

TEMA



marcus chown & govert schilling
vesmír v tweetch

VELKÉ MYŠLENKY A JEJICH STRUČNÁ OBJASNĚNÍ



TEMA

Marcus Chown & Gvoert Schilling

Vesmír v tweetch

marcus chown & govert schilling

vesmír v tweetech

VELKÉ MYŠLENKY A JEJICH STRUČNÁ OBJASNĚNÍ

Copyright © Marcus Chown and Govert Schilling, 2011
Translation © Lucie Kudlejová, 2012
Cover and layout © Lucie Mrázová, 2012

ISBN 978-80-87497-17-3

Věnováno Johnu Grindrodovi – majiteli nejzábavnějšího twitterového účtu – za to, že Marcuse k Twitteru přivedl

Předmluva

Vše začalo na jednom ostrůvku v Karibiku. Takový začátek hned dělá příběh působivějším, že? A svým způsobem tomu tak skutečně bylo.

Aruba je nejsušší ostrov Karibiku. Proslavila se díky kasinům a větrem zohýbaným stromům divi-divi, čímž jsou atrakce zhruba vyčerpány. Dne 26. února 1998 však postavení Slunce, Země a Měsíce způsobilo, že bylo na ostrově po dobu 3 minut a 32 sekund možné pozorovat mimořádnou přírodní podívanou. Za plného denního světla došlo k úplnému zatmění Slunce Měsícem. Marcus byl na Arubě proto, aby podal o úplném zatmění zprávu pro anglicky vydávaný časopis *New Scientist*. Nizozemský týdeník *Intermediair* sem ze stejného důvodu vyslal Goverta, ostrov je totiž součástí bývalých Nizozemských Antil.

Ať to zbytečně neprotahujeme, Marcus s Govertem se zde seznámili. Govert byl dokonce té dobroty a zavezl Marcuse na letiště, odkud se ve dvě ráno vracel zpět do Velké Británie.

Přeskočíme do roku 2009, kdy na popularitě velmi rychle získávala sociální síť zvaná Twitter, jejíž existenci nemohl v roce 1998 nikdo předvídat. Govert si Twitter oblíbil. Stejně tak Marcus. Vlastně to není tak úplně pravda, Marcus s Govertem se k Twitteru nejdřív stavěli stejně skepticky jako většina ostatních. Marcuse musel k prvnímu kroku přesvědčit John Grindrod, vedoucí propagace jeho domovského nakladatelství Faber. Vysvětlil mu, že je to výborný způsob, jak promlouvat přímo ke čtenářům.

Govert a Marcus na sebe na Twitteru narazili a znovu se ocitli v kontaktu. Na konci roku 2010 pak Govert poslal Marcusovi e-mail se zajímavým návrhem. Vzhledem k tomu, kolik dotazů na něj jeho příznivci směřovali, přišel s myšlenkou, že každý páteční večer uspo-

řádá na Twitteru kurz na některé z astronomických témat. Kurzů si všiml Govertův editor v nizozemském celostátním deníku *De Volkskrant* a navrhl, zda by je nechtěl přenést do podoby týdenních sloupků. Govertovi se nápad zalíbil a celý soubor patnácti tweetů se začal s jednodenním zpožděním objevovat i v novinách. Odezva čtenářů byla tak obrovská, že se Govert rozhodl napsat knihu pro širší veřejnost – v angličtině. A v tu chvíli si vzpomněl na Marcuse. Nechtěl by se s ním pustit do knihy tweetů?

První Marcusova myšlenka byla: co je to za nesmysl? Ne, teď vážně, považoval to za velmi dobrý nápad. Proto kontaktoval Neila Beltona, redaktora nakladatelství Faber, který by víc než ochotně přiznal, že o vědě a technice neví, co by se za nehet vešlo. K Marcusovu překvapení byl však Neil nápadem velice nadšen. Bezprostředně poté byla podepsána smlouva a Govert s Marcusem se společně pustili do práce.

Shrnout celá obsáhlá témata jako například teorii velkého třesku do několika tweetů se ukázalo být přinejmenším obrovskou výzvou. Govert již měl určité zkušenosti z psaní týdenních sloupků pro *De Volkskrant*, ale jedinou Marcusovou zkušeností byla aplikace *Sluneční soustava pro iPad* (Solar system for iPad), kde délka žádné z kapitol – o jedné z planet, měsíců nebo asteroidů – nesměla přesáhnout 275 slov, aby se vešla na obrazovku iPadu bez nutnosti listovat na další stránku. Dvě stě sedmdesát pět slov je málo, ve srovnání s tweetem o maximální délce 140 znaků je to však úplný román.

