HERTZSPRUNGŮV-RUSSELLŮV DIAGRAM

NENÍ HVĚZDA JAKO HVĚZDA!

Hertzsprungův-Russellův diagram znázorňuje rozdělení hvězd na základě jejich zářivého výkonu a teploty. Na vodorovné ose sledujeme teplotu stálic v kelvinech, která zleva doprava klesá. Na svislou osu vynášíme zářivý výkon, jenž roste směrem vzhůru. Pro lepší představu je uveden v násobcích zářivého výkonu našeho Slunce.

Jak plyne čas, hvězdy se v rámci H-R diagramu pohybují. To je způsobeno fyzikálními jevy, které doprovází život hvězdy. Jak takový život hvězdy vypadá, je popsáno v pravé části plakátu. Zakreslíme-li do diagramu dostatečně velké množství stálic, můžeme z takto sestaveného grafu statisticky vyvodit závěry pro hvězdy jako takové.

HVĚZDY HLAVNÍ POSLOUPNOSTI

Více než 90 % všech hvězd leží na tzv. hlavní posloupnosti. Jedná se o diagonální oblast ve středu diagramu. Pro stálice v této části diagramu je charakteristická přímá úměra zářivého výkonu a teploty – s rostoucí teplotou roste i zářivý výkon hvězdy. Nejteplejší a nejzářivější hvězdy nazýváme modrými obry, nejchladnějším a nejméně zářivým říkáme červení trpaslíci. Mezi červené trpaslíky patří třeba Proxima Centauri, od které nás dělí „pouhé" čtyři bilióny kilometrů. Na hlavní posloupnosti sídlí také naše Slunce.

Hvězdy v této části diagramu tráví většinu svého života. Přeměňují ve svých jádrech vodík na helium a činí tak tím déle, čím menší hmotnost mají. Bouřlivost a rychlost reakce totiž závisí právě na hmotnosti hvězdy.

