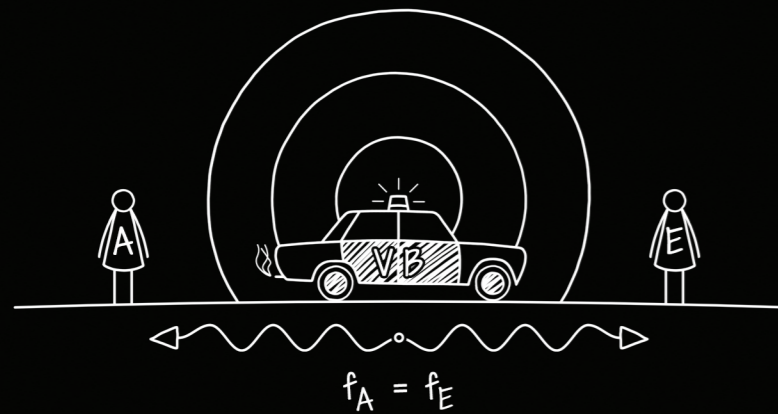


# DOPPLERŮV JEV

## VZNIK DOPPLEROVA JEVU

Každý si už určitě všiml, že projede-li kolem nás sanitka nebo policejní vůz, zvuk sirény se mění. Vzdalující se automobil houká „loudavěji“ než ten, co se k nám přibližuje. Na vině je Dopplerův jev.

Na obrázku dole vidíme nehybný policejní vůz se spuštěnou sirénou. Zvuk se šíří z automobilu vzduchem ve formě vlnění a lze ho popsat jistou frekvencí a vlnovou délkou. Adam a Eva sirénu slyší, ale nic překvapivého nepozorují - zvuk má pro ně shodné parametry.



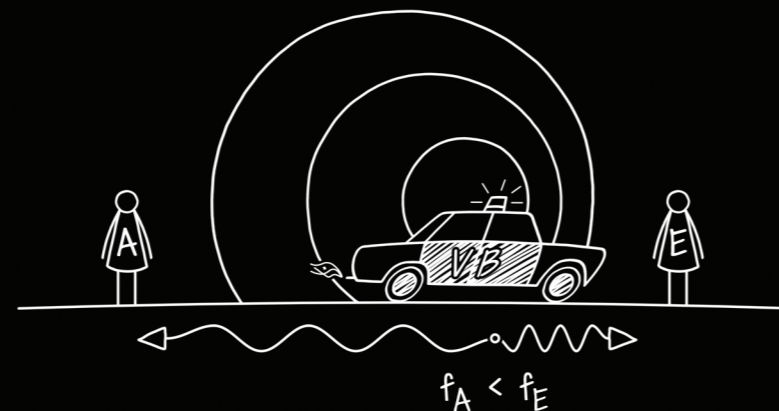
Rozjede-li se ovšem policejní vůz k Evě, jak ukazuje obrázek vpravo, situace se pro oba pozorovatele mění. Automobil dohání dříve vyslané zvukové vlny putující k Evě, kdežto od těch směřujících k Adamovi se vzdaluje. Z tohoto důvodu přisuzuje Eva siréně vyšší frekvenci, než kterou siréna skutečně má. Adam vnímá naopak frekvenci nižší.

Frekvence  $f$  a vlnová délka  $\lambda$  jsou neodlučitelně svázány předpisem

$$c = f \cdot \lambda,$$

kde  $c$  je rychlost, jakou se vlnění daným prostředím šíří. V případě Adama a Evy je to rychlost zvuku ve vzduchu, tj. asi 330 m/s. Tato rychlost je konstantní, a tak platí mezi frekvencí a vlnovou délkou nepřímá úměra. Z tohoto důvodu můžeme naše pozorování uzavřít následujícím shrnutím:

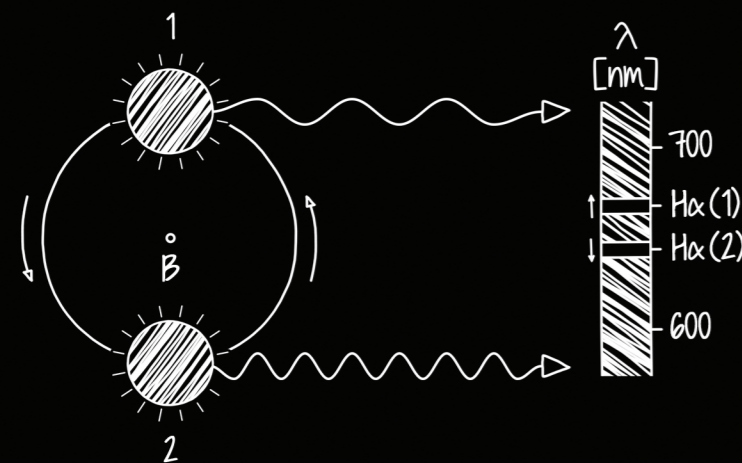
- Přibližuje-li se zdroj vlnění k pozorovateli, vnímá pozorovatel vyšší frekvenci a kratší vlnovou délku, než jakou vlnění skutečně má.
- Vzdaluje-li se zdroj vlnění od pozorovatele, vnímá pozorovatel nižší frekvenci a delší vlnovou délku, než jakou vlnění skutečně má.



