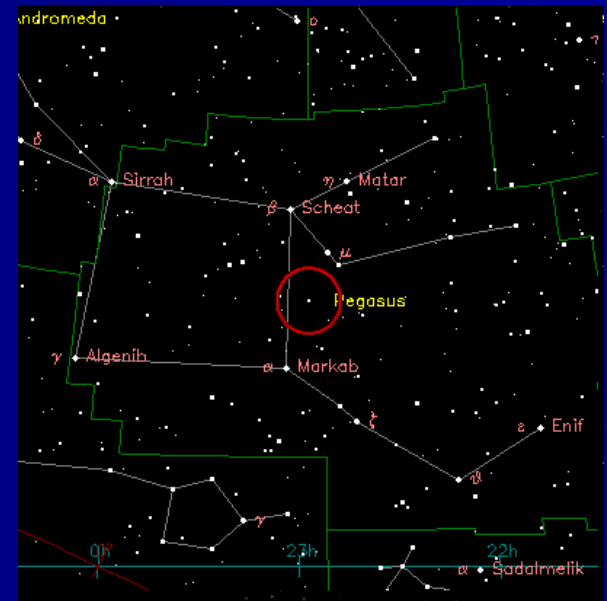
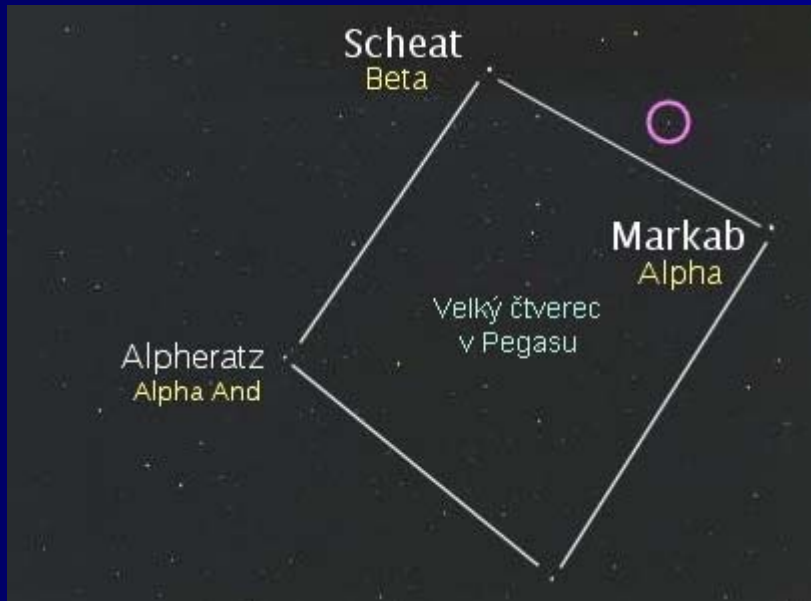
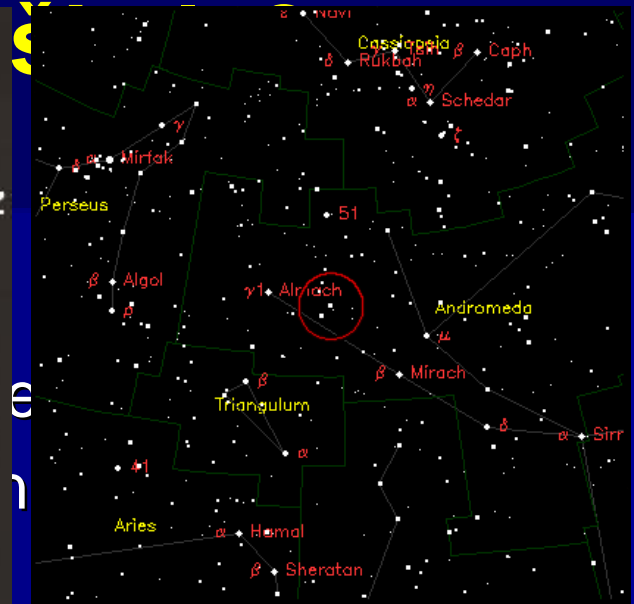
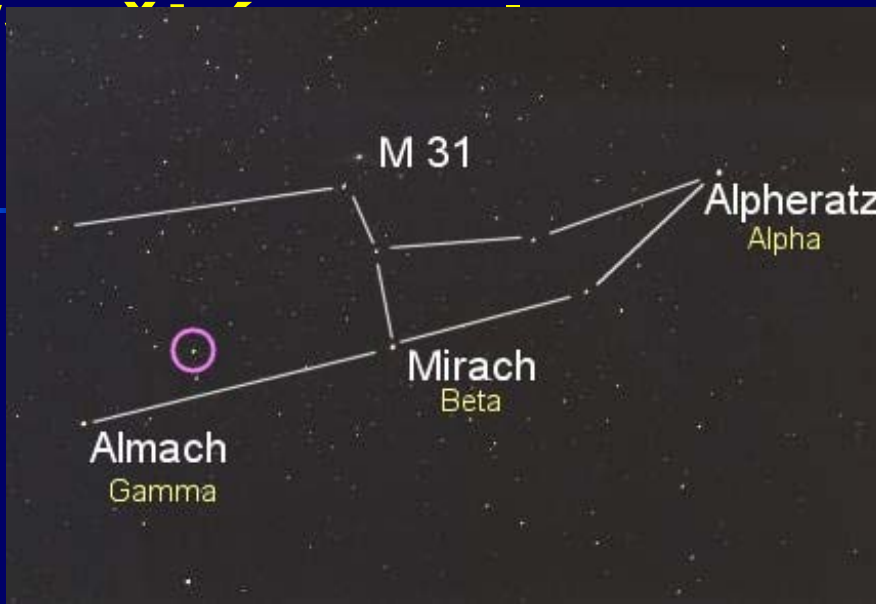
0.017
exoplanet.eu (21/10/09)