Marcus i Govert brzy zjistili, že projekt, který zpočátku považovali za rychlovku, je okrádá o stále více času. Vzhledem k tomu, že přílišné zestručnění obvykle vede k nesrozumitelnosti, bylo těžké najít rovnováhu mezi vystižením toho nejpodstatnějšího a čtenářskou přístupností. Ke všemu bylo velmi obtížné vejít se vždy do 140 znaků. Vyřadit pár přebytečných písmen trvalo často déle než samotná formulace tweetu. Marcus si uvědomil, že do poznámkového bloku

škrábe při procházkách v parku, čekání ve frontách v supermarketu nebo při cestě v horních patrech londýnských autobusů. Govert, jenž trávil dlouhé hodiny za stolem, si o procházkách v parku mohl nechat jen zdát!

Govert a Marcus se jednoznačně shodli na tom, že by měli pokrýt symbolických 140 témat, každý jich tedy zpracoval sedmdesát. Nakonec si materiál vyměnili a text si navzájem zkorigovali. To byl další časově náročný proces, se kterým původně vůbec nepočítali, nakonec však dílo dotáhli do úspěšného konce. Během jediného roku urazil Marcus dlouhou cestu od psaní běžných knih přes omezení na 275 slov až k pouhým 140 znakům. Govert už nikdy nepronese větu, která by se svou délkou nevměstnala do tweetu. Jako další projekt už jejich redaktor z nakladatelství Faber plánuje psát o vzniku, vývoji a osudu vesmíru v haiku. Neile, děláš si doufám legraci?

Prosím, řekni, že děláš?

Marcus Chown (Londýn) a Govert Schilling (Amersfoort), 2011

OBLOHA

1. Jak vzniká duha?

1665: v Londýně propuká mor. Cambridge na severovýchodě se uzavírá. Newton (22) se vrací domů. Po 18 měsících v ústraní změnil tvář vědy.

Newton prožívá „zázračný rok“; vysvětlí gravitaci a láme si hlavu nad tím, proč mají hvězdy v dalekohledu duhovou obrubu.

Dalekohledy používají skleněné čočky o různé tloušťce. Newton volí jednodušší způsob: různě tlusté optické hranoly.

Newton umístil hranol do cesty bílému slunečnímu světlu procházejícímu štěrbinou v závěsech ve Woolsthorpe a na tmavou zeď se promítl...

...paprsek rozložený na „spektrum“, všechny barvy duhy – červenou, oranžovou, žlutou, zelenou, modrou, indigovou a fialovou.

(Anglicky složil jejich první písmena zkratku ROYGBIV; jistý Roy G. Biv je postavou humoristického románu *The Information* od Martina Amise.)

Newton klade spektru do cesty druhý hranol (otočený obráceně) a barvy se jako zázrakem složí zpět na bílé světlo.

Newton došel ke správnému závěru, že se bílé světlo ze Slunce ve skutečnosti skládá ze všech barev duhy, spletených dohromady.

Sklo hranolu vlastně ohne barvy pod různým úhlem a tím rozdělí bílé světlo na jednotlivé složky.

Světlo je vlna (malá, proto neviditelná) a různé barvy mají různé vlnové délky. Červené světlo má asi 2x větší vlnovou délku než modré.

Duhu tvoří dešťové kapky, které se zachovávají jako nespočet malých hranolů a rozdělí bílé sluneční světlo na jednotlivé barvy.

Vnitřní povrch kapky funguje jako malé zrcadlo, od kterého se světlo 1x či 2x odrazí. Pokud 2x, vzniká druhá duha s barvami v opačném sledu.

Úhel mezi dopadajícím a odraženým světelným paprskem je 42° („duhový úhel“). U sekundárních oblouků je úhel 51° .

Duha je ve skutečnosti kruh. Jelikož jí však v cestě stojí horizont, vidíme jenom její část v podobě půlkruhového oblouku.

Na ohraničení hvězd duhovým lemováním vyvrátil Newton nahrazením čoček zrcadly a vynalezl tzv. zrcadlový dalekohled. Geniální!

2. Proč je obloha modrá?

Vzhledem k tomu, že je vzduch samozřejmě průhledný, odpověď zdaleka nebije do očí!

Vysvětlení modré oblohy přinesl na konci 19. století anglický fyzik lord Rayleigh (roku 1904 obdržel Nobelovu cenu za fyziku).

