

## Okienko pre pozorovateľov

Astronomické úkazy v novembri a decembri 2016

**Večernica v najväčšom lesku s hviezdami a Marsom, Leonidy, Geminidy a DEEP SKY objekty**

Na večernej oblohe sa rozlúčime so Saturnom. Mars tam zostane. V úlohe „superstar“ sa skvie jasná Venuša, ktorá dosiahne najvyššiu jasnosť na Silvestra. Teleskopické planéty Urán a Neptún môžeme pomocou ďalekohľadov obdivovať najmä v prvej polovici noci. Neptún sa počas silvestrovskej noci stretne na oblohe s Marsom. Planéty bude od seba deliť iba  $0,02^\circ$ . Z Košíc uvidíme iba približovanie planét, tesná konjunkcia nastane až na Nový rok pod našim obzorom. Komu chýba pohľad na Jupiter, má príležitosť pozorovať ho na rannej oblohe.

Zaujímavými úkazmi budú tesné stretnutia Mesiaca s Aldebaranom (najjasnejšia hviezda v súhvezdí Býka). 15.11. pri východe oboch telies bude o 17. hodine jasná hviezda  $0,5^\circ$  severne od Mesiaca, 13.12. dokonca pozorovateľia na západ od nás uvidia jej zákryt Mesiacom (Aldebaran  $0,3^\circ$  severne). U nás uvidíme len približovanie telies pred ich západom v ranných hodinách počas svitania.

V novembri nastáva maximum meteorického roja Leonidy. Aktivita roja trvá od 6. do 30.11. Maximum je predpovedané na 17.11. Pozorovateľov bude rušiť svetlo Mesiaca, ktorý bude pár dní po splne.

Decembrovým výrazným rojom sú Geminidy s aktivitou od 4. do 17.12. a maximum predpovedaným na 14.12. o 1. hodine v noci očakávanou frekvenciou 120 meteorov za hodinu. Mesiac v splne počas maxima však bude pozorovanie značne rušiť.

Dlhé novembrové a decembrové noci bývajú pri jasnom počasí často mrazivé. Zimný slnovrat nastane v tomto roku 21.12. o 11. hodine a 43. minúte SEČ. S teplým oblečením a dostatočným odhodlaním si môžeme večer užívať pohľad na letné, jesenné, zimné neskôr v noci už aj na jarné súhvezdia. Ďalekohľad nám poskytne zážitok z krásnej Veľkej galaxie v Andromede, hviezdokopy M45 (Plejády) a M1 (Krabej hmloviny) v Býkovi, či nádhornej Veľkej hmloviny v Orióne M42.

Prajem všetkým milovníkom astronómie mnoho zážitkov a skvelý štart do Nového roka 2017.

Podľa AR 2016, časopisu Kozmos a internetu.

Peter Kaňuk

## Podujatia pre verejnosť:

### November 2016

**Streda 2., 9., 16., 23. a 30. 11.** o 18:00, 19:00. a 20:00 hod.: „Pozorovanie večernej oblohy“ (na objednávku: 0904002019, cvc.kanuk@gmail.com)

**Štvrtok 3., 10. a 24. 11.** od 19:00 do 21:00 hod.: „Obloha dnes“ – program v planetáriu spojený s pozorovaním objektov večernej oblohy o 18:30 a o 20:00 hod.

**ASTRO SOBOTA V PLANETÁRIU – 5. 11.** ; od 14:00 do 19:00 hod. – programy v planetáriu pre deti a rodičov, program pre väčšie deti, mládež a dospelých s témou „Vesmírne hmloviny“, pozorovanie Slnka, Mesiaca a Venuše pomocou ďalekohľadu

**Týždeň vedy a techniky – 8., 9., a 10. 11.**; od 18:00 do 21:00 hod. – podujatia určené na propagáciu vedy pre širokú verejnosť. Prednášky, hviezdy v planetáriu a pozorovanie Mesiaca, planét a iných objektov ďalekohľadom

### December 2016

**Streda 7., 14. a 21. 12.** o 18:00, 19:00 a 20:00 hod.: „Pozorovanie večernej oblohy“ (na objednávku: 0904002019, cvc.kanuk@gmail.com)

**Štvrtok 1., 8. a 22. 12.** od 19:00 do 21:00 hod.: „Obloha dnes“ – program v planetáriu spojený s pozorovaním objektov večernej oblohy o 18:30 a o 20:00 hod.