Planet Semi-Major Axis (AU)

Využití exoplanet ve škole?

- Výpočetní technika
 - Hledání exoplanet na internetu
 - Nalezení místa exoplanety na mapě hvězdné oblohy

V



Využití exoplanet ve škole?

- Výtvarná výchova
 - Kreslení exoplanet
 - Astronomická výtvarná soutěž (HaP Plzeň)





et
- Astronomická výtvarná

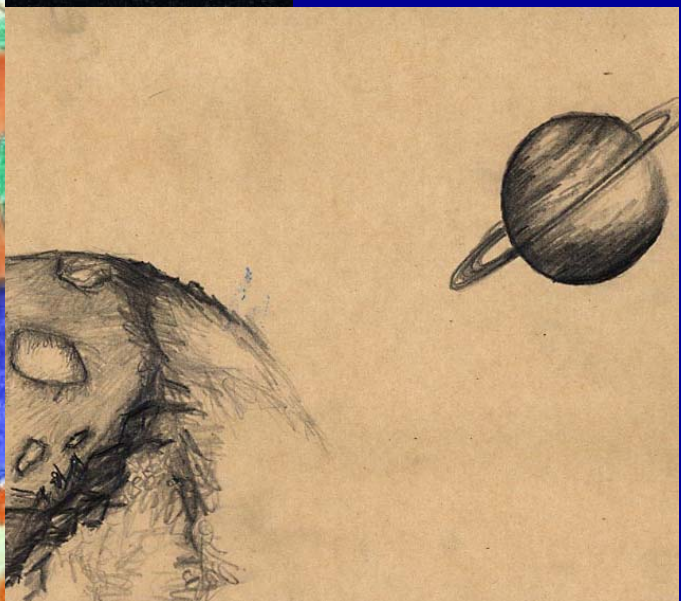
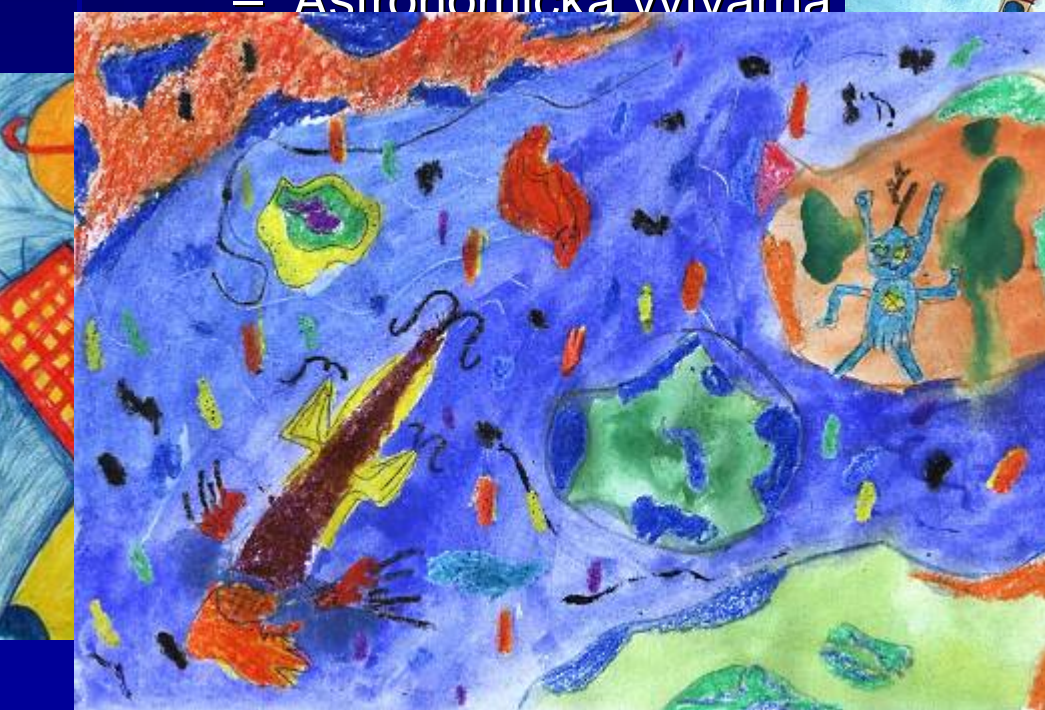




