

# Dopplerův jev

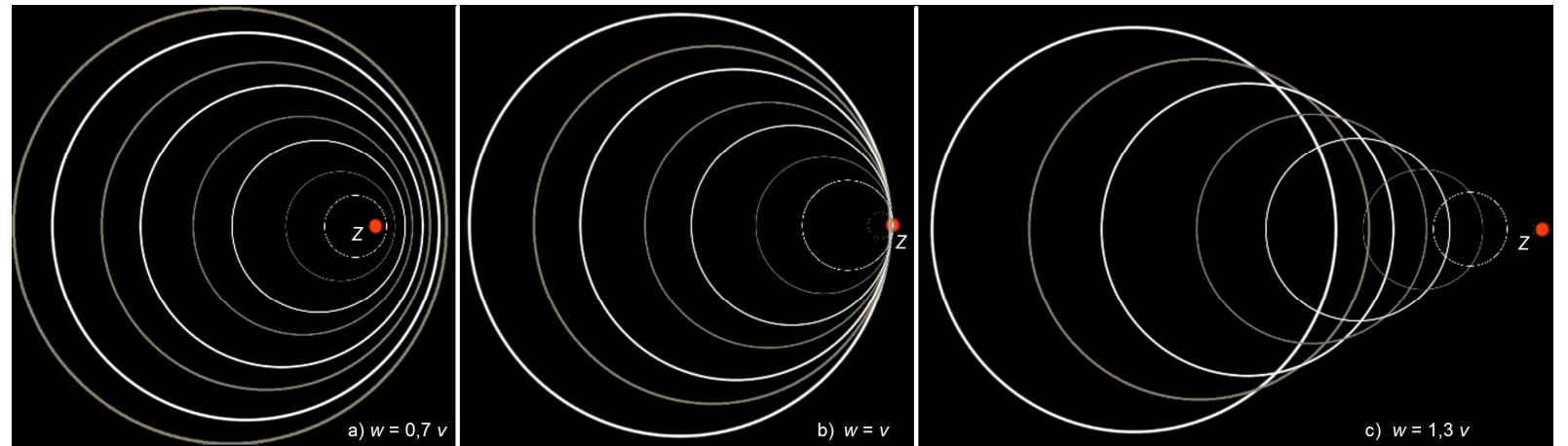
Eva Fialová

Viet Tomáš Nguyen

# Obsah

- Ch. Doppler
- Dopplerův jev vs. zvuk
- Dopplerův jev vs. elmag. vlnění
- Opravdu to funguje?

- 
- 



# Christian Andreas Doppler



- 29.11. 1803 Salzburg
- Studium matematiky, mechaniky, astronomie – vídeňská univerzita
- 1835 Praha
- Profesor na Pražském polytechnickém institutu
- 1834 článek *Ueber das farbige Licht der Doppelsterne und einiger anderer Gestirne des Himmels* (O barevném světle dvojhvězd a určitých jiných hvězdách na nebesích) – poprvé formulován Dopplerův jev
- Smrt 17.3. 1853 Benátky – tuberkulóza
- 1845 Holanďan Buys Ballot – lokomotiva a orchestr

# Dopplerův jev - zvuk

- Změna frekvence a vlnové délky pohybujícího se zdroje zvuku X v klidu
- Vnímáme jinou frekvenci, než je frekvence zdroje v klidu – mění se výška tónu
- 3 situace: 1. pohyb zdroje, 2. pohyb pozorovatele, 3. pohyb zdroje i pozorovatele
- Akustický třesk
- Rychlost zvuku ve vzduchu = 340 m/s