ČERVENÍ OBŘI A VELEOBŘI

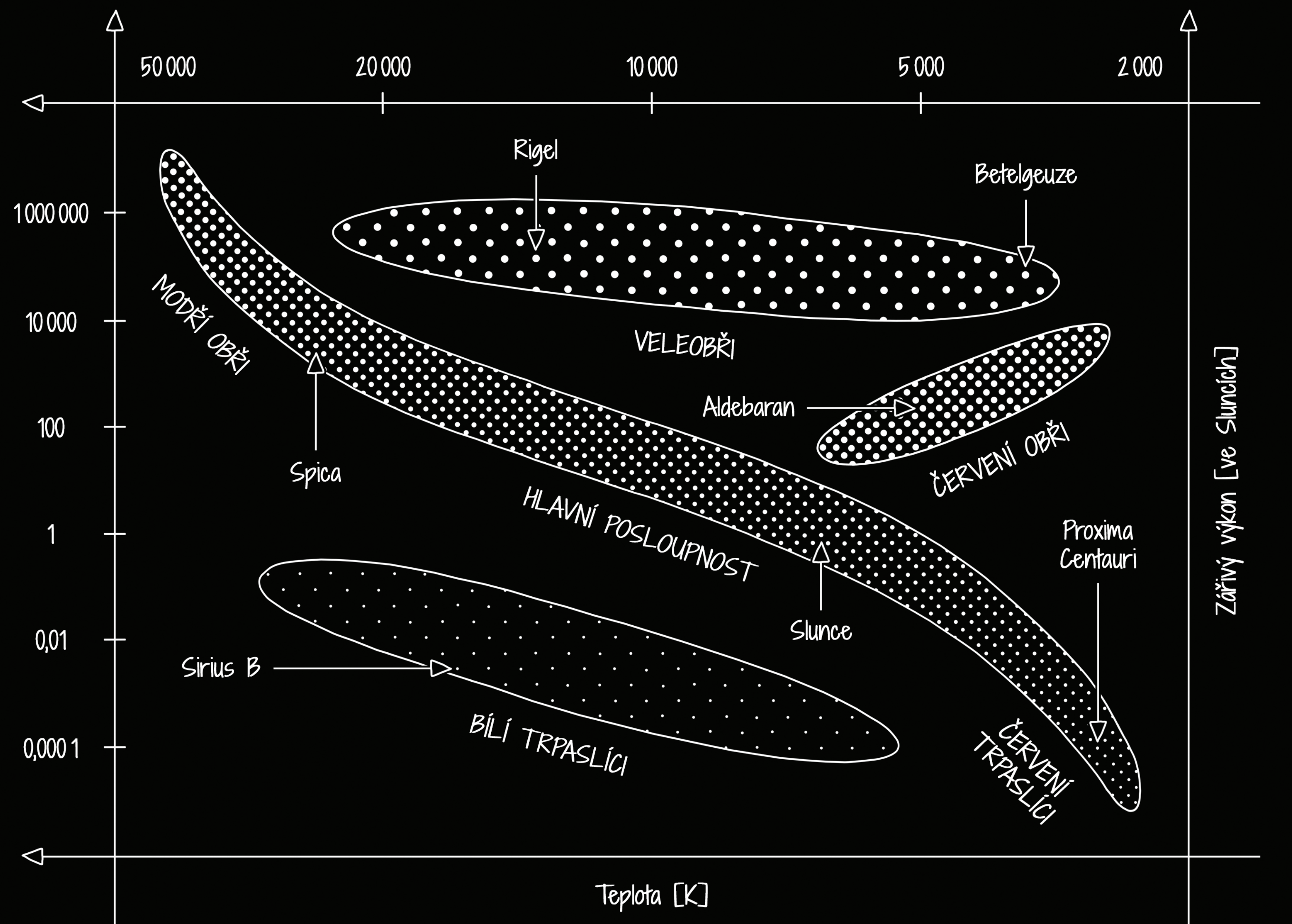
Nad hlavní posloupností nalezneme hvězdy, které navzdory relativně nízké teplotě mají vysoký zářivý výkon. Teplotní deficit je zde kompenzován majestátní kulovou plochou, z níž stálice vyzařují do okolí obrovské množství energie. Tyto hvězdy po právu nazýváme obry a veleobry, neboť jejich rozměry jsou skutečně kolosální. Červeným obrem je například Aldebaran ze souhvězdí Býka. O jeho nízké teplotě se můžeme přesvědčit pouhým pohledem na noční oblohu, neboť září zřetelně načervenale.

Životní etapa obrů a veleobrů je poměrně krátká. Proto v této oblasti diagramu najdeme menší množství stálic než v případě hlavní posloupnosti. Zdejší hvězdy již spálily všechen vodík a nyní jim jako palivo slouží těžší prvky – helium, uhlík apod.

BÍLÍ TRPASLÍCI

Pod hlavní posloupností najdeme hvězdy malých rozměrů – bílé trpaslíky. Jejich zářivý výkon nedosahuje vysokých hodnot, neboť se jedná o drobné objekty s malým povrchem. Sirius B, jedna z komponent dvojhvězdy Sirius, je takovým trpaslíkem.

V bílém trpaslíku již neprobíhají jaderné reakce, jde pouze o chladnoucí hvězdu.



ŽIVOT HVĚZDY

Matkou všech hvězd jsou **mlhoviny (1)**, které se skládají z velké části z chladného vodíku. Mezi částicemi v mlhovině působí krom slabých gravitačních sil také síly elektrické. Jejich příčinou je všudypřítomné kosmické záření, jež částice silně ionizuje. Vlivem těchto sil dochází k zahušťování mlhoviny a vzniká kompaktní celek – **protohvězda (2)**.

S rostoucí hmotností protohvězdy začíná celému procesu dominovat gravitační síla. Ta objekt stlačuje a zahřívá. V protohvězdě s malou hmotností je tlak způsobený gravitační silou příliš nízký na zažehnutí termojaderné fúze. Vzniká **hnědý trpaslík (3)**, který představuje jakousi hranici mezi hvězdou a planetou.

