

Pavel Příhoda

Pluto je trpasličí planetou

*Pokroky matematiky, fyziky a astronomie*, Vol. 52 (2007), No. 1, 51--59

Persistent URL: <http://dml.cz/dmlcz/141342>

## Terms of use:

© Jednota českých matematiků a fyziků, 2007

Institute of Mathematics of the Academy of Sciences of the Czech Republic provides access to digitized documents strictly for personal use. Each copy of any part of this document must contain these *Terms of use*.



This paper has been digitized, optimized for electronic delivery and stamped with digital signature within the project *DML-CZ: The Czech Digital Mathematics Library* <http://project.dml.cz>

# Pluto je trpasličí planetou

*Pavel Příhoda, Praha*

Od 12. do 24. srpna 2006 probíhal v Praze XXVI. kongres Mezinárodní astronomické unie. V jeho průběhu se vedly mezi astronomy i diskuse, zda bude Plutu ponechán statut planety. Na první pohled vyhlíží tato snaha malicherně či dokonce potupně a hrozilo, že se z ní stane dokonce politikum, vždyť Pluto bylo objeveno ve Spojených státech a tato velmoc měla tedy dosud „svou planetu“. Snaha většiny astronomů však měla svou logiku. Sledujme tedy celou cestu vedoucí k objevu Pluta a historii jeho poznávání, které vedlo až k jeho současnému zařazení.

## Objevy planet Uran a Neptun

Rok 1781 znamenal velký zlom ve výzkumu sluneční soustavy. Sluneční soustava se rozšířila, když zcela neplánovaně a nečekaně objevil William Herschel planetu Uran. Už v roce 1834 usoudil dánský astronom Peter Hansen, že za drahou Uranu obíhají ještě dvě planety. Historie objevu prvního z těchto neznámých těles je dobře známa: pohyb Uranu vykazoval poruchy a za předpokladu, že tyto poruchy působí vzdálenější těleso, bylo možno jeho polohu vypočítat. Tohoto úkolu se ujal známý astronom Urbain J. Leverrier. Vypočítal pozici planety, nazvané později Neptun, a dopisem požádal některé hvězdárny o její vyhledání. V Berlíně byli úspěšní Johann G. Galle a jeho asistent Johann L. d'Arrest. Měli totiž k dispozici list nově vydávaných map Berliner Akademischen Sternkarte s hvězdami až do 9. a 10. magnitudy, který zobrazoval okolí vypočtené polohy. Samotné nalezení v roce 1846 bylo pak vlastně jednoduché: stačilo si na nově vydaných mapách prohlédnout okolí místa, které vypočetl Leverrier, a zjistit, zda tam nějaké těleso přebývá. Planeta byla nalezena necelých 60' od vypočtené polohy, a to téhož dne, kdy došel Leverrierův dopis. Měla 8. magnitudu, byla tedy jasnější než nejslabší hvězdy zobrazené na mapě. Anglický student univerzity v Cambridge John C. Adams provedl podobné výpočty jako Leverrier už v roce 1845, ale jeho práce nevedla k objevu. Své výsledky sdělil astronomu Greenwichské hvězdárny G. B. Airymu, který jim příliš nedůvěřoval a hledání odsunul. Ani J. Challis, profesor astronomie a fyziky v Cambridgi, nebyl úspěšný, protože použil zdoluhavý způsob hledání.

---

Ing. PAVEL PŘÍHODA (1934), Hvězdárna a planetárium hl. m. Prahy, Královská obora 233, 170 21 Praha 7.

## Hledání a objev první transeptunické planety

Pokus o výpočet polohy další neznámé planety podnikl Percival Lowell začátkem 20. století. Snaha to byla velmi odvážná, protože pozorované poruchy Neptunovy dráhy byly asi desetkrát menší, než jaké měl k dispozici Leverrier v případě Uranu. Nová planeta byla podle Lowellova propočtu hledána na soukromé hvězdárně, kterou založil v Arizoně. Byl to těžký úkol, neboť nebylo možné novou planetu najít přímo na mapě; tak detailní mapy neexistovaly. Těleso muselo být méně jasné než Neptun — Lowell předpokládal, že bude mít 12. až 13. magnitudu a že bude tedy zářit 40krát až 100krát slaběji než Neptun. Zatímco planetu Neptun spatříme snadno triedrem, vizuální zachycení nové planety by vyžadovalo dalekohled s průměrem objektivu aspoň 30 cm. Tehdy ovšem již byl navíc k dispozici účinný pomocník, fotografie. Lowell se patrně snažil novou planetu objevit nejprve sám se svými spolupracovníky, ale neuspěl. Teprve v roce 1915, rok před svou smrtí, uveřejnil výsledky svých výpočtů.

