



**Korešpondenčná súťaž - 1. kolo (február 2010)
3. kategória - študenti stredných škôl**

1. úloha: Čierne diery

Väčšina hviezd končí svoju evolúciu ako bieli trpaslíci alebo neutrónové hviezdy. Len tie najhmotnejšie hviezdy skončia ako čierne diery. O tom, ktorá z týchto možností nastane, rozhoduje hmotnosť jadra vyhasnutej hviezdy: ak je menšia ako približne 1,4 hmotností Slnka (tzv. Chandrasekharova medza), vznikajú bieli trpaslíci. Hmotnejšie objekty končia ako neutrónové hviezdy. Ak je však hmotnosť väčšia ako približne 2,7 hmotností Slnka (tzv. **(1)** medza), v prírode neexistuje sila, ktorá by zabránila kolapsu, jadro sa zrúti a vzniká objekt s nekonečne malým objemom a s nekonečne veľkou hustotou, čiže **(9)**.

Čierne diery nie je možné pozorovať priamo, pretože gravitačné pôsobenie v ich tesnej blízkosti je tak veľké, že žiadna častica ani svetlo z neho nemôže uniknúť. Izolovaná čierna diera spôsobuje len **(13)**, ktoré popísal Albert Einstein, keď dal do súvisu hmotu a priestor. Existencia čiernych dier vyplýva z matematických riešení **(4)**. Najjednoduchším riešením je tzv. statická čierna diera. Jej veľkosť je daná hmotnosťou a popisuje ju **(10)**, ktorý definuje sférické ohraničenie oblasti čiernej diery, tzv. **(tajnička)**. Všeobecnejšie riešenie, teda pre **(2)** čiernu dieru odvodil **(3)**. V tomto prípade je **(tajnička)** ešte obklopený statickou medzou v tvare rotačného elipsoidu, pričom spoločne vymedzujú oblasť, ktorá sa nazýva **(14)**. Najobecnnejšie riešenie charakterizujú iba tri parametre: **(15)**. Všetky ostatné charakteristiky, ktoré by mohli podať informácie o štruktúre alebo vlastnostiach hviezdy pred jej kolapsom, sa stratili počas vzniku čiernej diery. Metaforicky to vyjadril J. Wheeler: „**(7)**“.