ne

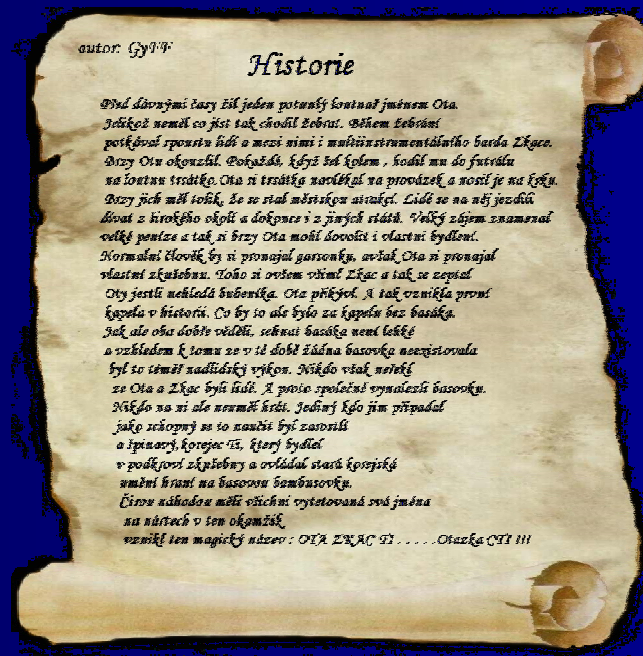
et

= Astronomická vyvaha



Využití exoplanet ve škole?

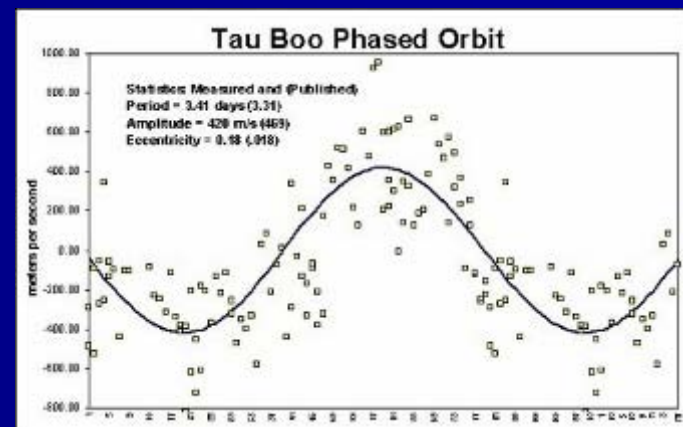
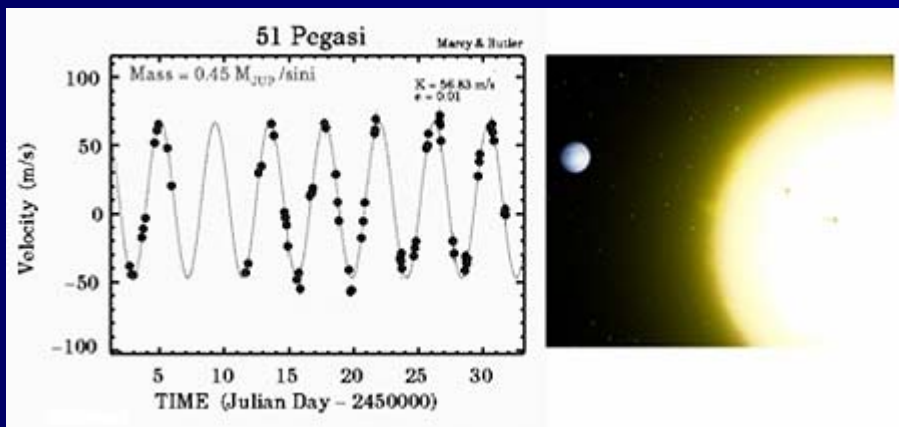
- Český jazyk, cizí jazyk
 - Jak vypadá exoplaneta v zóně života?
 - Co si vezmeš s sebou na exoplanetu a proč?



Využití exoplanet ve škole?

■ Fyzika

- hledání exoplanet pomocí radiální rychlosti (znalost Dopplerova jevu)



- hledání exoplanet pomocí tranzitů

Simulátor exoplanet Kepler

KEPLER EXOPLANET TRANSIT HUNT

Even with the most powerful telescopes, we can't see planets orbiting distant stars. But when we see a star that blinks at regular time intervals, that can be caused by a planet orbiting and blocking a bit of light each time it crosses in front of the star.