Štěstí měl konečně mladý americký astronom Clyde W. Tombaugh (1906–1997), který pracoval na Lowellově observatoři a se spolupracovníky používal astrograf s průměrem objektivu 33 cm a ohniskovou vzdáleností 175 cm. Fotografie téže oblasti oblohy, získané v různých nocích, porovnával pomocí blinkkomparátoru. Tímto přístrojem se střídavě pozoruje první i druhý snímek v rychlém sledu. Objekt pohybující se mezi hvězdami se prozradí kmitavým pohybem, zatímco hvězdy se jeví nehybné. Dne 18. února 1930 zpracovával Tombaugh fotografické desky z konce ledna 1930 a kýžený efekt se ukázal. Těleso bylo objeveno! Pohybovalo se blízko ekliptiky na ekliptikální délce  $108^\circ$ , nedaleko hvězdy  $\delta$  v souhvězdí Blíženců, která má jasnost 3,6 magnitudy. Mělo 15. magnitudu, bylo tedy 630krát slabší než Neptun! Podle dráhových elementů, které pro ně před lety vypočítal Lowell, mělo mít v době objevu ekliptikální délku  $104^\circ$ , ale to byl přijatelný rozdíl. Z pohybu tělesa byly postupně zjištěny dráhové elementy, které se sice lišily od Lowellových výpočtů, ale nijak zásadně. V předvečer Lowellových narozenin, 13. března 1930, byl objev uveřejněn. Přesně téhož dne, kdy před 149 lety byl objeven i Uran. Senzace pro tisk: Amerika má svou planetu!

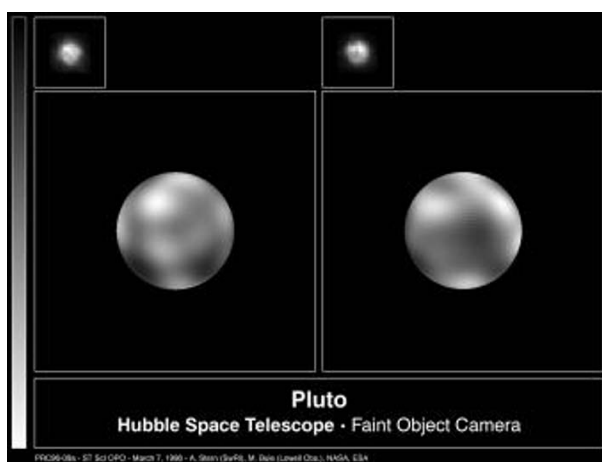
Pro jméno nového tělesa byl vybrán návrh jedenáctileté anglické školačky. Venetia Burney navrhla pojmenování Pluto; jeho jmenovec, starořímský bůh podsvětí, čili starořecký Hádes, žije v podobných temnotách jako nová daleká oběžnice. A první dvě písmena jeho jména, P a L, jsou monogramem Percivala Lowella. Jméno Pluto bylo astronomickými institucemi přijato 1. května 1930.