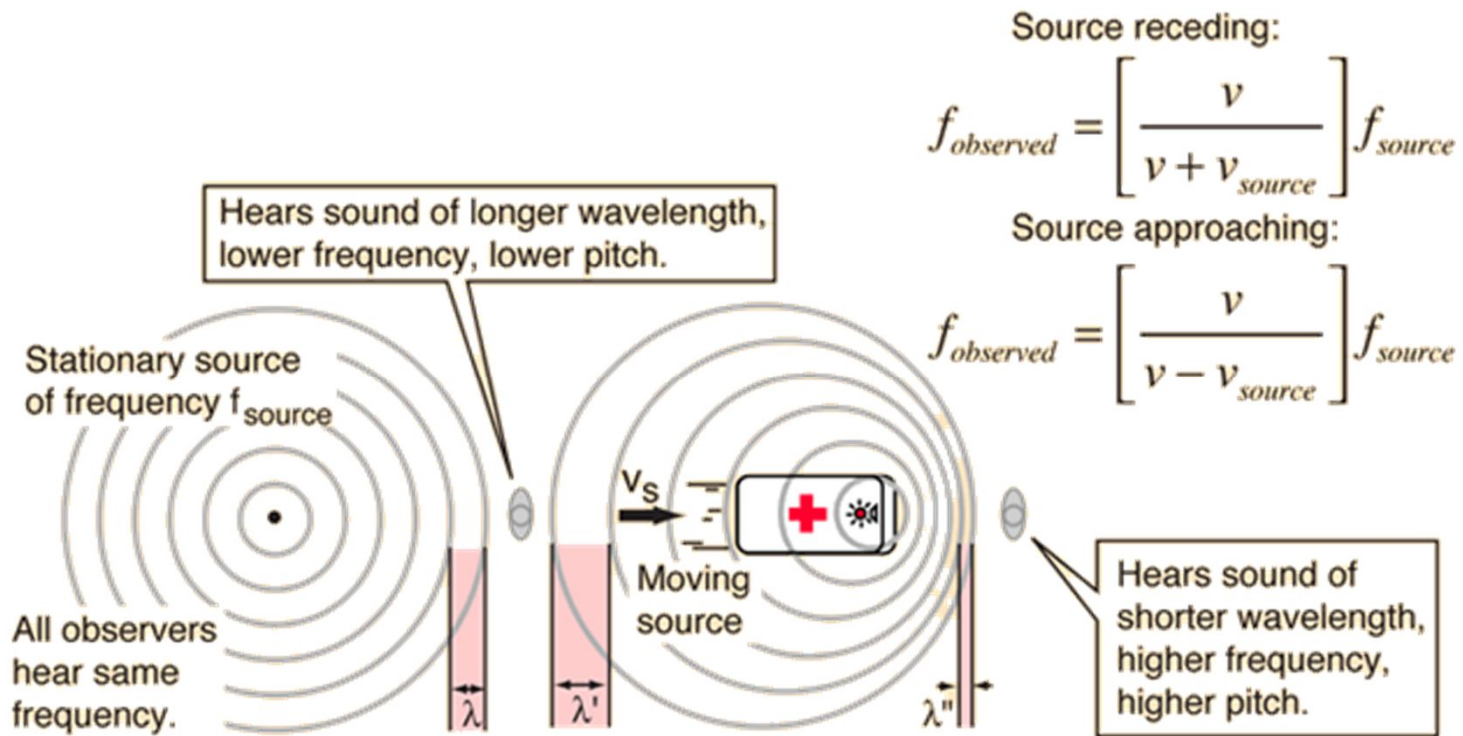
- **1. pohyb zdroje**

- V vzdalující  $f_p < f$

- V přibližující  $f_p > f$

$v_z$  – rychlost zvuku v prostředí,  $v$  – rychlost zvuku šířícího se k pozorovateli,  
 $T$  – perioda zvuku,  $T_p$  – perioda zvuku měřená pozorovatelem,  
 $f$  – frekvence  $f_p$  – frekvence měřená pozorovatelem

$$T_p = \frac{v_z - v}{v_z} \cdot T \quad f = \frac{1}{T} \quad f_p = \frac{v_z}{v_z - v} \cdot f$$