Drag the "TELESCOPIC VIEW" over the star to see what's happening.



<http://kepler.nasa.gov/ed/xo/>

NEXT

KEPLER EXOPLANET TRANSIT HUNT

Select Star > Star Info > Data Collection > Distance > Habitable Zone Position > Surface Temperature > Radius > Summary > Visit

SELECT A STAR TO INVESTIGATE



BACK

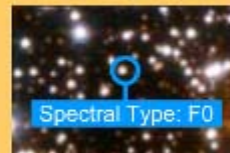
KEPLER EXOPLANET TRANSIT HUNT

Select Star > Star Info > Data Collection > Distance > Habitable Zone Position > Surface Temperature > Radius > Summary > Visit

FIND THE STAR'S MASS, SIZE, and TEMPERATURE

You selected this star →

Below is the STAR TYPE chart with the spectral type selected corresponding to your star.



Drag or type your star's type, mass, radius, and temperature data from the STAR TYPE chart into the proper boxes in the NOTEBAR at the bottom.

We'll need this data to help calculate properties of any planet we discover.

The star you selected has spectral type of F0

| STAR TYPE DATA | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Spectral Type | B0 | B5 | A0 | A5 | F0 | F5 | G0 | G2 | G5 | K0 | K5 | M0 | M5 |
| Star's Mass | 17 | 7.0 | 3.5 | 2.2 | 1.8 | 1.4 | 1.07 | 1 | 0.93 | 0.81 | 0.69 | 0.48 | 0.22 |
| Star's Radius | 7.86 | 8.86 | 2.85 | 1.78 | 1.25 | 1.20 | 1.06 | 1 | 0.93 | 0.98 | 0.74 | 0.63 | 0.32 |
| Temperature (K) | 21000 | 13000 | 8736 | 8136 | 7233 | 6600 | 6000 | 5700 | 6400 | 4700 | 4393 | 3331 | 2903 |

For comparison:

A star with a stellar mass of 1 is equal to our Sun's mass.

A star with a solar radius of 1 is equal to our Sun's radius.

Our Sun's temperature is 5780 K.

How does the star you picked compare to our Sun?

NOTEBAR: Star Type: Star's Mass (in Sun Masses): Star's Radius (in Sun Radii): Star's Temperature (K):

COLLECTED DATA:

DISTANCE:

TEMPERATURE & RADIUS:

BACK

NEXT

KEPLER EXOPLANET TRANSIT HUNT

Select Star > Star Info > Data Collection > Distance > Habitable Zone Position > Surface Temperature > Radius > Summary > Visit

SIZE OF PLANET

Using the percentage drop in light, the size of the exoplanet can be calculated. Since all planets are large enough for gravity to pull them into a spherical shape, we will simply calculate the radius of the exoplanet as a measure of its size.

If a planet is very small (less than 1/2 an Earth mass) it will not have enough surface gravity and can't retain an atmosphere. Examples in our solar system include Mercury and Mars.

If a planet is very large (greater than 10 Earth masses) it will have enough surface gravity to hold onto the lightest elements, H₂ and He, and become a gas giant. Examples in our solar system include Jupiter and Saturn.

$$\text{BRIGHTNESS DROP} = \frac{\pi \cdot (\text{EXOPLANET RADIUS})^2}{\pi \cdot (\text{STAR RADIUS})^2} \cdot 100\%$$

PI cancels, and if we want our answer for exoplanet radius in units of Earth radii, then we need to convert the STAR RADIUS (in solar radii) to Earth radii. We introduce the factor 109, since the Sun is 109 times wider than Earth.

$$\sqrt{(109 \cdot \text{STAR RADIUS})^2 \cdot (\text{BRIGHTNESS DROP}) / 100} = \text{EXOPLANET RADIUS}$$

$$\text{STAR RADIUS} \cdot 10.9 \cdot \sqrt{\text{BRIGHTNESS DROP}} = \text{EXOPLANET RADIUS}$$

$$R_{\text{star}} \cdot 10.9 \cdot \sqrt{\% \text{ Brightness Drop}} = R_{\text{planet}}$$

$$\text{Star's Radius (in Sun Radii)} \cdot 10.9 \cdot \sqrt{\% \text{ Brightness Drop}} = \text{Exoplanet Radius (in Earth Radii)} \quad ?$$

Calculate

NOTEBAR: Star Type: Star's Mass (in Sun Masses): Star's Radius (in Sun Radii): Star's Temperature (K):

COLLECTED DATA: Exoplanet Orbital Period (Earth Days): % Brightness Drop:

DISTANCE: Distance (AU): in Habitable Zone?:

TEMPERATURE & RADIUS: Exoplanet Surface Temp (K): Exoplanet Radius (in Earth Radii):