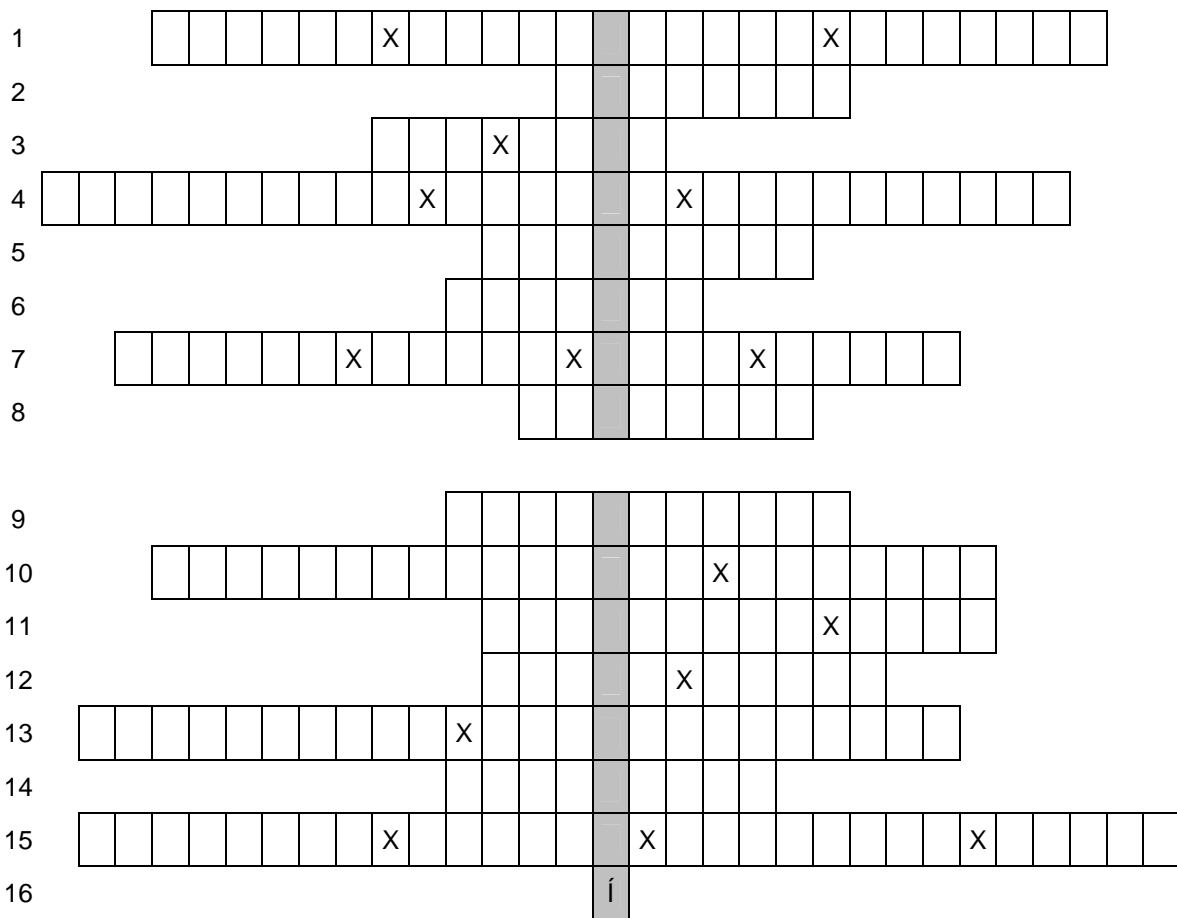
Zaujímavým dôsledkom matematických riešení je, že hypotetický cestovateľ do stredu čiernej diery bude cestu vnímať celkom inak ako pozorovateľ, ktorý to bude sledovať z veľkej vzdialenosti. Cestovateľ by do stredu čiernej diery padal určitý, konečný čas. Vzdialený pozorovateľ však uvidí, ako sa cestovateľ k čiernej diere približuje stále pomalšie, pričom by sa k nej dostal až za nekonečne dlhý čas. Toto je extrémny prípad efektu, ktorý nazývame **(11)**. Pozorovateľ však nemá čo ľutovať, keďže smerom k centru čiernej diery narastá jej gravitačné pôsobenie. Spolu s ním narastajú aj **(6)** sily, ktoré by cestovateľa do čiernej diery roztrhali na atómy ešte skôr ako sa k nej dostane.

Základné parametre čiernej diery sa môžu časom meniť. Keďže žiadna hmota ani energia nemôže z čiernej diery uniknúť, jej hmotnosť a teda aj jej **(tajnička)** sa nemôže znižovať. Podobne sa správa aj jedna z termodynamických vlastností látky, **(8)**. Z tejto úvahy potom plynie jeden z najfantastickejších záverov modernej fyziky. Ak sú totiž spomínané veličiny úmerné, znamená to, že čierna diera má istú teplotu, a teda musí žiariť. Ale ako môže čierna diera žiariť, keď samotná definícia hovorí, že z nej nedokáže uniknúť ani svetlo? V roku 1974 tento problém vyriešil S. Hawking, keď navrhol proces kvantovej evaporácie čiernych dier.

Matematické riešenia pripúšťajú aj existenciu opačného typu objektov ako sú čierne diery. Nazývajú sa **(12)**. Ich existencia je síce matematicky možná, no nepoznáme žiadny fyzikálny proces, akým by mohli vzniknúť. Ak by však boli spojené s čiernymi dierami, mohli by sme cestovať v priestore ako aj v čase. To by však mohlo viesť k mnohým situáciám, kedy by bolo porušené základné obmedzenie riešení, a to princíp **(5)**. V tejto časti však už fyzika prenecháva miesto pre fantáziu a science-fiction.

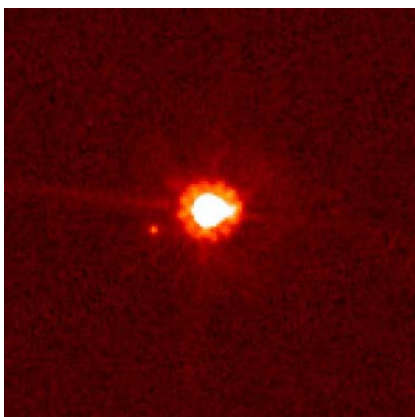
Zašlite nám vyplnené tajničky, hodnotiť sa budú všetky odpovede.