**ASTRO SOBOTA V PLANETÁRIU - 17. 12.** ; od 14.00 do 19.00 hod. – programy v planetáriu pre deti a rodičov, program pre väčšie deti, mládež a dospelých s témou „Zimná obloha“, pozorovanie Slnka, Venuše a Saturnu pomocou ďalekohľadu

**PRÁZDNINOVÉ PLANETÁRIUM 28., 29. a 30.12.**; od 13:00 do 20:00 h. – podujatie počas jesenných prázdnin pre širokú verejnosť. Programy v planetáriu pre deti a rodičov, hviezdy, pozorovanie večernej oblohy, premietanie filmov

**Bližšie informácie na: [www.cvckosice.sk](http://www.cvckosice.sk)**

**Pozn.: pozorovania sa konajú len za jasného počasia**  
Pozorovania nie sú limitované počtom záujemcov.  
Programy v planetáriu sú pre najmenej 8 záujemcov.  
Skupinové návštevy (nad 10 osôb) v uvedených termínoch je nutné dohodnúť vopred osobne na sekretariáte CVC v Popradskej 86 v Košiciach alebo telefonicky na čísle :

055 / 6 411411

Centrum voľného času, Orgovánová 5, Košice  
EP Popradská 86, Košice



# Albedo

November/  
december 2016

**Košický astronomický informátor**

## Gravitačné vlny – po 100 rokoch potvrdené!

V pondelok 14. septembra 2015 obidve pozorovacie stanice observatória LIGO takmer simultánne detegovali signál, ktorý je gravitačným odtlačkom monumentálnej vesmírnej katastrofy. Zaznamenali záverečné štádium vzájomného špirálovitého pohybu dvojice hmotných čiernych dier, ktorý skončil ich splynutím a vytvorením ešte väčšej, rotujúcej čiernej diery. Túto udalosť sprevádzalo vyžiarenie gravitačných vln, ktorých časový priebeh presne zodpovedal teoretickým výpočtom založených na predpovediach všeobecnej teórie relativity. Teórie gravitácie, ktorú pred sto rokmi sformuloval Albert Einstein a priama detekcia gravitačných vln sa stala ďalším potvrdením Einsteinových predpovedí.



Krátko po zverejnení všeobecnej teórie relativity, 22. júna 1916, Albert Einstein publikoval článok, v ktorom predpovedal existenciu periodických zmien krivosti časopriestoru, šíriacich sa priestorom

v podobe vln. Gravitačné vlny sú podobné tým, ktoré sa šíria na vodnej hladine, ak do nej hodíme kamienok. Rozdiel je však v tom, že ich médiom je geometria samotného časopriestoru. Tieto vlny sa šíria priestorom rýchlosťou svetla vo vákuu a sú schopné odnášať zo svojho zdroja energiu.

Zdrojom gravitačných vln nie je každé hmotné teleso. Tieto vlny sú generované len v prípade nesférických zrýchlených pohybov hmotných telies. Preto najbežnejším zdrojom sú systavy dvoch a viacerých telies. V prípade planetárnych sústav či dvojhviezd zložených z normálnych hviezd je však energia gravitačných vln veľmi malá. Omnoho priaznivejšia situácia je v prípade tesných systémov, ktorých zložkami sú veľmi hmotné kompaktné objekty ako neutrónové hviezdy alebo čierne diery. Gravitačné vlny generované takýmito systémami odnášajú významné množstvo ich potenciálnej energie, čo spôsobí zmenšovanie ich vzájomnej vzdialeností, ďalšie zrýchlenie ich pohybu a ešte väčšie množstvo energie je vyžiarené prostredníctvom gravitačných vln. Telesá sa po špirále k sebe stále viac a viac približujú až nakoniec splynú do jedného objektu. Problém detekcie gravitačných vln však spočíva v tom, že aj v prípade takej gigantickej gravitačnej udalosti, akou je splynutie dvojice čiernych dier, by gravitačné vlny spôsobili relatívne zmeny vzdialeností len na úrovni  $10^{-23}$ , čo pre častice vzdialené 100 000 km predstavuje zmenu ich polohy o  $10^{-15}$ m, teda len o veľkosť protónu!