BACK

NEXT

KEPLER EXOPLANET TRANSIT HUNT

Select Star > Star Info > Data Collection > Distance > Habitable Zone Position > Surface Temperature > Radius > Summary > Visit



Earth

Orbits: Star Type G2
Planet Radius: 1 Earth Radii (6357 km)
Orbital Period: 365.25 Earth Days
Distance from Star: 1Au
Characteristic Temp: 287 K
In Habitable Zone: YES



Your Planet

Orbits: Star Type F0
Planet Radius: 2.23 Earth Radii
Orbital Period: 225 Earth Days
Distance from Star: 0.88 Au
Characteristic Temp: 430 K
In Habitable Zone: NO

BACK

NEXT

Click 'Next' To Visit Your Planet

Astronomie

astronomie.zcu.cz

- latinsky „věda o vesmíru a hvězdách“
- multimediální učební text
- v rámci projektů FR VŠ (2000-2009)
- zrcadlení na astro.cz
([planety](http://planety.astro.cz), [objekty](http://objekty.astro.cz), hvezdy.astro.cz)
- témata
 - hvězdy
 - galaxie
 - planety
 - astronomická fotografie

Astronomia

astronomia.zcu.cz

- latinsky „věda o vesmíru a hvězdách“



Komu jsou stránky určené?

- veřejnosti
- žákům, studentům

prázdniny

astronomická
olympiáda



Stránky o exoplanetách

- historie
- metody objevování
- popis exoplanet
- porovnání exoplanet
- a?



Historie
Hledání

Metody objevování

Radiální rychlost

Zákryty a přechody

Astrometrie

Pulsary

Mikročočky

Přímé zobrazení

Popis exoplanet

51 Pegasi

ups And

2M1207

PSR B1257+12

ostatní

Katalogy

Porovnání

Odkazy

Stránky o exoplanetách

Hvězdy - Exoplanety - Historické zastavení - Mozilla Firefox

Soubor Úpravy Zobrazení Historie Záložky Nástroje Nápověda

http://astronomia.zcu.cz/hvezdy/exoplanety/

Astronomia
ASTRONOMIE PRO KAŽDÉHO

HVĚZDY

Planety Sluneční soustava Galaxie Mhviny, hvězdokupy FPE ZČU

Charakteristiky Vývoj hvězd Závěrečná stádia Seskupení Souhvězdí Katalogy

Anketa Novinky

Hledání

pení > Exoplanety > Historické zastavení

HISTORICKÉ ZASTAVENÍ

Je již tomu relativně dávno, kdy lidé znali pět „bloudivých“ hvězd a až později zjistili, že se jedná o nejasnější planety sluneční soustavy – Merkur, Venuši, Mars, Jupiter a Saturn. Po vynálezu dalekohledu se jejich počet nepatrně zvýšil, od března 1781 se začalo mluvit o Uranu a v roce 1846 byl oficiálně představen Neptun. Až 300 let po vynálezu dalekohledu, v roce 1930, byla objevena zatím poslední planeta sluneční soustavy – Pluto. I když se o něm poslední dobou vedou dohady, zda se vůbec o planetu jedná, protože některé jeho vlastnosti tomu nenasvědčují.