(10 bodov)



(pozn. písmeno CH sa píše do dvoch štvorčekov)

2. úloha: Trpasličia planéta Eris



Eris a jej mesiac Dysnomia

Eris je trpasličia planéta slnečnej sústavy, ktorá patrí do rodiny tzv. transneptúnskych telies. Bola objavená 21. októbra 2003 pomocou 1,3 m ďalekohľadu na observatóriu na hore Palomar v Kalifornii. Pozorovania pomocou HST ukázali, že jej priemer je 2400 km, teda viac ako má Pluto, ktoré bolo ešte donedávna považované za planétu.

Trpasličia planéta Eris obieha okolo Slnka po eliptickej dráhe s excentricitou 0,44 raz za 557 rokov. Využívajúc tretí Keplerov zákon vypočítajte, ako najbližšie a ako najďalej od Slnka sa Eris na svojej obežnej dráhe dostane.

Uvedte ako výsledok úlohy tak aj celý postup riešenia.

(10 bodov)

3. úloha: Pozorujeme Mesiac

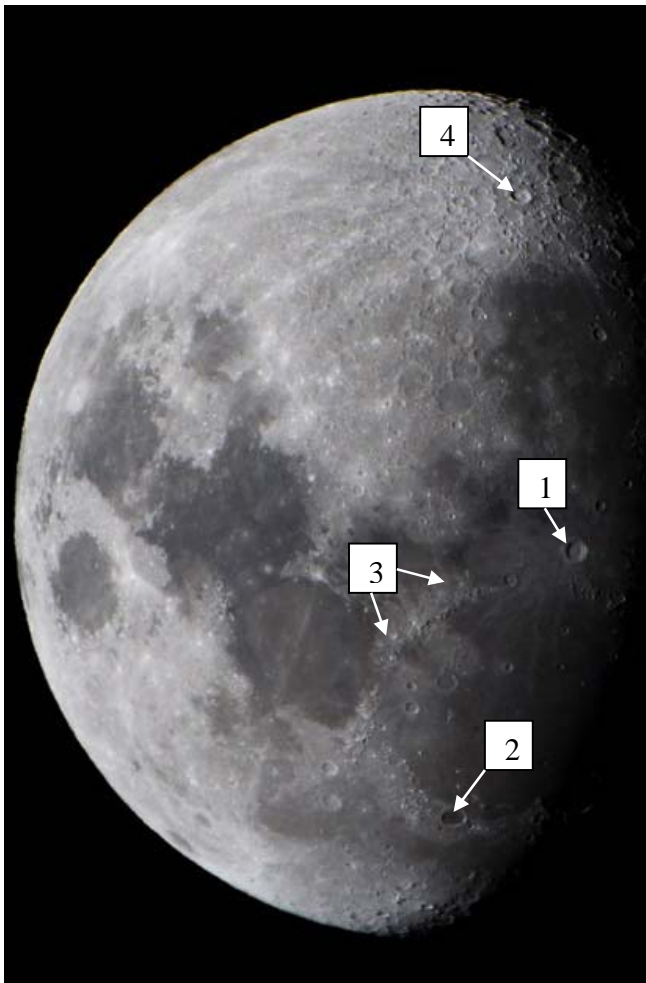
Na jednotlivých obrázkoch je Mesiac v rôznych fázach tak, ako ho možno vidieť pri pozorovaní cez rôzne typy ďalekohľadov. Vašou úlohou je:

1. Určiť mená mesačných útvarov (krátery, pohoria, moria, brázdy,...), ktoré sú na obrázkoch vyznačené jednotlivými číslami.
2. Určiť skutočné smery svetových strán na oblohe. Smery svetových strán znázorníte vedľa príslušného obrázku.
3. Napísať ku každému obrázku, cez aký prístroj (typ ďalekohľadu) je vykonané pozorovanie. Ak existuje viacero alternatív, stačí napísať jednu možnú, avšak je potrebné ju dostatočne presne špecifikovať (napr. použitie zenitového hranola/zrkadla a pod.).*
4. Pre každý obrázok určiť, približne v akej fáze je Mesiac (nov, spln, prvá štvrt' alebo posledná štvrt').