Je-li hmotnost protohvězdy dostatečně velká, dochází k jaderné syntéze vodíku a tvoří se helium. Gravitační kontrakce se zastavuje, neboť tlak záření uvnitř hvězdy je v rovnováze s tlakem gravitačním. **Hvězda je stabilní (4)** a nalezneme ji na hlavní posloupnosti H-R diagramu.

Jakmile je všechen vodík spálen, převládá znovu gravitace a **hvězda se smršťuje (5)**. Jak se bude její osud vyvíjet dál, závisí opět na hmotnosti.

HVĚZDA S HMOTNOSTÍ PODOBNOU SLUNCI

Teplota vlivem smršťování vzrůstá natolik, že dochází k novému typu termojaderné fúze – k přeměně helia na uhlík. Tento děj je doprovázen vysokým tlakem záření, v jehož důsledku hvězda několikanásobně zvětšuje svůj poloměr a ochlazuje se. Z hvězdy se stává **červený obr (6)**. Během rozpínání jsou odhozeny svrchní části hvězdy, z nichž se může utvořit planetární mlhovina.

Obr se poté, co spálí veškeré helium, opět stahuje a zahřívá. Gravitační síla již ovšem tentokrát nestačí na spuštění další jaderné syntézy, a tak vzniká **bílý trpaslík (7)** – horký objekt s malým poloměrem a velkou hustotou. Gravitaci nyní vzdoruje tlak, jehož podstata tkví v Pauliho vylučovacím principu. Bílý trpaslík pomalu chladne a spěje do finálního stadia **černého trpaslíka (8)**.

Naše Slunce spaluje vodík již téměř pět miliard let a minimálně dalších pět miliard let ho ještě spalovat bude. Poté, co opustí hlavní posloupnost, zažehne syntézu helia a stane se červeným obrem, zvětší svůj poloměr natolik, že pohltí Merkur, Venuši i Zemi.

HVĚZDA S HMOTNOSTÍ MENŠÍ NEŽ SLUNCE

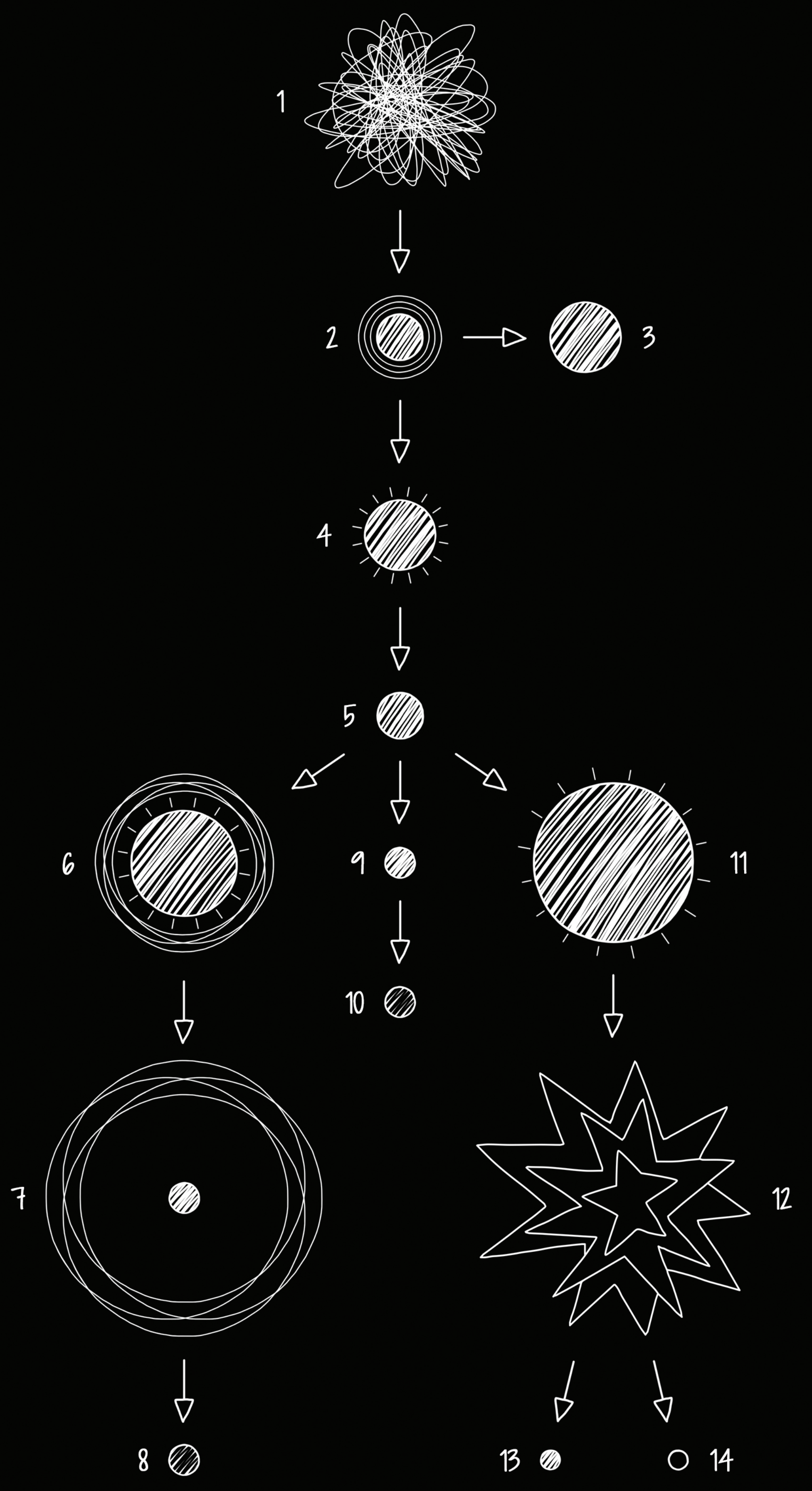
U hvězdy tohoto typu není tlak způsobený smršťováním dostatečně vysoký, aby došlo ke spalování helia. Stálice tedy rovnou přechází do stádia **bílého (9)** a následně **černého trpaslíka (10)**.