## Problémy s Plutem

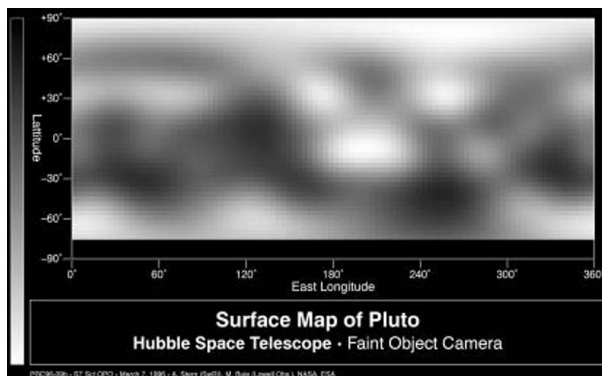
Pluto bylo tedy objeveno (ano, v češtině je pro ně zaveden vyumělkovaný střední rod) a astronomové se začali zabývat jeho studiem. Jedním z úkolů bylo přesnější určení dráhových elementů. Obvykle přitom astronomové prohlížejí starší fotografické desky, zdali se na nich těleso nezaznamenalo, ale při méně detailním hledání uniklo. Taková praxe je běžná a také v případě Pluta byla úspěšná: zachytily je již desky observatoří v Uccle (čtvrť Bruselu), v Yerkes, na Mount Wilson i v Heidelbergu v letech 1927,



Obr. 1. Pluto se svým měsícem Charonem na záběru Hubblova kosmického dalekohledu.

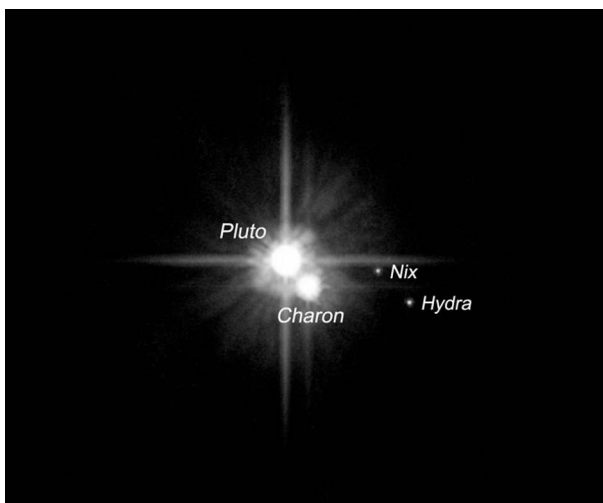


Obr. 2. Zatím nejpodrobnější záběry povrchových útvarů Pluta. Horní záběry jsou původní jednotlivé snímky, dolní jsou kombinace mnoha snímků zpracované počítačem. Rozlišovací schopnost dosud neumožňuje zjistit přesný charakter povrchu.



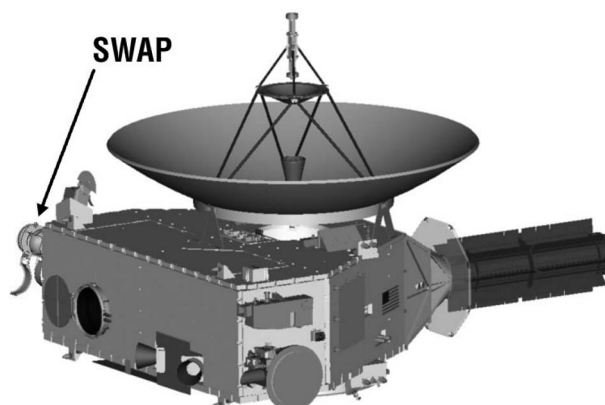
Obr. 3. Mapa Plutova povrchu, sestavená z jednotlivých detailních záběrů.

1921, 1919 a 1914. Objevitelem není pochopitelně ten, kdo objekt poprvé zaznamená, ale ten, kdo pozná jeho podstatu. Dráhové elementy Pluta se i v dalších letech stále zpřesňovaly. Ukázalo se, že obíhá v dráze o velké poloose 39,772 AU ( $5949,89 \cdot 10^6$  km), excentricitě 0,254 a střední oběžnou rychlostí 4,8 km/s oběhne Slunce za 248,43 roku. Z velikosti a výstřednosti dráhy také vyplývá, že Pluto je v některých letech ke Slunci blíže než Neptun, jehož dráha má naopak velmi nízkou excentricitu 0,00681. Pluto bylo Slunci blíže než Neptun v letech 1979 až 1999. Dráhy Neptuna a Pluta se ovšem neprotínají, protože Pluto má značný sklon dráhy  $17,118^\circ$ . Největší severní heliocentrické šířky dosáhlo Pluto v roce 1980, proto se v onom období pohybovalo asi 8 AU severně od roviny dráhy Neptuna.