Ako ukázal aj nedávny objav, ideálnymi prístrojmi na detekciu takýchto malých zmien vzdialeností sú laserové interferometre. V týchto prístrojoch sa porovnáva čas, za ktorý laserové lúče prejdú dvomi na seba kolmými ramenami. Ak gravitačná vlna prejde interferometrom, môže zmeniť vzdialenosti jednotlivých ramien, čo sa prejaví zmenou detegovaného signálu. Gravitačné observatórium LIGO (Laser Interferometer Gravitational-wave Observatory, California Institute of Technology) pozostáva z dvoch takmer identických vákuových laserových interferometerov s dĺžkou ramien 4 km umiestnených neďaleko amerických miest Hanford a Livingston, vo vzájomnej vzdialenosti 3 002 km. Úvodná a rozšírená fáza pozorovaní LIGO prebiehala v rokoch 2002-2010, no počas tohto

obdobia sa gravitačné vlny detegovať nepodarilo. V septembri 2015, po piatich rokoch kompletnej rekonštrukcie a mnohých vylepšeniach, začalo pracovať LIGO v zdokonalenej podobe (tzv. Advanced LIGO). Oproti pôvodnej verzii sa jeho citlivosť výrazne zlepšila, k čomu prispelo ohromné množstvo vylepšení. A všetka táto snaha sa nakoniec oplatila.

Krátko po spustení vedeckých pozorovaní, 14. septembra 2015 o 9:50:45 UTC, obidve pozorovacie stanice observatória LIGO takmer simultánne detegovali signál, jednoznačne spôsobený prechodom gravitačných vln. Udalosť, ktorá je označovaná ako GW150914 trvala 150 milisekúnd a mala charakteristický časový priebeh: najskôr frekvencia postupne narastala z 35 Hz až na 250 Hz. Tiež narastala amplitúda, ktorá dosiahla maximum s hodnotou  $10^{-21}$  a nasledoval dozvuk. Takýto priebeh naznačoval, že došlo k ohromnej gravitačnej udalosti, k splynutiu dvoch čiernych dier. Udalosť nastala vo vzdialenosti 1,34 miliardy svetelných rokov a pozorovania LIGO zachytili posledné štyri obehy čiernych dier pred ich splynutím.

Vďaka týmto pozorovaniam sa podarili hneď dva významné objavy: prvá priama detekcia gravitačných vln a prvé splynutie dvoch čiernych dier, pozorované v priamom prenose. A neboli to len také obyčajné čierne diery. Ich hmotnosti boli 36 ( $\pm$  5) a 29 ( $\pm$  4) násobne väčšie ako hmotnosť Slnka. Čierne diery s takýmito hmotnosťami sme doposiaľ nepozorovali, čím sa vytvára otázka ich pôvodu. Splynutím čiernych dier vznikla nová rotujúca čierna diera s hmotnosťou 62 ( $\pm$  4) hmotností Slnka, pričom energia ekvivalentná trojnásobku ( $\pm$  0,5) slnečnej hmotnosti sa vyžiarila počas jej vzniku v podobe gravitačných vln. Takúto energiu by vyžiarilo Slnko so súčasnou svietivosťou za 44 biliónov rokov! Splynutie čiernych dier to stihlo za 0,15 sekundy. Celkový žiarivý výkon je  $3,6 \times 10^{48}$  W, čo je svietivosť všetkých hviezd vo všetkých galaxiách pozorovateľného vesmíru!