Zákl. fakt č. 1: světlo je vlna, stejně jako vlnka na rybníku. Není to zjevné, protože tak krátkou vlnovou délku nejsme schopni rozlišit.

Zákl. fakt č. 2: Newton objevil, že bílé sluneční světlo se skládá ze všech barev duhy, od modré o nejmenší vln. délce po červené o nejdelší.

Zákl. fakt č. 3: velikost molekul kyslíku/dusíku ve vzduchu je právě taková, že modré světlo odchylují (rozptylují) mnohem více než červené.

U bílého světla procházejícího atmosférou tak dochází k většímu odchýlení (rozptylu) modré složky. Vzniká rozptýlené modré pozadí.

Slunce zapadající za obzor červená, protože světlo prochází tlustší vrstvou atmosféry, 100 % modrého světla se oddělí a zůstane jen červené.

Pokud se mění velikost částic v atmosféře, může se měnit barva oblohy. Pokud jsou přítomny polutanty či sopečný prach, obloha zčervená.

Pokud je velikost částic tak akorát, vidíme dokonce modrý měsíc. Jeden možný původ anglického „once in a blue moon“, tedy „zřídka“.

Na Marsu může být obloha růžová nebo žlutá, záleží jen na velikosti částic vyzdvižených při písečných bouřích do tenké atmosféry.

Vysoko v zemské atmosféře není dost vzduchu, aby světlo rozptýlil, a nebe tak není modré, ale inkoustově černé.

3. Proč je vycházející Měsíc tak veliký?

Rychlá odpověď: není. Nízko nad horizontem se Měsíc skutečně jeví obrovský, stejně jako Slunce, jedná se však jen o optický klam.

Ověřte si to sami. Přidržte malou minci na délku paže a porovnejte její velikost s velikostí vycházejícího Měsíce. Pak...

...zopakujte totéž s Měsícem vysoko na obloze. Zjistíte, že se velikost Měsíce vůbec nezměnila. Jedná se o tzv. měsíční iluzi.

To samé platí i pro vycházející či zapadající Slunce. Jelikož se však do Slunce obvykle nedíváte, tohoto jevu si spíše všimnete u úplňku.

Stejný úkaz lze mimochodem pozorovat i u souhvězdí. Velký vůz vypadá nad vzdálenými domy mnohem větší, než když se nachází vysoko na obloze.

Co tento efekt způsobuje? Nikdo neví. Může to souviset s naším (mylným) vnímáním oblohy jako mírně zploštělé, ne stoprocentně kulaté.

Uprostřed oceánu není měsíční iluze zdaleka tak působivá. Roli podle všeho hraje přítomnost stromů či budov na obzoru.

Důvodem, proč Měsíc vypadá tak veliký, bude nejspíš to, že v našem zorném poli sousedí se vzdálenějšími objekty, jejichž velikost známe.

Měsíční iluze by jako pouhý klam měla zmizet, pokud ošálíte své smysly a podíváte se na stromy a další povědomé věci jako na něco neznámého.

Předkloňte se a pohlédněte na vycházející Měsíc mezi nohama. Hlavou dolů se vše jeví nezvykle a měsíční iluze se zčistajasna téměř vypaří.

Na obzoru je Měsíc skutečně o něco menší než výš na obloze. Jen se zamyslete: ke vzdálenosti je třeba přičíst poloměr Země.

Ne každý Měsíc v úplňku má také na obloze stejnou velikost. Oběžná dráha Měsíce je totiž elipsovitá a vzdálenost od Země se proto mění.

Vězte, že je Měsíc na obloze vlastně velmi malý. To jen malíři jej po každé zachycují větší, než by měl vypadat.

4. Proč Měsíce přibývá a ubývá?

Vzhled Měsíce se neustále mění: tenký srpek, půlměsíc, dorůstající kotouč, úplněk atd. Celý cyklus trvá asi 29,5 dne (lunární měsíc).

Základní fakt: Měsíc nevyzařuje vlastní světlo jako Slunce. Je naopak vidět, pouze pokud je Sluncem osvětlen – pokud sluneční světlo odráží.

Jeho fáze jsou způsobeny měnícím se slunečním osvětlením: někdy je nasvícena velká část Měsíce, jindy malá.

Jako Země má Měsíc denní (slunečnou) a noční stranu. Vždy je z půlky osvětlen, nemá „temnou stranu“ jako takovou (Pink Floyd promínou).