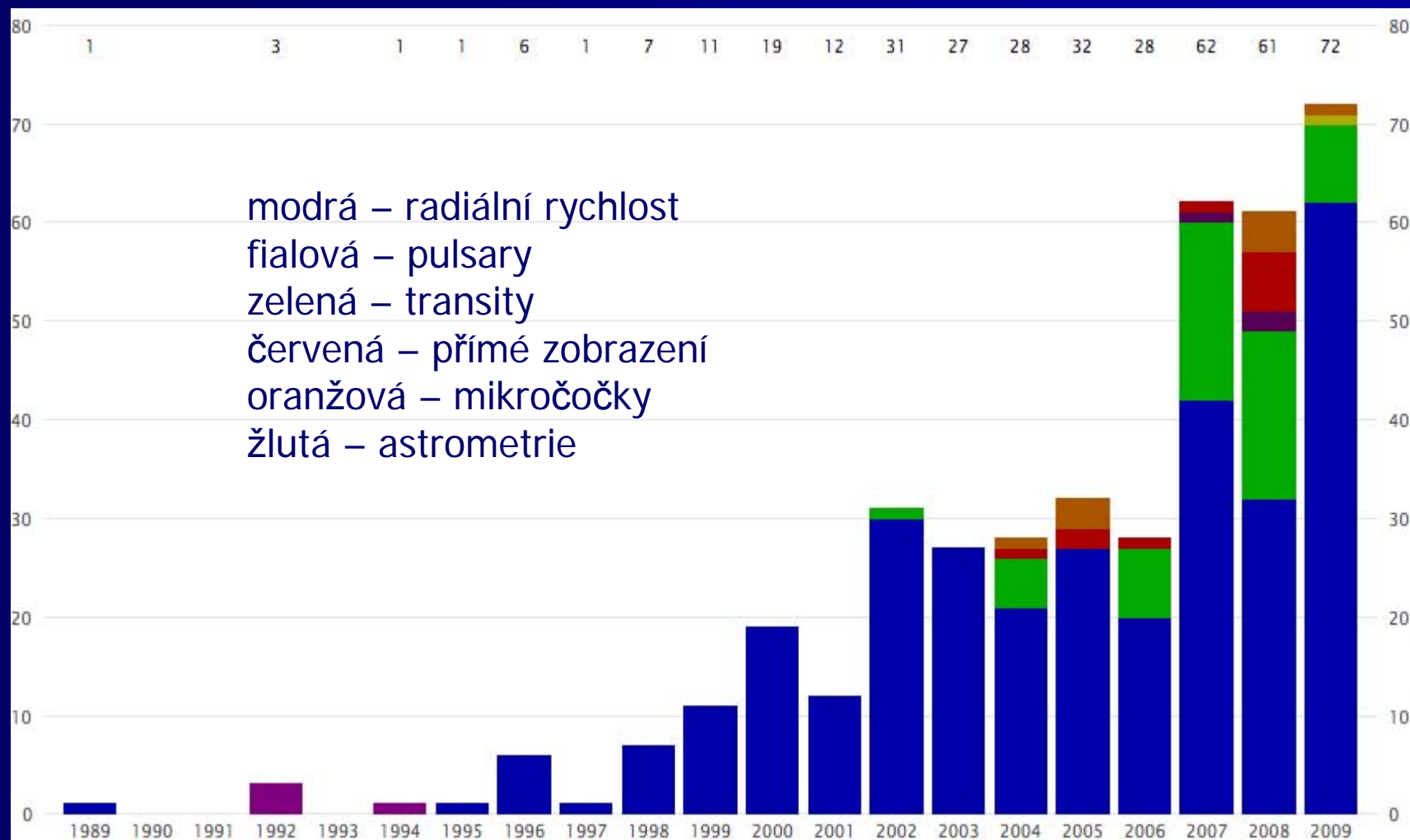


Ilustrační obrázek planet sluneční soustavy

Není tomu tak dávno, kdy se vážně uvažovalo o existenci desáté planety – Planeta X. Samotný pojem Planety X pochází z úst významného astronoma 19. století **Percivala Lowella**. I když dnes máme na mysli desátou planetu, neznámá ona „X“ římskou desítku, ale neznámou. V době, kdy Lowell ono hypotetické těleso nazval, bylo známo pouze osm planet. Důvody, proč se jí nepodařilo objevit dříve, byly zejména obrovská vzdálenost a nízká povrchová teplota. Pro její existenci naopak nasvědčovaly odchylky ve vypočtené a pozorované dráze Pluta. Výchylky Pluta od naměřených dat lze vysvětlit i například nezanedbatelným gravitačním vlivem velkých planet sluneční soustavy. Planet ovšem mohlo být jedenáct, protože když se v případě planety X hovořilo o tom, že je příliš daleko, jedenáctá planeta (nesla označení Vulkan) měla být naopak Slunci natolik blízko, že by byla opět těžko spatřitelná. Ani tyto pokusy však nebyly úspěšné, a tak se musíme spokojit s menším počtem planet.

Historie
Hledání
Metody objevování
Radiální rychlost
Zákryty a přechody
Astrometrie
Pulsary
Mikročochy
Přímé zobrazení
Popis exoplanet
51 Pegasi
ups And
2M1207
PSR B1257+12
ostatní
Katalogy
Porovnání
Odkazy

Objev exoplanet



Katalog(y) exoplanet

Seskupení > Exoplanety > Katalogy exoplanet


KATALOGY EXOPLANET

Data potřebná pro vytvoření těchto katalogů jsou převzata ze serveru exoplanet.eu s písemným souhlasem autora (Jean Schneider) stránek.

K dnešnímu dni je v katalozích 403 kandidátů.

- **Kandidáti detekovaní změnou radiální rychlosti nebo astrometrií**

Aktualizace dat: 19.10. 2009 – 320 planetárních systémů / 376 planety / 38 násobných planetárních systémů



The image shows a screenshot of a web-based catalog titled "PLANETY OKOLO HVĚZD HLAVNÍ POSLOUPNOSTI". It features a table with multiple columns containing data for various exoplanets, including names like HD 10180, HD 114613, and HD 114613 b. The table is partially obscured by a blue circular graphic on the right side.

Nejobsáhlejší katalog exoplanet, který lze na tomto místě najít.

Obsahuje 376 planet, které se vyskytují u hvězd hlavní posloupnosti.

U některých hvězd bylo objeveno již několik planet a lze tak hovořit o planetárních systémech podobných naší sluneční soustavě, i když s určitými rozdíly. Například v říjnu 2005 byla objevena exoplaneta s nejmenší hmotností 7 M_J.