Obr. 4. Pluto se svými třemi satelity.

S menším úspěchem se astronomové pokoušeli stanovit průměr Pluta. V roce 1950 měřil G. P. Kuiper pětmetrovým reflektorem na Mount Palomaru jeho úhlový průměr a došel k hodnotě  $0,2''$ , což by znamenalo skutečný průměr menší než polovina průměru Země. Ukázalo se tedy, že Pluto nepatří k velkým planetám (Jupiter, Saturn, Uran, Neptun), jak se čekalo, ale velikostí spadá spíše k planetám zemského typu. Roku 1962 Camichel udal průměr Pluta na 7900 km, o něco větší než Mars. Přitom Wylie a Kurgan se z perturbací Neptuna pokusili odhadnout hmotnost Pluta na zhruba srovnatelnou s hmotností Země. Pokud by však byli astronomové připustili průměr podle Camichela, muselo by Pluto mít průměrnou hustotu asi  $14\,000 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ , zhruba dvakrát větší než železo, a tedy zcela nesmyslnou pro tak malé těleso ve sluneční soustavě. Dostí zoufalý pak byl Kuiperův předpoklad, že Pluto má zcela hladký ledový povrch, který odráží světlo Slunce jako vypuklé zrcadlo, takže neměříme průměr Pluta, ale průměr této menší světlo odrážející plochy. Dnes víme, že tělesa srovnatelné velikosti (např. satelity), vzdálená od Slunce více než 5 AU, mají sice obvykle povrch ledový, ale zdaleka ne hladký. V oblasti dráhy Neptuna pak a při povrchové teplotě



Obr. 5. Lehká a rychlá sonda New Horizons startovala 19. ledna 2006 tehdy ještě k planetě Pluto a dorazí roku 2015 k jedné z trpasličích planet Pluto. Cíl se nezměnil, pouze zařazení tělesa ano.

Pluta  $-210$  až  $-235$  °C mrznou kromě vody i další látky; zejména dusík, který zřejmě na jeho povrchu tvoří světlejší oblasti, a v menším množství se vyskytují i uhlovodíky metan a etan.

### Přece jen pokrok, ale s ním i potíže

Mnoho úspěchů tedy astronomové v případě Pluta neměli. V roce 1978 však nastal dalekosáhlý obrat. J. W. Christy z US Naval Observatory zpracovával fotografické desky, pořízené 150cm reflektorem ve Flagstaffu v Arizoně, jen 7 km od Lowellovy observatoře. Na snímcích byla viditelná nepatrná skvrnka Pluta a Christy měřil jeho polohu. Na desce z 2. července si všiml, že kotouček planety není přesně kruhový, ale na okraji ukazuje jakýsi výběžek. Na dalších deskách se ukázalo, že tento výběžek se pravidelně objevuje a zase mizí. Vysvětlení bylo celkem jasné — Pluto má satelit! Pomocí metody skvrnkové interferometrie bylo možno změřit další podrobnosti. Ukázalo se, že oběžná rovina měsíce svírá úhel  $118^\circ$  s rovinou dráhy Pluta. Později se navíc ukázalo, že díky orientaci dráhy nově nalezeného satelitu začne v roce 1985 docházet k přechodům a zákrytům obou těles — satelit bude střídavě přecházet přes kotouček Pluta a zakrývat se za planetou. Střed období zákrytů a přechodů nastal roku 1988 a úkazy skončily r. 1990. Jejich pozorování dovolilo zjistit další četné údaje.