Když se Měsíc nachází zhruba na spojnici Země a Slunce, je osvětlený zezadu. Ze Země vidíme jeho temnou stranu. Nastává novoluní.

Asi o týden později Měsíc dokončuje prvních 25 % oběžné dráhy (první čtvrt). Slunce ho nyní osvětluje od západu a my vidíme půlměsíc.

Po dalším týdnu je Měsíc ke Slunci orientovaný opačně. Ze Země vidíme jeho osvětlenou stranu. To je úplněk.

Po dokončení 75 % oběžné dráhy (poslední čtvrt) je Měsíc osvětlen z východu. Západně orientovaná polokoule Měsíce je v tuto chvíli tmavá.

Pomůcka: první čtvrt Měsíce je viditelná jen v první polovině noci, poslední čtvrt vidíme pouze v druhé polovině noci.

Měsíc v úplňku je se Sluncem v tzv. opozici, vychází v době západu Slunce a zapadá v době jeho východu. Znamená to, že je vidět celou noc.

Průměrný měsíční cyklus trvá 29 dní, 12 hodin, 44 minut a 2,9 sekundy. Tento lunární měsíc zůstává základem židovského/islámského kalendáře.

Při pohledu z Měsíce prochází Země rovněž fázemi. Během novoluní by astronaut na Měsíci viděl zeměkouli v úplňku a naopak.

5. Co je zatmění Měsíce?

Zatmění Měsíce nastane, když Země zacloní sluneční světlo dopadající na Měsíc. Působivý jev, zejména díky přízračné rudé barvě.

Aby k zatmění Měsíce došlo, musí se Země nacházet mezi Měsícem a Sluncem. Zatmění mohou tedy nastávat pouze za úplňku.

Dráha Měsíce je vůči zemskému rovníku lehce nakloněná a za úplňku obvykle prochází mírně nad nebo pod zemským „stínem“. K zatmění nedochází.

Úplné zatmění: Měsíc v úplňku nejprve vchází do slabšího zemského polostínu, sluneční světlo je odcloněno jen částečně a Měsíc „zešřív“.

Poté Měsíc vstoupí do plného stínu, který z něj ukusuje víc a víc, někdy až k úplnému zatmění.

Měsíc překvapivě nezmizí úplně, ani když na jeho povrch nedopadá žádné přímé světlo. Místo toho ztmavne do oranžovo-červena.

Za rudou barvu zastíněného Měsíce může sluneční světlo procházející zemskou atmosférou, molekuly vzduchu ho totiž do tmy částečně rozptýlí.

Pro pochopení: představte si, že jste na Měsíci při jeho úplném zatmění. Nacházíte se ve stínu Země a Slunce je za ní schované.

Atmosféra však kolem temné Země září jako červený kruh (obdobně zčervená nebe po západu Slunce). Měsíc tím pádem slabě zrudne.

Měsíc je při zatmění nejprve šerý, později tmavý a červený. Je vidět mnohem více hvězd. Zatmění může trvat až 1 hodinu a 40 min.

Některá zatmění jsou jen částečná (Měsíc není ve stínu celý) nebo polostínová a tedy téměř nepozorovatelná.

Příští úplná zatmění Měsíce: 15. 4. 2014 (Severní a Jižní Amerika, Austrálie), 8. 10. 2014 (S. Amerika, východní Asie, Austrálie).

6. Co je úplné zatmění Slunce?

Úplné zatmění Slunce je bezesporu nejvelkolepějším přírodním úkazem, jaký můžete pozorovat. Než umřete, prostě ho musíte vidět.

Zatmění Slunce nastává, když Měsíc zakryje Slunce. Jelikož musí být Měsíc mezi Zemí a Sluncem, může k němu dojít jen při novoluní.

K zatmění Slunce nedojde při každém novu. Kotouč Měsíce většinou projde nad nebo pod Sluncem, jeho oběžná dráha je totiž mírně zešíklená.

Při zatmění projde měsíční stín na Zemi tzv. pásem totality. Úplné zatmění uvidíte jedině ve správnou dobu na správném místě.

V počáteční fázi Měsíc zakrývá stále větší část slunečního disku. Nakonec poklesne teplota, padne podivné světlo, plaší se zvířata.

V posledních minutách k nám stín rychle letí po zemi, planety vycházejí za dne, poslední paprsek září jako klenot na diamantovém prstenu.

Padne tma, vysvitnou jasné hvězdy, Měsíc se podobá černé díře. Obklopuje ho tzv. koróna, záře vydávaná okrajovou vrstvou sluneční atmosféry.