Mohlo by sa zdať, že tým sa uzatvára príbeh, ktorý pred sto rokmi začal písať svojimi geniálnymi

predpoveďami Albert Einstein. Ako to však už vo fyzike a vôbec vo vede býva, príbeh detekcie gravitačných vln je v skutočnosti len úvodnou kapitolou omnoho rozsiahlejšieho eposu ľudského poznania, zrodením úplne novej vednej oblasti – *gravitačnej astrofyziky*. Už jej prvý objav je fascinujúci. Objav čiernych dier v doposiaľ nezmapovanom intervale hmotností otvoril mnohé otázky: Aký je ich pôvod? Sú pozostatkom vývoja prvých hviezd? Koľko je takýchto objektov vo vesmíre? Môžu tvoriť významnú časť tmavej hmoty? Odpovede na niektoré z týchto otázok môžu mať zásadný dopad na problematiku evolúcie hviezd a hviezdnych sústav, ako aj na náš pohľad na vesmír ako taký. Priamu detekciu gravitačných vln možno pokladať za obrovský úspech. Dobrodružstvo ľudského poznávania však pokračuje ďalej...

doc. Rudolf Gális  
Univerzita P. J. Šafárika v Košiciach

## Klub astronómov PALLAS

### Milý záujemca a záujemkyňa o astronómiu

Staň sa členom nášho astronomického klubu. Na stretnutiach si môžeš vypočúť a aktívne vytvárať prednášky, pozorovať objekty večernej oblohy, prípadne sa aj stať dobrovoľným spolupracovníkom na astronomických podujatiach CVČ. Aktivitami klubu bude aj tvorba článkov pre astronomické internetové stránky, výpočty, práca s ďalekohľadmi, poradenstvo pri SOČ, príprava na súťaže, tvorba projektov a podobne.

Vstup na stretnutia je na permanentku v cene 10,- €, ktorá platí na 10 vstupov

Stretnutia: v utorky

o 18:30 h. v planetáriu na Popradskej 86 v Košiciach

[www.cvckosice.sk](http://www.cvckosice.sk)

**CVČ Orgovánová 5, elokované pracovisko**

**Popradská 86, 040 11 Košice**

**Telefónne číslo: 055/6411411**

**E-mail: [cvc.kanuk@gmail.com](mailto:cvc.kanuk@gmail.com)**

## November 2016

DÁTUM	S L N K O			M E S I A C		
	Východ	Západ	Poznámka	Východ	Západ	Poznámka
7.11.	06:31	16:05		12:31	22:33	v 1.štvrti
14.11.	06:42	15:56		16:23	06:00	v perigeu a v splne
21.11.	06:53	15:48	Vstup do znamenia Strelec	23:23	12:30	v posl.štvrti
27.11.	07:01	15:43		04:33	15:06	v apogeu
29.11.	07:04	15:42		06:31	16:11	v nove

DÁTUM	M E R K Ú R			
	Východ	Západ	Jasnosť	Pozorovateľnosť
1.11.	06:39	16:20	-1,1	Nepozorovateľný. Je na dennej oblohe
11.11.	07:31	16:15	-0,7	
21.11.	08:18	16:51	-0,5	
DÁTUM	V E N U S A			
DÁTUM	Východ	Západ	Jasnosť	Pozorovateľnosť
1.11.	09:51	17:53	-4,0	Pozorovateľná na večernej oblohe v súhvezdiach Hadonos a Strelec
11.11.	10:14	18:00	-4,1	
21.11.	10:26	18:15	-4,1	
DÁTUM	M A R S			
DÁTUM	Východ	Západ	Jasnosť	Pozorovateľnosť
1.11.	12:29	20:44	0,3	Pozorovateľný na večernej oblohe v súhvezdiach Strelec a Kozorožec
11.11.	12:11	20:45	0,5	
21.11.	11:50	20:48	0,6	
DÁTUM	J U P I T E R			
DÁTUM	Východ	Západ	Jasnosť	Pozorovateľnosť
1.11.	03:47	15:21	-1,7	Pozorovateľný na rannej oblohe v súhvezdí Panna
11.11.	03:18	14:45	-1,7	
21.11.	02:49	14:10	-1,7	
DÁTUM	S A T U R N			
DÁTUM	Východ	Západ	Jasnosť	Pozorovateľnosť
1.11.	09:24	18:02	0,5	Pozorovateľný v prvej polovici mesiaca na večernej oblohe v súhvezdí Hadonos
11.11.	08:50	17:26	0,5	
21.11.	08:17	16:51	0,5	
DÁTUM	U R Á N			
DÁTUM	Východ	Západ	Jasnosť	Pozorovateľnosť
1.11.	15:31	04:53	5,7	Pozorovateľný po celú noc okrem rána v súhvezdí Ryby
11.11.	14:51	04:15	5,7	
21.11.	14:11	03:31	5,7	
DÁTUM	N E P T Ú N			
DÁTUM	Východ	Západ	Jasnosť	Pozorovateľnosť
1.11.	14:12	02:00	7,9	Pozorovateľný v prvej polovici noci v súhvezdí Vodnár.
11.11.	13:33	00:20	7,9	
21.11.	12:53	23:37	7,9	