Díky své malé hmotnosti probíhají reakce uvnitř takové hvězdy velmi pomalu. Typickým příkladem je červený trpaslík.

HVĚZDY S HMOTNOSTÍ MNOHOKRÁT VĚTŠÍ NEŽ SLUNCE

Vývoj nejhmotnějších hvězd je v počátcích totožný s hvězdami o hmotnosti Slunce. Celý děj ovšem probíhá mnohem rychleji a nekončí syntézou helia. Gravitační tlak je zde tak vysoký, že se postupně spouštějí i fúze těžších prvků. Dochází k periodickým kontrakcím a expanzím hvězdy a stálice se přesouvá do oblasti **veleobrů (11)**. Jaderný proces končí až u železa, které již nelze v jádru hvězdy dále přeměňovat, neboť syntéza železa již neprobíhá samovolně. Dominantní gravitační síla tedy vyhořelou hvězdu prudce smršťuje a stálice je vlivem rázové vlny rozmetána do mezihvězdného prostoru. Říkáme, že vybouchla **supernova (12)**.

Exploze supernovy je zdrojem velkého množství energie, jenž je stěžejní pro tvorbu nových prvků, které by v jádru hvězdy nemohly nikdy vzniknout. Na výbuch supernovy lze také nahlížet jako na jistý recyklační děj, neboť vrací do oběhu materiál pro nové hvězdy.

Jádro hvězdy, které po explozi zbývá, podléhá dalšímu gravitačnímu stlačování. Vysoký tlak způsobuje, že se elektrony a protony v rámci atomu slučují v neutrony, jež mohou lépe vzdorovat gravitaci. Vzniká objekt s obrovskou hustotou – **neutronová hvězda (13)**.

Má-li pozůstatek exploze ještě větší hmotnost, vytváří následná kontrakce **černou díru (14)**. Její gravitační pole je tak silné, že pohlcuje i fotony a nelze ji tedy vizuálně spatřit. Jedna taková leží ve středu naší Galaxie.