Úplné zatmění trvá jen několik minut. Mocný nápor na city (někdo i pláče!). Kouzlo mizí, jakmile Měsíc propustí první paprsek.

Úplné zatmění Slunce je výsledkem vesmírné náhody. Slunce je 400x větší než Měsíc, ale je také 400x dál, takže se na nebi jeví stejně velké.

Někdy je Měsíc od Země dál než na průměrnou vzdálenost. Kvůli zdánlivě menší velikosti nemůže Slunce zakrýt celé: „prstencové zatmění“.

Příští úplná zatmění Slunce: 13. 11. 2012 (S. Austrálie, Tichomoří),
20. 3. 2015 (S. Atlantik, Špicberky), 9. 3. 2016 (Indonésie, Tichomoří).

7. Proč jsou léta teplá a zimy chladné?

Dráhu Země netvoří dokonalý kruh, ale lehce zploštělá elipsa: vzdálenost od Slunce se tak mění. Roční období s tím však nemají co dělat!

Pokud by měla, všude na Zemi by panovalo stejné roční období. Místo toho je na severní polokouli léto, zatímco je na jižní zima, a naopak.

Roční období jsou ve skutečnosti způsobena sklonem zemské osy. Stejně jako na globusu je Země odkloněna 23,5 stupně od svislice.

V červnu je severní polokoule nakloněná směrem ke Slunci, jižní směrem od něj. O šest měsíců později (v prosinci) je tomu naopak.

V létě jsou dny delší než noci. Slunce stoupá na obloze výš a tím Zemi účinněji ohřívá. To dohromady vede k vyšším teplotám.

V zimě jsou noci delší než dny. Slunce zůstává nízko nad obzorem a k výraznějšímu ohřátí zemského povrchu nemá dostatek síly.

Na severní polokouli dopadá nejvíce slunečního záření 21. června – o letním slunovratu, nejméně 21. prosince – o zimním slunovratu.

Oceán a atmosféra reagují na měnící se sluneční záření pomalu: nejteplejší měsíce přijdou až po letním slunovratu, nejchladnější po zimním.

Kolem 20. března a 22. září je Slunce přesně nad zemským rovníkem. Jarní/podzimní rovnodennost. Den a noc jsou všude stejně dlouhé.

Každá planeta s vychýlenou osou má roční období. Roční období na Marsu jsou jako naše (podobný sklon), trvají však déle (delší dráha).

Měnící se vzdálenost od Slunce však na Marsu hraje větší roli. Má mnohem eliptičtější orbitu než Země, roční období jsou zde extrémnější.

8. Co jsou souhvězdí?

Desítky tisíc let se lidé dívají na noční oblohu a představují si, že v náhodně rozházených hvězdách vidí obrazy.

Některé skupiny hvězd jim kdysi připomněly zvířata, například býky, psy, medvědy či hady. A tak se zrodila souhvězdí.

Další seskupení hvězd byla pojmenována podle bohů a bájných postav. Římský vzdělanec Ptolemaios (90–168 n. l.) jich uvádí 48.

Ta nejznámější: Ursa Major (Velká medvědice), Orion, Leo (Lev), Cygnus (Labuť), Taurus (Býk), Kasiopeja, Gemini (Blíženci), Herkules.

Na konci 16. století zmapovali nizozemští námořníci jižní oblohu a přidali nová souhvězdí jako Tucana (Tukan) a Apus (Rajka).

Později byla severní polokoule doplněna o nová nenápadná souhvězdí jako Vulpecula (Lištička) a Lacerta (Ještěrka).

Od roku 1930 existuje oficiální seznam 88 souhvězdí. Celá noční obloha se dělí na oblasti pojmenované podle toho nejbližšího.

Hvězdy v souhvězdí od sebe mohou být nesmírně vzdálené. Obvykle spolu nemají nic společného a patří k sobě jenom zdánlivě.

Blízká hvězda může být součástí stejného souhvězdí jako velmi vzdálená galaxie – pokud spolu na nebi sousedí.

Souhvězdí se dokonce i při pohledu ze Země velmi pomalu proměňují, a to kvůli skutečnému pohybu hvězd.

Některá souhvězdí jsou viditelná vždy, jiná leda pro pozorovatele na rovníku. Většinu jich lze vidět pouze v určitém období.

Pro Inky a Australce měla tvar i černá místa na obloze, oblaka temného prachu v Mléčné dráze. Připomínala jim jaguára a další zvířata.