Více o kritériích a zařazení do tohoto katalogu se dočtete ve **speciálním článku**.

- Část kandidátů bylo objeveno pomocí metody přechodu (transitu) planety přes disk hvězdy.

Aktualizace dat: 26.9. 2009 – 62 planety

Katalog(y) exoplanet

Data potřebná
exoplanet.eu s

K dne

1. Kandidáti detekovaní změnou radiální rychlosti nebo astrometrií
- 1a Kandidáti detekovaní přechodem (tranzitem)
2. Kandidáti detekovaní pomocí mikročoček
3. Kandidáti získaní přímým zobrazením
4. Kandidáti planet pulsarů
5. Nepotvrzené, sporné nebo vrácené planety

• Kandidáti detekovaní změnou radiální rychlosti nebo astrometrií

Aktualizace dat: **19.10. 2009** – 320 planetárních systémů / 376 planety / 38 násobných planetárních systémů



| Star | Planet | Mass (Earth radii) | Radius (Earth radii) | Distance (light years) | Discovery method |
|------------|-------------|--------------------|----------------------|------------------------|------------------|
| Gliese 581 | Gliese 581c | 1.07 | 1.25 | 12.24 | Radial velocity |
| Kepler-11 | Kepler-11b | 10.9 | 11.2 | 2040 | Transit |
| Kepler-90 | Kepler-90b | 1.43 | 1.43 | 2040 | Transit |

Nejobsáhlejší katalog exoplanet, který lze na tomto místě najít.

Obsahuje 376 planet, které se vyskytují u hvězd hlavní posloupnosti.

U některých hvězd bylo objeveno již několik planet a lze tak hovořit o planetárních systémech podobných naší sluneční soustavě, i když s určitými rozdíly. Například v říjnu 2005 byla objevena exoplaneta s nejmenší hmotností 7 M_z .

Více o kritériích a zařazení do tohoto katalogu se dočtete ve **speciálním článku**.

- o Část kandidátů bylo objeveno pomocí metody přechodu (transitu) planety přes disk hvězdy.

Aktualizace dat: **26.9. 2009** – 62 planety

Katalog(y) exoplanet

Data potřebná
exoplanet.eu s

K dne

1. Kandidáti detekovaní změnou radiální rychlosti nebo astrometrií
 - 1a Kandidáti detekovaní přechodem (tranzitem)
2. Kandidáti detekovaní pomocí mikročoček
3. Kandidáti získaní přímým zobrazením
4. Kandidáti planet pulsarů
5. Nepotvrzené, sporné nebo vrácené planety

• Kandidáti detekovaní změnou radiální rychlosti nebo astrometrií

Aktualizace dat: 19.10. 2009 – 320 planetárních systémů / 376 planety / 38 násobných planetárních systémů

| Star | Planet | Discovery | Mass | Radius | Distance | Orbit |
|------------|-------------|-----------|---------------------|--------------------|----------|---------|
| Gliese 581 | Gliese 581c | 2005 | 1.5 M _J | 1.2 R _J | 12.24 ly | 122.5 d |
| Kepler-90 | Kepler-90b | 2010 | 2.2 M _J | 1.1 R _J | 1050 ly | 130 d |
| Kepler-90 | Kepler-90c | 2010 | 2.8 M _J | 1.1 R _J | 1050 ly | 284 d |
| Kepler-90 | Kepler-90d | 2010 | 4.3 M _J | 1.1 R _J | 1050 ly | 540 d |
| Kepler-90 | Kepler-90e | 2010 | 5.4 M _J | 1.1 R _J | 1050 ly | 846 d |
| Kepler-90 | Kepler-90f | 2010 | 7.0 M _J | 1.1 R _J | 1050 ly | 1246 d |
| Kepler-90 | Kepler-90g | 2010 | 9.7 M _J | 1.1 R _J | 1050 ly | 1612 d |
| Kepler-90 | Kepler-90h | 2010 | 12.5 M _J | 1.1 R _J | 1050 ly | 2009 d |

Nejobsáhlejší katalog exoplanet, který lze na tomto místě najít.

Obsahuje 376 planet, které se vyskytují u hvězd hlavní posloupnosti.

U některých hvězd bylo objeveno již několik planet a lze tak hovořit o planetárních systémech podobných naší sluneční soustavě, i když s určitými rozdíly. Například v říjnu 2005 byla objevena exoplaneta s nejmenší hmotností 7 M_J.

Více o kritériích a zařazení do tohoto katalogu se dočtete ve **speciálním článku**.

- o Část kandidátů bylo objeveno pomocí metody přechodu (transitu) planety přes disk hvězdy.