- **2. pohyb pozorovatele**

- Pohyb ke zdroji  $f_p > f$

- Pohyb od zdroje  $f_p < f$

$v_z$  – rychlost zvuku v prostředí,  $v_p$  – rychlost pozorovatele,

$T$  – perioda zvuku,  $T_p$  – přijímaná perioda pozorovatelem,

$f$  – frekvence  $f_p$  – frekvence měřená pozorovatelem

$$f_p = \frac{v_z + v}{v_z} \cdot f \quad T_p = \frac{v_z}{v_z + v} \cdot T$$

- Když  $v_p \geq v_z$ , pak zvuk k pozorovateli nedospěje

- **3. pohyb zdroje i pozorovatele**
- $v_p = v$  a stejný směr,  $f$  se nemění

$T_p$  – přijímaná perioda pozorovatelem,

$f$  – frekvence  $f_p$  – frekvence měřená pozorovatelem

$v_z$  – rychlost zvuku v prostředí,  $v_p$  – rychlost pozorovatele,

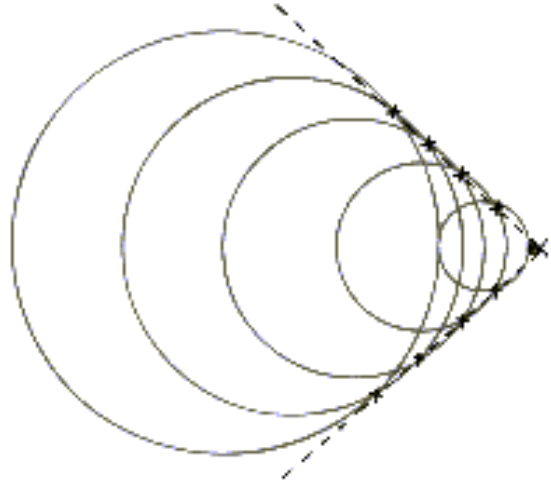
$v$  – rychlost zdroje zvuku,  $T$  – perioda zvuku,

$$f_p = \frac{v_z \pm v_p}{v_z \pm v} \cdot f \quad T_p = \frac{v_z \pm v}{v_z \pm v_p} \cdot T$$

- [://galileoand einstein.physics.virginia.edu/more\\_stuff/flashlets/doppler.htm](http://galileoand einstein.physics.virginia.edu/more_stuff/flashlets/doppler.htm)

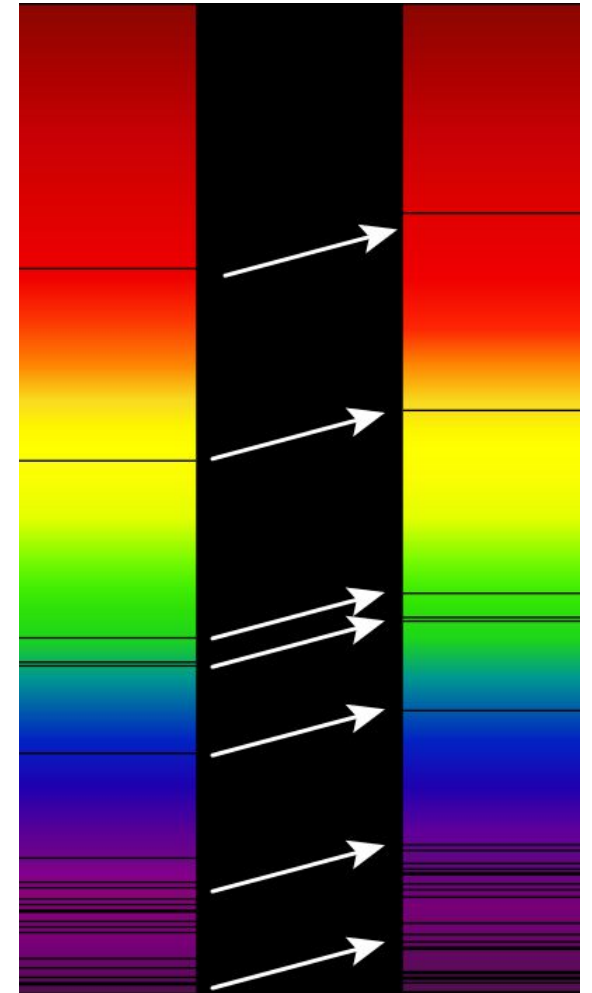
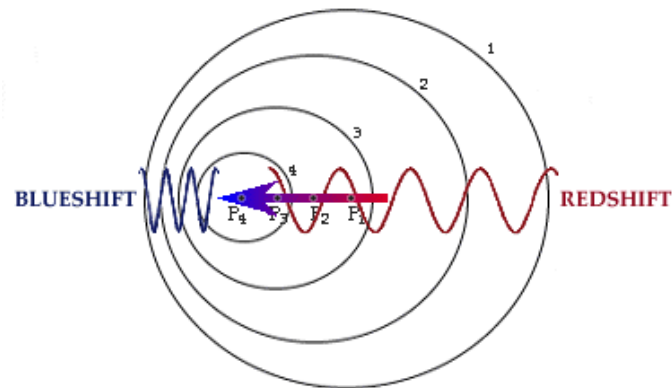