9. Co je zvěrokruh?

Slunce, Měsíc a planety se pohybují na pozadí hvězd zvaných stálice. Jinými slovy přecházejí z jednoho souhvězdí do druhého.

U Slunce samozřejmě nevidíme, přes jaká souhvězdí prochází. Jeho dráhu lze na základě pozorování přesto odvodit.

Ukázalo se, že Slunce, Měsíc a planety se po obloze nepotulují volně. Nikdy se například neobjeví v souhvězdí Velkého vozu nebo v Orionu.

Místo toho je pohyb Slunce, Měsíce a planet vždy omezen na pás dvanácti souhvězdí, táhnoucí se po nebi, tzv. souhvězdí zvěrokruhu.

Souhvězdí zvěrokruhu patří k nejznámějším: Beran, Býk, Blíženci, Rak, Lev, Panna, Váhy, Štír, Střelec, Kozoroh, Vodnář a Ryby.

Zvěrokruh zjevně souvisí se zvířaty, mezi jeho souhvězdí však patří i lidské postavy. Souhvězdí Libra (Váhy) je dokonce neživý předmět.

Za rok (tedy za dobu, kdy ho Země jednou oběhne) projde Slunce celým zvěrokruhem a opíše tak na obloze kruh zvaný ekliptika.

Kdysi byla ekliptika rozdělena na 12 stejných dílů (znamení zvěrokruhu), víceméně odpovídajících souhvězdím (ta stejnou velikost nemají).

Astrologie (pověra) tvrdí, že povaha člověka závisí na poloze Slunce, Měsíce a planet vzhledem ke zvěrokruhu v době narození.

V důsledku pomalého kolísání zemské osy již znamení a souhvězdí ve skutečnosti nesouhlasí, posun je přibližně o jedno souhvězdí za 2100 let.

Ekliptika (dráha Slunce) prochází i přes souhvězdí Ophiuchus (Hado-
noš), které ve zvěrokruhu a astrologii vůbec nefiguruje.

Součástí zvěrokruhu je několik jasných hvězd: Aldebaran (Býk), Cas-
tor a Pollux (Blíženci), Regulus (Lev), Spica (Panna) a Antares (Štír).

To často vede k nádherným „konjunkcím“ Měsíce nebo planet s jed-
nou z těchto hvězd. Někdy Měsíc hvězdy dokonce zakryje.

10. Co je Mléčná dráha?

Mléčná dráha je slabý pás světla klenoucí se na nočním nebi. Je vidět pouze z tmavých míst dále od měst za jasných, bezměsíčných nocí.

Římané ji nazývali *Via lactea* a podle řecké mytologie se jedná o mateřské mléko, které bohyně Héra naprázdno promrhala při kojení Hérakla.

V norské mytologii byla Mléčná dráha (*Vintergatan* neboli Zimní ulice) cestou, po které putovaly mrtvé duše do Valhally (posmrtného života).

Galileo Galilei (1564–1642) byl první, kdo Mléčnou dráhu sledoval dalekohledem. Překvapilo ho, že se skládá z bezpočtu slabých hvězd.

William Herschel (1738–1822) a Jacobus Kapteyn (1851–1922) se počítáním hvězd snažili odvodit rozsah Mléčné dráhy a její prostorový tvar.

Dnes víme, že je Ml. dráha obrovský a plochý hvězdný disk se spirálovitými rameny. Slunce je ve vnější části disku, na výšku cca uprostřed.

Proč tedy Mléčná dráha vypadá jako pás světla klenoucí se po nebi? Analogie: žijeme-li na okraji velkoměsta a všechny domy jsou průhledné...

Město je velmi ploché, takže většina světla, které v noci vidíte, je v (horizontálním) pásu kolem vás, koncentrována směrem do centra.

Při pohledu nahoru nebo dolů vidíte pouze pár světél (výškové budovy, stanice metra). Podobně vnímáme plochý hvězdný disk Mléčné dráhy.

Herschel/Kapteyn velikost ukrutně podcenili. Zmýlil je prach pohlcující světlo a mysleli si, že Slunce je blízko středu Mléčné dráhy.

Je to jako stát na předměstí za velmi mlhavé noci: světla vidíte pouze do určité vzdálenosti a máte pocit, že jste v jejich středu.

Skutečnou velikost, spirální strukturu a pohyb Mléčné dráhy změřila až radioastronomie (50. léta 20. století): měření neovlivněná prachem.