Charon, jak byl satelit pojmenován, se pohybuje 19 700 km od své planety a obíhá ji za 6,3872 dne. Ze vzdálenosti obou těles a z doby jejich oběhu bylo možno poprvé přesně odvodit údaj nejdůležitější a dosud přímo nezměřený: jejich hmotnost. Podobně postupujeme při určování hmotnosti dvojhvězd, ale zcela stejně i u planet. Výsledek byl ale zdrcující: Pluto má hmotnost pouhých 0,0025 hmotnosti Země a Charon jen 0,00032 Země. Pluto má přitom průměr asi 2300 km a Charon 1200 km (přesnější hodnoty se vzájemně liší, takže je nebudeme uvádět). Pluto překonávají velikostí kromě planet

i čtyři galileovské měsíce Jupitera, Saturnův Titan, Neptunův měsíc Triton a ovšem i náš Měsíc. Hustota obou těles je  $2050 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ . Obíhají kolem společného těžiště a mají oboustranně vázanou rotaci — Pluto i Charon se k sobě obracejí stále stejnými polokoulemi. Ze změřených hodnot vyplynulo, že Pluto s Charonem mají 2300krát menší hmotnost, než předpokládal Lowell, nemohly se tedy projevovat poruchami dráhy Neptuna a jejich objevení bylo zcela náhodné, třebaže šlo o velikou a šťastnou náhodu. Poruchy dráhy Neptuna se později ukázaly být pouze chybami měření poloh planet.

Velikostí tedy Pluto nezapadá ani mezi planety zemského typu: nejmenší z nich, Merkur, má víc než dvojnásobný průměr a 26krát větší hmotnost. Nezapadá ani mezi klasické planetky tzv. hlavního pásu, které obíhají především mezi dráhami Marsu a Jupitera. Největší z těchto objektů, Ceres, má průměr necelých 1000 km. Pluto je moc malý proti planetám a příliš velký ve srovnání s planetkami. Přesto se objevily návrhy na jeho zařazení mezi planetky, a to v době, kdy ještě nebylo známo tolik planetek jako dnes. Pluto tak mohlo získat okrouhlé číslo (10 000), později pak (100 000). Tato pořadová čísla planetek jsou uváděna před jménem nebo předběžným označením planetky a je pravidlem uvádět je v závorkách. Nestalo se, tato příležitost nebyla využita.

## Za Neptunem není Pluto samo

Zásadním zlomem ve vývoji otázky, kam zařadit Pluto, byl objev dalšího transneptunického tělesa. Bylo nalezeno v srpnu 1992 a dostalo předběžné označení 1992 QB1. Objev byl učiněn po mnohaletém úsilí o nalezení těles podobných Plutu, jak dráhou, tak velikostí. Například sám Tombaugh v letech 1929 až 1945 bezúspěšně prohledal 19 500 čtverečních stupňů oblohy v oblasti ekliptiky a podobné prohlídky vykonali další astronomové. Hlavním problémem tehdy byla příliš jasná mezní hvězdná velikost 16 až 17 mag. Použití výkonných dalekohledů s detektory CCD však vedlo k úspěchu. Například těleso 1992 QB1 bylo objeveno pomocí 220cm reflektoru a mělo hvězdnou velikost 23 mag, bylo tedy skoro 1600krát méně jasné než Pluto. Po objevu druhého transneptunického tělesa následovaly brzy další, dnes jich známe přes tisíc. Větší než Pluto je podle všeho objekt 2003 UB313, neoficiálně napřed nazývaný Xena a od 13. září 2006 označený definitivně (136199) Eris (což je řecká bohyně sváru — jak případně!). Velikostí se k Plutu blíží další z nich, například Sedna nebo Quaoar. Jejich průměry neznáme ovšem nijak spolehlivě, tápeme vlastně podobně jako kdysi v případě Pluta. Podle starých zvyklostí by tato velká tělesa mohla být zařazena mezi planety spolu s Plutem. Hrozilo, že počet planet sluneční soustavy začne stoupat a o většině z nich přitom nebudeme mnoho vědět, že se pojem planety jaksi „znehodnotí“. Stále naléhavěji se proto ukazovala nutnost zavést další kategorii těles menších než většina planet a větších než obvyklé planetky. Tam, kde existuje více možností a je namístě se o nich pro odborné účely sjednotit, přijímá příslušnou rezoluci valné shromáždění Mezinárodní astronomické unie (IAU), které se koná vždy po třech letech v různých významných městech.