- Rázová vlnoplocha – akustický třesk (prudké stlačení vzduchu)
- rychlost přibližujícího se zdroje zvuku  $v_z$  překročí rychlost zvuku  $v$
- *Machův kužel* – povrch tvoří rázovou vlnu, tečný ke všem vlnoplochám
- Machovo číslo  $M$  - poměr rychlosti letadla ku rychlosti zvuku
- U letadel, nebo u střel při nadzvukovém pohybu (u lodí)
- <https://www.youtube.com/watch?v=uQ2FyfVz46k&t=7s>

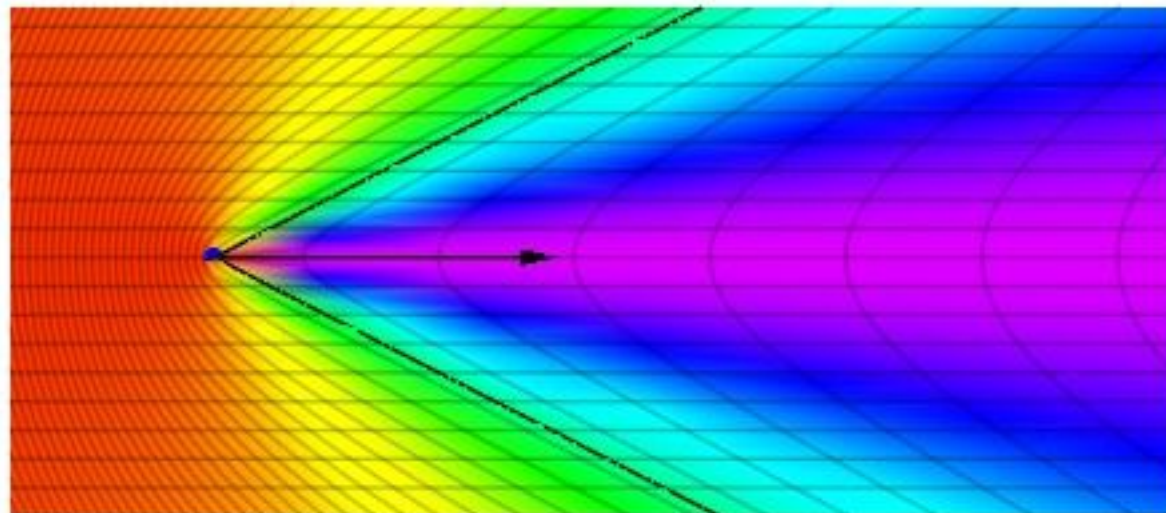


# Využití v astronomii

- Posuv spektrálních čar (rudý/modrý posuv)
- Vypočítání radiální rychlosti vesmírných těles
- Klasický a relativistický Dopplerův jev