Aktualizace dat: 26.9. 2009 – 62 planety

- zastaralé informace ?
- automatická denní (resp. noční) aktualizace z exoplanet.eu

Katalog(y) exoplanet

Seskupení > Exoplanety > Kandidáti detekovaní změnou radiální rychlosti nebo astrometrií

KANDIDÁTI DETEKOVANÍ ZMĚNOU RADIÁLNÍ RYCHLOSTI NEBO ASTROMETRIÍ

Aktualizace dat: 19.10. 2009

Zdroj dat: www.exoplanet.eu

Zpracováno za 0,0010 s

Statistika: 320 planetárních systémů / 376 planet / 38 násobných planetárních systémů

| PLANETA | | | | | | | HVEZDA | | | | | |
|-------------|---|------------------|---------------------------|----------|--------------|--------------------|-------------------|---------|-----------------------------|--------|---------------|----------------|
| planeta | M _[sin<i>i</i>] (M _{JUP}) | perioda (dny) | hlavní poloosa (AU) | výstřed. | sklon (°) | úhl. vzdál. (") | vzdál. (sv.l.) | typ | M (M _{Slunce}) | [Fe/H] | RA (h m s) | Dec (° ' ") |
| 11 UMi b | 10,5 | 516,22 | 1,54 | 0,08 | - | 0,012 887 | 119,5 | K4III | 1,8 | 0,04 | 15 17 06 | +71 49 26 |
| 14 And b | 4,8 | 185,84 | 0,83 | 0 | - | 0,010 864 | 76,4 | K0III | 2,2 | -0,24 | 23 31 17 | +39 14 10 |
| 14 Her b | 4,64 | 1 773,4 | 2,77 | 0,369 | - | 0,153 039 | 18,1 | K0 V | 0,9 | 0,43 | 16 10 23 | +43 49 18 |
| 16 Cyg B b | 1,68 | 799,5 | 1,68 | 0,689 | - | 0,078 468 | 21,41 | G2.5 V | 1,01 | 0,08 | 19 41 51 | +50 31 03 |
| 18 Del b | 10,3 | 993,3 | 2,6 | 0,08 | - | 0,035 568 | 73,1 | G6III | 2,3 | -0,052 | 20 58 26 | +10 50 21 |
| 4 Uma b | 7,1 | 269,3 | 0,87 | 0,432 | - | 0,013 945 | 62,39 | K1III | 1,234 | -0,25 | 08 40 13 | +64 19 41 |
| 42 Dra b | 3,88 | 479,1 | 1,19 | 0,38 | - | 0,012 23 | 97,3 | K1.5III | 0,98 | -0,46 | 18 25 59 | +65 33 49 |
| 47 Uma b | 2,6 | 1 083,2 | 2,11 | 0,049 | - | 0,151 038 | 13,97 | G0V | 1,03 | - | 10 59 29 | +40 25 46 |
| c | 0,46 | 2 190,01 | 3,39 | 0,22 | - | 0,242 663 | | | | | | |
| 51 Peg b | 0,468 | 4,230 77 | 0,052 | 0 | - | 0,003 537 | 14,7 | G2 IV | 1,11 | 0,2 | 22 57 27 | +20 46 07 |
| 55 Cnc b | 0,824 | 14,651 6 | 0,115 | 0,014 | - | 0,008 833 | 13,02 | G8 V | 1,03 | 0,29 | 08 52 37 | +28 20 02 |
| c | 0,169 | 44,344 6 | 0,24 | 0,086 | - | 0,018 433 | | | | | | |
| d | 3,835 | 5 218 | 5,77 | 0,025 | - | 0,443 164 | | | | | | |
| e | 0,024 | 2,817 05 | 0,038 | 0,07 | - | 0,002 919 | | | | | | |
| f | 0,144 | 260 | 0,781 | 0,2 | - | 0,059 985 | | | | | | |
| 6 Lyn b | 2,4 | 899 | 2,2 | 0,134 | - | 0,038 664 | 56,9 | K0IV | 1,7 | -0,13 | 06 30 47 | +58 09 46 |
| 70 Vir b | 7,44 | 116,689 | 0,48 | 0,4 | - | 0,021 818 | 22 | G4 V | 1,1 | -0,03 | 13 28 26 | +13 47 12 |
| 81 Cet b | 5,3 | 952,7 | 2,5 | 0,206 | - | 0,025 72 | 97,2 | G5III | 2,4 | -0,06 | 02 37 42 | -03 23 46 |
| BD-082823 b | 0,045 | 5,6 | - | 0 | - | - | 43,9 | K3V | 0,74 | -0,07 | 10 00 48 | -09 31 00 |

- automatická denní (resp. noční) aktualizace z exoplanet.eu

Na závěr

„Je nezbytné vytvářet stálý zájem o astronomii, který potrvá celý život. Mladí lidé ji přece v budoucnu nemusí pouze podporovat s pochopením a penězi, mohou také začít v tomto oboru pracovat.“

Bernhard Mackowiak (2003)