V době takto nazvané se konal XXVI. kongres IAU v Praze. Zabýval se mnoha pozoruhodnými problémy a ten, který v tomto článku sledujeme, byl jen jedním z nich. Druhá plenární schůze 24. srpna 2006 projednávala návrh rezoluce, která definuje termíny planeta, trpasličí planeta a malá tělesa sluneční soustavy. Bylo štěstí, že schůzi vedla žena, paní Jocelyn Bell Burnell. Ano, byla to tatáž tehdy slečna Jocellyn Bellová, která si v srpnu 1967 všimla na záznamu rádiové aparatury pravidelných pulzů a jejíž pečlivost pak vedla k objevu pulzarů. Svými přesnými formulacemi, jemným humorem a přátelským řízením zasedání přispěla k vyřešení problému. Bude užitečné uvést napřed tuto rezoluci.

## Rezoluce IAU: Definice planety sluneční soustavy

Současná pozorování změnila naši znalost sluneční soustavy a je důležité, aby naše terminologie objektů současné znalosti odrážela. To se týká zejména označení „planety“. Výraz „planeta“ původně znamená „bludici“, tedy pohybuující se zářící objekt na obloze. Nedávné objevy nás ale vedou k nové definici, v níž můžeme zahrnout dostupné vědecké poznání.

### Rezoluce 5A

IAU proto rozhoduje, aby planety a další tělesa sluneční soustavy byly rozčleněny do tří rozdílných kategorií takto:

- (1) „Planeta“<sup>1)</sup> je nebeské těleso, které (a) obíhá kolem Slunce, (b) má hmotnost dostačující k tomu, aby jeho gravitace vedla k deformacím pevné látky a dosáhla hydrostatickou rovnováhu, tj. téměř kulový tvar, a (c) vyčistila okolí své dráhy.
- (2) „Trpasličí planeta“ je nebeské těleso, které (a) obíhá kolem Slunce, (b) má hmotnost dostačující k tomu, aby jeho gravitace vedla k deformacím pevné látky a dosáhla hydrostatickou rovnováhu, tj. téměř kulový tvar<sup>2)</sup>, (c) nevyčistila okolí své dráhy, a (d) není satelitem.
- (3) Všechny další objekty<sup>3)</sup> obíhající kolem Slunce budou zařazeny pod společný název „malá tělesa sluneční soustavy“.

Rezoluce 5B navrhovala použít slovo „klasická“ před názvem „planeta“. Tedy: (1) Klasická planeta je nebeské těleso... Byla naštěstí odmítnuta velkou většinou. Jakákoli komplikace terminologie tam, kde předchází stav dostačoval, je zbytečná. Tak patrně uvažovala většina hlasujících. Poslední dvě rezoluce se týkaly přímo Pluta:

---

<sup>1)</sup> Těmito osmi planetami jsou: Merkur, Venuše, Země, Mars, Jupiter, Saturn, Uran a Neptun.

<sup>2)</sup> IAU zahájí proces, jímž stanoví hranici mezi trpasličími planetami a jinými kategoriemi.

<sup>3)</sup> Tam nyní zahrnujeme většinu planetek ve sluneční soustavě, většinu transneptunických objektů (TNO), komety a další malá tělesa.



## Rezoluce 6A

IAU rozhoduje takto: Pluto je trpasličí planetou a je zároveň prototypem nové kategorie transneptunických objektů.

Tato rezoluce byla přijata, ale byla odmítnuta doplňková rezoluce 6B, podle níž by se tato kategorie nazývala „plutonské objekty“.

Problém byl tedy rozřešen, ale my můžeme litovat, že ani náš, ani anglický jazyk není dosti bohatý, aby měl v zásobě jedno slovo pro „trpasličí planety“. Přece jen je dvouslovné označení kategorie trochu těžkopádné, zvláště v češtině, kde je ten přívlastek dost dlouhý. Ale to je jen kosmetická vada. Ostatně jako ve všech podobných případech ukáže budoucí vývoj, do jaké míry bylo přijaté řešení životaschopné. Přitom je namístě zdůraznit, že ve vědecké práci se o výsledcích nehlasuje a platnost dokazuje sám autor práce. V astronomii se díky pozorování a teoretické úvaze dostáváme ke stále přesnějšímu obrazu okolního světa. Tento obraz se stále kriticky ověřuje dalším pozorováním a úvahou. Pokud nevyhovuje, opravujeme ho, nebo se přikláníme k jinému modelu, který lépe vystihuje pozorovaná fakta. Přece jen je však nutné něco řešit dohodou nebo hlasováním. Příkladem mohou být právě probrané rezoluce. Je přitom pozoruhodné, že první čtyři rezoluce nevzbudily v médiích žádný zájem ani nelibost.