## HVĚZDA NEBO DVĚ?

Dvojhvězda je systém dvou hvězd, které obíhají kolem společného bodu - barycentra. Bohužel i v nejsilnějších dalekohledech se většina z nich jeví jen jako zářící tečka. A tak přichází ke slovu Doppler a jeho jev.

Sledujme obrázek dole. Hvězda 1 se od pozorovatele, který zkoumá spektrum tohoto dvojhvězdného systému, vzdaluje. Její absorpční čára H $\alpha$  je tak v důsledku Dopplerova jevu posunuta k červené části spektra. Oproti tomu hvězda 2 se k pozorovateli přibližuje, což souvisí s modrým posuvem její H $\alpha$  čáry. Objevíme-li tedy ve spektru roztažené absorpční čáry, pozorujeme dvě gravitačně vázané stálice.

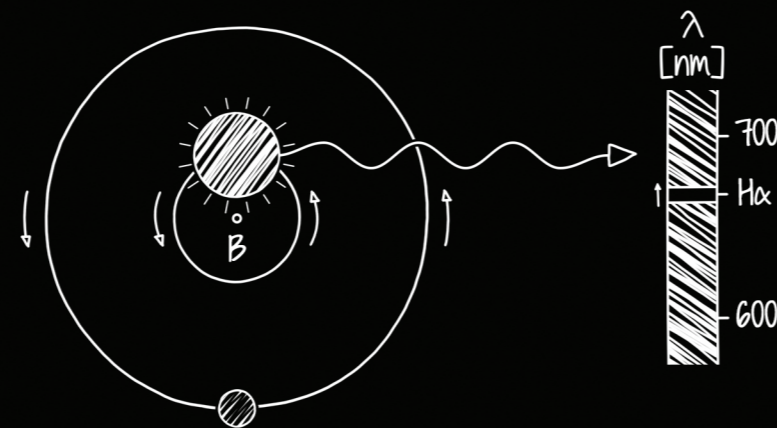


## HELE, PLANETA!

Planety mimo Sluneční soustavu lze hledat různými metodami. Jedna z nich je založena na Dopplerově jevu.

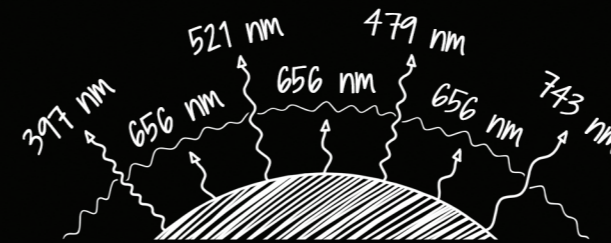
Předpokládejme, že se v okolí hvězdy nachází planeta, jak ukazuje obrázek níže. Obě tělesa obíhají kolem společného bodu podobně jako v případě dvojhvězdy. Vzhledem k tomu, že stálice má mnohem větší hmotnost než planeta, je barycentrum umístěno v blízkosti hvězdy, nebo dokonce uvnitř hvězdy samotné.

Přibližuje-li se planeta na své oběžné dráze k pozorovateli, stálice se od pozorovatele nepatrně vzdaluje a naopak. To se projevuje střídavým posuvem absorpčních čar ve spektru hvězdy, což prozrazuje přítomnost planety.

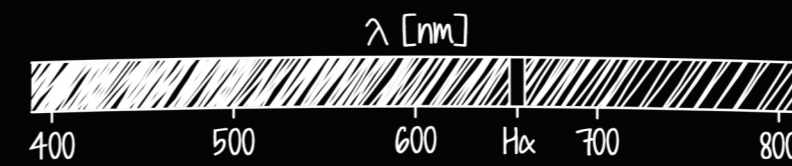


## HVĚZDA A JEJÍ SVĚTLO

Většina záření, které hvězda vysílá, vychází z fotosféry. Světlo však na své cestě k pozorovateli proniká ještě další, chladnější a méně hustou částí hvězdy, kterou nazýváme chromosféra. Tato oblast je pro záření jistých vlnových délek neprůhledná, jak naznačuje následující obrázek.



Rozložíme-li chromosférou „oříznuté“ světlo na spektrum, spatříme v něm temná místa, jež odpovídají pohlcenému záření. Těmito místům s charakteristickou vlnovou délkou říkáme absorpční čáry. Jedna z nich je zakreslena ve spektru níže.