## December 2016

DÁTUM	S L N K O			M E S I A C		
	Východ	Západ	Poznámka	Východ	Západ	Poznámka
7.12.	07:14	15:39		12:09	23:46	v 1.štvrti
13.12.	07:20	15:39		14:55	06:04	v perigeu
14.12.	07:20	15:39		16:39	07:15	v splne
21.12.	07:25	15:41	Vstup do znamenia Kozorožec	-	11:54	v posl.štvrti
25.12.	07:27	15:44		03:24	13:39	v apogeu
29.12.	07:28	15:47		07:07	16:21	v nove

DÁTUM	M E R K Ú R			
	Východ	Západ	Jasnosť	Pozorovateľnosť
1.12.	08:52	16:34	-0,5	Pozorovateľný krátko po západe Slnka na večernej oblohe
11.12.	09:03	16:56	-0,4	
21.12.	08:26	16:48	1,0	
DÁTUM	V E N U S A			
DÁTUM	Východ	Západ	Jasnosť	Pozorovateľnosť
1.12.	10:29	18:36	-4,2	Pozorovateľná na večernej oblohe v súhvezdí Kozorožec
11.12.	10:24	19:01	-4,2	
21.12.	10:12	19:27	-4,3	
DÁTUM	M A R S			
DÁTUM	Východ	Západ	Jasnosť	Pozorovateľnosť
1.12.	11:29	20:51	0,6	Pozorovateľný na večernej oblohe v súhvezdiach Kozorožec a Vodnár
11.12.	11:05	20:54	0,7	
21.12.	10:41	20:57	0,8	
DÁTUM	J U P I T E R			
DÁTUM	Východ	Západ	Jasnosť	Pozorovateľnosť
1.12.	02:19	12:34	-1,8	Pozorovateľný na rannej oblohe v súhvezdí Panna
11.12.	01:49	12:58	-1,8	
21.12.	01:17	12:22	-1,9	
DÁTUM	S A T U R N			
DÁTUM	Východ	Západ	Jasnosť	Pozorovateľnosť
1.12.	07:43	16:16	0,5	Pozorovateľný koncom mesiaca na rannej oblohe v súhvezdí Hadonos
11.12.	07:09	15:41	0,4	
21.12.	06:36	15:06	0,5	
DÁTUM	U R Á N			
DÁTUM	Východ	Západ	Jasnosť	Pozorovateľnosť
1.12.	13:31	02:50	5,7	Pozorovateľný v prvej polovici noci v súhvezdí Ryby.
11.12.	12:53	02:10	5,6	
21.12.	12:12	01:30	5,8	
DÁTUM	N E P T Ú N			
DÁTUM	Východ	Západ	Jasnosť	Pozorovateľnosť
1.12.	12:14	22:57	7,9	Pozorovateľný na večernej oblohe v súhvezdí Vodnár
11.12.	11:35	22:19	7,9	
21.12.	10:56	21:40	7,9	