## S Plutem se neloučíme

Přeřazení Pluta do jiné kategorie planet není degradace a samozřejmě z něho neplyne, že by pro nás přestalo být zajímavé. Pluto se nezměnilo tím, že jsme ho zařadili do jiné vitríny. Astronomický význam tělesa také vůbec nespočívá v jeho velikosti. Pluto není neplaneta, jak trudně oznamoval titulěk jednoho článku. Není neplanetou stejně, jako trpasličí hvězda není nehvězdou. Studium tohoto dalekého tělesa pokračuje. V roce 2005 byly u Pluta objeveny další dva jeho satelity, pojmenované o rok později Nix a Hydra. K Plutu, jehož povrch jsme zblízka dosud nepoznali, nyní letí sonda New Horizons. Startovala 19. ledna 2006, tedy v době, kdy ještě bylo nejvzdálenějším z planet, a dorazí k němu v roce 2015. Objeví jistě zajímavé útvary povrchu Pluta i Charonu a odhalí zajímavé procesy na tělese i další tajemství toho dalekého světa, který stále známe tak málo...

## L i t e r a t u r a

### • Knihy:

- [1] SADIL, J.: *Planety. Historie objevu a poznávání Pluta*. Orbis, Praha 1963, 324–326.
- [2] GUTH, V., LINK, F., MOHR, J. M., ŠTERNBERK, B.: *Astronomie I. Kapitola Uran, Neptun, Pluto se zabývá objevy a prvními výzkumy těchto těles*. NČSAV, Praha 1954, 519–532.

• Časopis:

- [3] Dissertatio Cvm Nuncio Sidereo III, Pragae MMVI 12. VIII. – 25. VIII. Official newspaper of the IAU General Assembly 2006.  
No. 3, str. 3–5: Materiály komise pro definici planet — návrh rezoluce.  
No. 6, str. 3: Dialog o navržené rezoluci k definici planety.  
No. 9, str. 9: Konečná verze rezoluce k definici planety.  
No. 10, str. 1: Výsledky hlasování o konečné verzi k definici planety.  
Viz též <http://astro.cas.cz/nuncius/>, <http://pluto.jhuapl.edu/>

## Počátky moderní éry poznávání mikrosvětla

*Jiří Králík, Ústí nad Labem*

Tento článek stručně mapuje historii počátků fyzikálního výzkumu mikrosvětla od objevu elektronu k představě neutrina — pokrývá tak zhruba období od konce 19. století po práh II. světové války a shoduje se s dobou aktivní vědecké činnosti Ernesta Rutherforda. Příspěvek je komentovaným přehledem hlavních událostí fyziky částic v tomto období.

Pokud bychom se zajímali o původ částicové fyziky, asi bychom jejím otcem nazvali Novozélandana Ernesta Rutherforda (1871–1937) a její matkou Cavendish Laboratory (založena 1874, první ředitel James Clerk Maxwell), což svého času byla nejvyhlášenější laboratoř experimentální fyziky na světě. Rutherford dlouhá léta (1919–1937) tuto laboratoř vedl a učinil zde mnoho významných objevů. Než se však těmito objevy budeme zabývat, je slušné se nejprve zmínit o objeviteli první elementární částice.

### První krůčky

V roce 1897 tehdejší šéf Cavendishovy laboratoře a Rutherfordův učitel Joseph John Thomson (1856–1940) zkoumal povahu záhadného katodového záření, vyskytujícího

---

Mgr. JIŘÍ KRÁLÍK (1975), katedra fyziky, Přírodovědecká fakulta Univerzity Jana Evangelisty Purkyně, Ústí nad Labem, e-mail: [jkralik@physics.ujep.cz](mailto:jkralik@physics.ujep.cz)