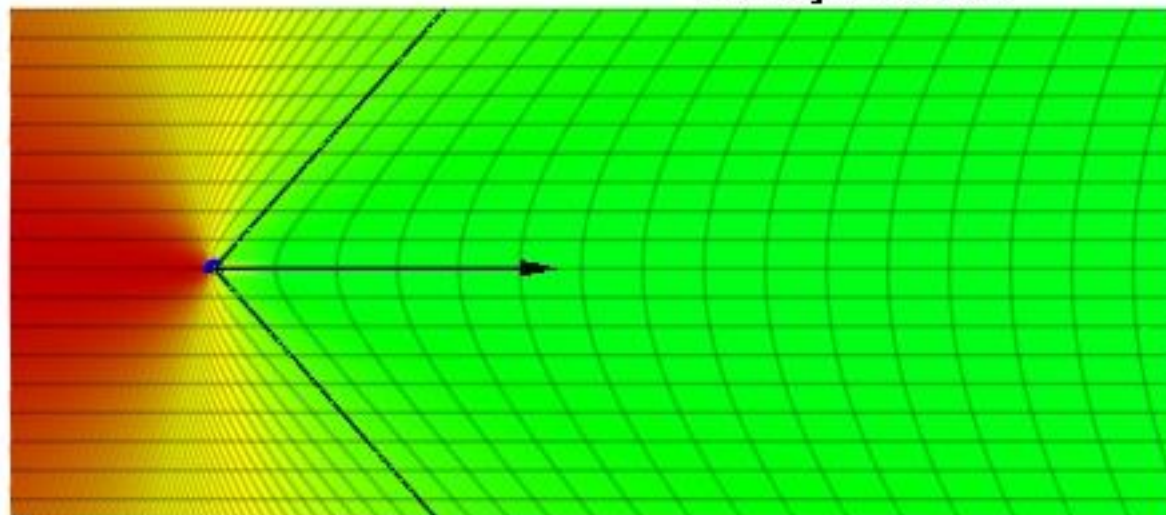
2400 nm ->



<- 137 nm

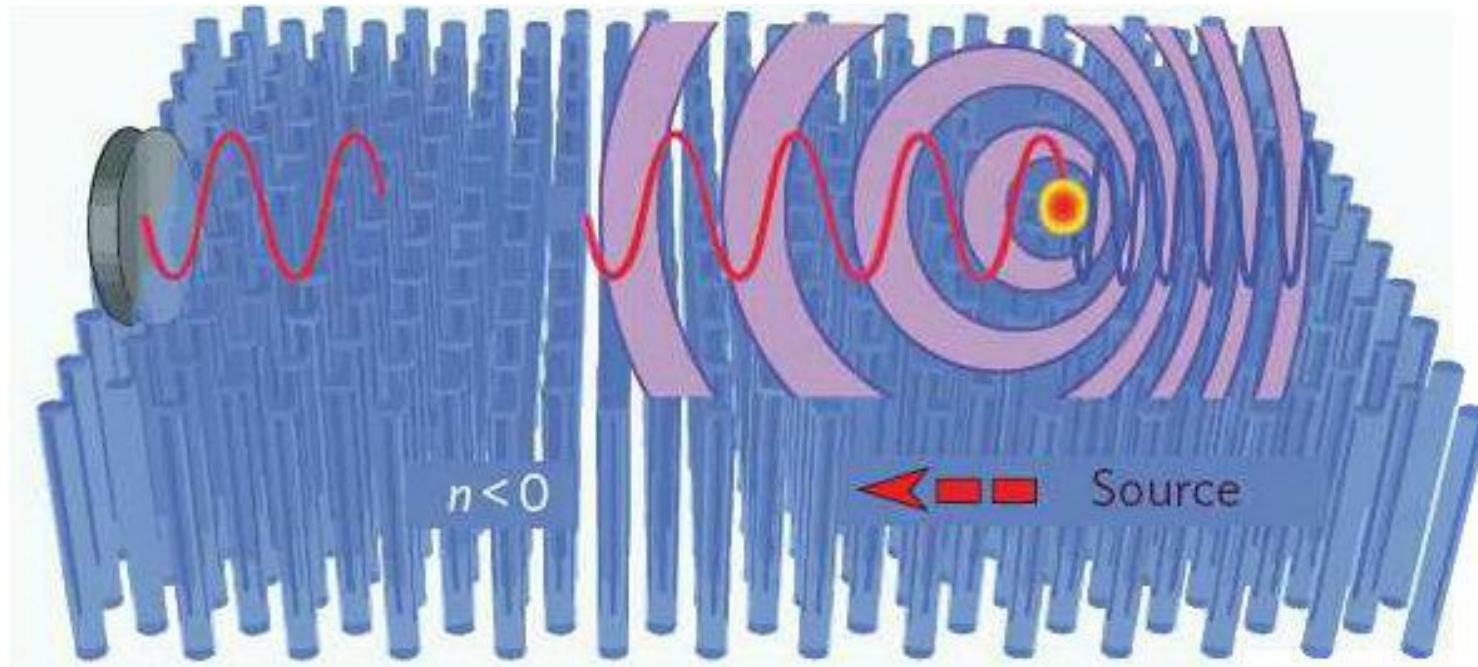
Velocity  $v = 0.89c$

5200 nm ->



<- 300 nm

# Inverzní Dopplerův jev



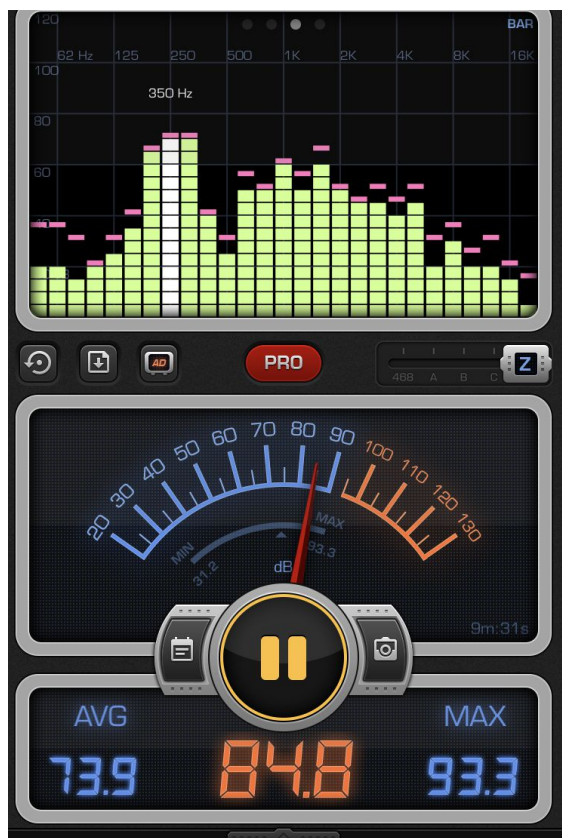
# Opravdu to funguje?

tóny	$f/\text{Hz}$
a1	440
c2	523
f2	698
a3	1760

tóny	$f_p / \text{Hz}$	$f_{vz} / \text{Hz}$
a1	$443,8 \pm 0,7$	$438,1 \pm 0,4$
c2	$526,2 \pm 0,6$	$520,8 \pm 0,3$
f2	$701,1 \pm 0,4$	$696,3 \pm 0,7$
a3	$1762,6 \pm 0,6$	$1757,1 \pm 0,5$



- Decibel X – frekvence, vlnová délka



# Zdroje

- Bureš, J. (19. 11 2018). Načteno z conVerter : [http:// www.converter.cz /fyzici/doppler.htm](http://www.converter.cz/fyzici/doppler.htm)
- Reichl, J. (19. 11 2018). *fyzika.jreichl*. Načteno z Encyklopedie fyziky: <http://fyzika.jreichl.com/main.article/view/175-doppleruv-jev-efekt>
- Příspěvatelé Wikipedie, *Tón* [online], Wikipedie: Otevřená encyklopedie, c2018, Datum poslední revize 25. 10. 2018, 08:48 UTC, [citováno 19.11. 2018] <<https://cs.wikipedia.org/w/index.php?title=T%C3%B3n&oldid=16556290>>
- *Wikipedie: Otevřená encyklopedie: Christian Doppler* [online]. c2018 [citováno 19. 11. 2018]. Dostupný z WWW: [https://cs.wikipedia.org/w/index.php?title=Christian Doppler&oldid=15944608](https://cs.wikipedia.org/w/index.php?title=Christian_Doppler&oldid=15944608)
- Mgr. Petr Brabec, F. B. (19. 11 2018). *Fyzika007*. Načteno z fyzika007: <http://www.fyzika007.cz/mechanicke-kmitani-a-vlneni/doppleruav-jev>