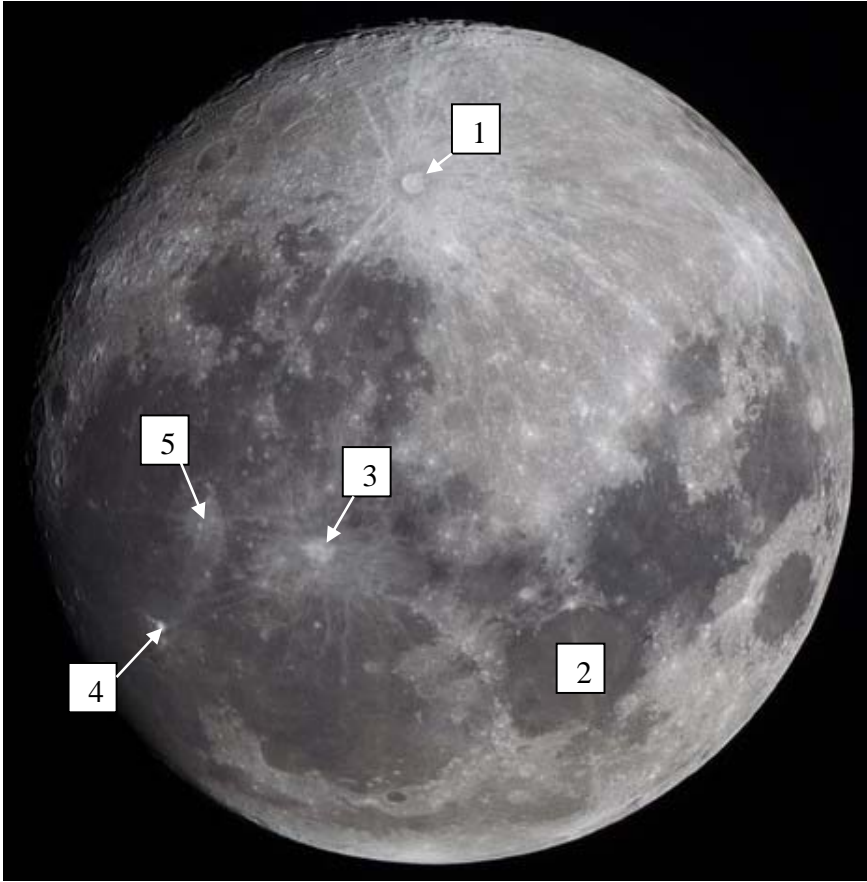
*Poznámka: Predpokladáme, že pozorovateľ pri sledovaní Mesiaca cez daný prístroj má hlavu v prirodzenej vztýčenej polohe a stojí alebo sedí s nohami pevne na zemi.

(10 bodov)

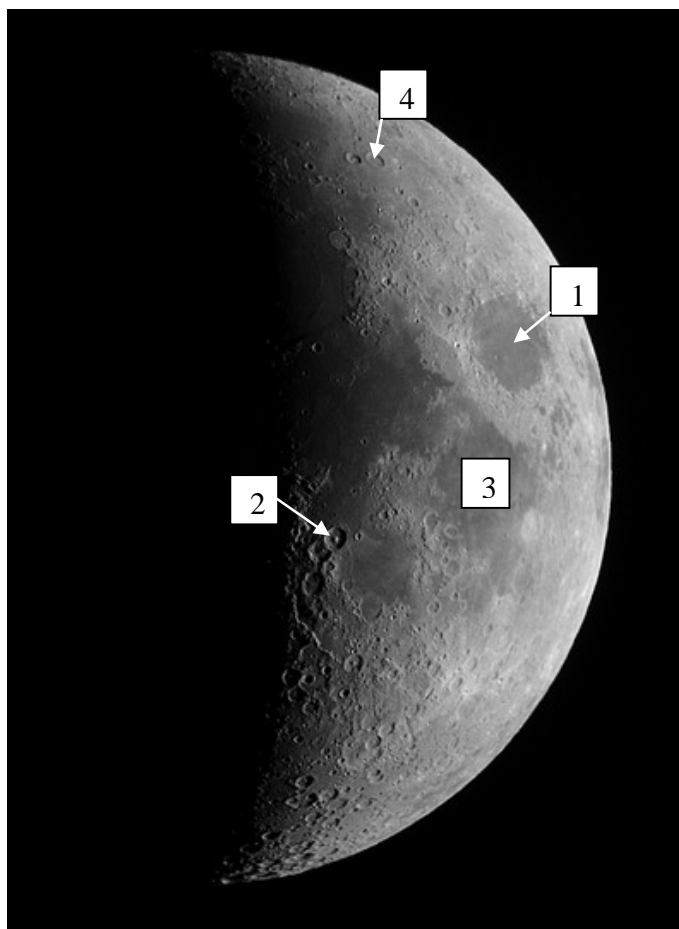
a)



b)



c)



Tento projekt bol podporený Agentúrou na podporu výskumu a vývoja na základe zmluvy č. LPP-0091-09.