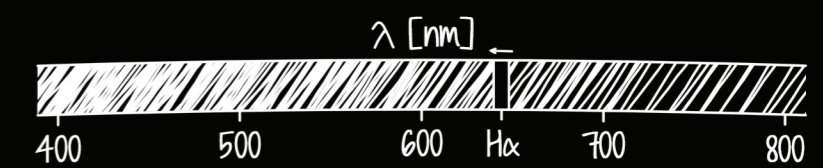


Jedná se o absorpční čáru H $\alpha$ , která má vlnovou délku 656 nm. Jelikož je ze Země velice dobře vidět, hraje v astronomii významnou roli.

A jak tohle všechno souvisí s Dopplerovým jevem? Světlo má podobně jako zvuk povahu vlnění. I zde tedy může docházet ke změnám frekvence a vlnové délky, čehož si všimneme právě na absorpčních čarách. Velice snadno pak usoudíme, zdali se hvězda přibližuje nebo vzdaluje.

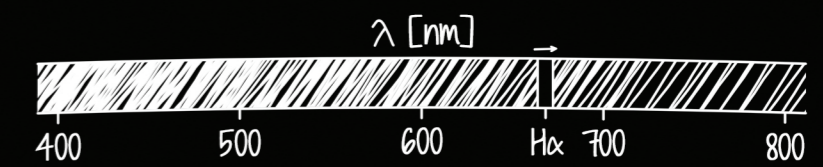
### MODRÝ POSUV

Pozorujeme-li spektrum hvězdy, která se k nám přibližuje, posouvají se absorpční čáry k modré části spektra. Vlnová délka čar se zkracuje. Modrý posuv absorpční čáry H $\alpha$  je znázorněn na následující obrázku.



### ČERVENÝ POSUV

Pokud se hvězda od pozorovatele vzdaluje, nastává opačná situace. Absorpční čáry se posouvají k červené části spektra a vlnová délka čar se prodlužuje. Situaci opět ilustruje níže uvedený obrázek.

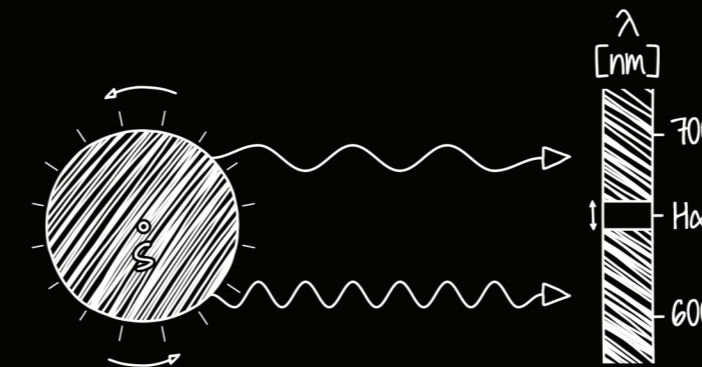


## ROTACE HVĚZD

Dopplerův jev zastává v astronomii nezastupitelnou funkci. V neposlední řadě se používá ke stanovení rychlosti rotace hvězdy kolem vlastní osy.

Z obrázku dole je patrné, že část povrchu hvězdy se během rotace vůči pozorovateli vzdaluje a část přibližuje. Ve spektru stálice tak nalezneme stopy červeného a modrého posuvu, který způsobuje charakteristické rozšíření absorpčních čar. Čím rychleji hvězda rotuje, tím širší čáru pozorujeme.

Vzhledem k tomu, že nevíme, jak je zkoumaná hvězda spolu s osou otáčení vůči nám orientována, je nutné k získaným výsledkům přistupovat velice obezřetně.



## VESMÍR SE ROZPÍNÁ!

Spektrální čára H $\alpha$  je vzhledem k vysokému zastoupení vodíku ve vesmíru patrná nejenom u hvězd, ale i u jiných vesmírných objektů. Nalezneme ji mimo jiné ve spektrech galaxií, hvězddokup a mlhovin.

K zajímavému závěru došel v roce 1929 Edwin Hubble, když pozoroval spektra cizích galaxií. Zjistil, že naprostá většina z nich vykazuje červený posuv - vzdalují se. Tím byla dokázána Einsteinova domněnka o rozpínání vesmíru.

Přesto existují galaxie, v jejichž spektrech nalezneme i modrý posuv. Jsou to především blízké galaxie, které se s tou naší gravitačně ovlivňují. Jedna z nich, Galaxie v Andromedě, již lze spatřit mimo město pouhým okem, se k Mléčné dráze přibližuje rychlostí přes 100 km/s. Za několik miliard let oelá situace vyvrcholí vzájemnou kolizí a následným splynutím obou hvězdných ostrovů.