

# REFRITIVE NALOG

Valovanje Dopplerjev pojav  
Domače naloge

FERI

## Vprašanja:

1. Dva kolesarja se srečata na cesti. Prvi se vozi proč in drugi proti oddaljeni tovarni, na kateri je sirena, ki oddaja ton z dano frekvenco.

a) Kateri od njiju sliši višji ton? — Tisti, ki se vozi proti tovarni

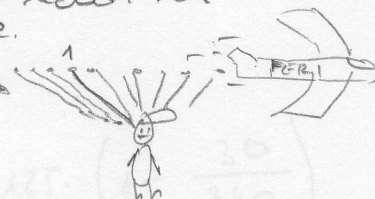
b) Drugi kolesar začne pospeševati. Kaj se dogaja s frekvenco, ki jo sliši?

— frekvenca se povečuje, saj vedno hitreje leti na valne fronte.

2. Preleti nas letalo, ki leti z nadzvočno hitrostjo.

a) Skiciraj pot valovne fronte, ki nas prva zadene!

b) Kakšna je zveza med »ostrino« Machovega stožca in hitrostjo letala?



## Animacije:

1. Ponazoritev valovnih front za mirujoč in premikajoč se izvir; tudi za  $v > c$ :

<http://www.surendranath.org/Applets/Waves/Doppler/DopplerApplet.html>

2. Ponazoritev valovnih front: sam izberi hitrosti  $c$  in  $v$  ter valovno dolžino  $\lambda$ .

<http://www.aug.edu/%7Echmtmc/ntnujava/Doppler/Doppler.html>

3. Preboj zvočnega zidu:

<http://www.kettering.edu/~drussell/Demos/doppler/mach1.html>

4. Udarni val nadzvočnega letala:

<http://www.phy.ntnu.edu.tw/oldjava/airplane/airplane.html>

## Naloge:

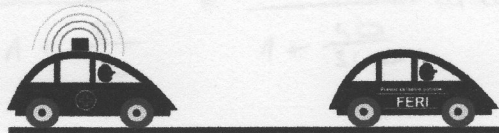
1. Avtomobila se iz nasprotnih strani približujeta poslušalcu. Prvi avtomobil vozi s hitrostjo 20 m/s in oddaja ton s frekvenco 500 Hz. Drugi vozi s hitrostjo 30 m/s. Kolikšno frekvenco oddaja drugi avtomobil, če poslušalec sliši enako visoka tona? (484 Hz)

2. Z avtomobilom se vozimo s stalno hitrostjo  $v_1 = 72$  km/h, ko nas prehití rešilni avtomobil, ki vozi s hitrostjo  $v_2 = 144$  km/h. Rešilni avtomobil ima vklopljeno sireno, ki oddaja ton s frekvenco  $\nu_0 = 440$  Hz. Hitrost zvoka v zraku je  $c = 340$  m/s.

a) Kolikšno frekvenco slišimo, ko se nam rešilni avtomobil približuje? ( $\nu = 469,3$  Hz)

b) Kolikšno spremembo frekvence zaznamo, ko rešilni avtomobil zapelje mimo nas?

( $\Delta\nu = -52,5$  Hz)



3. Ko je krogla švignila mimo vojaka, se je frekvenca njenega žvižganja zmanjšala na polovico. Kolikšna je bila njena hitrost? Hitrost zvoka v zraku je  $c = 340$  m/s. ( $v = c/3$ )

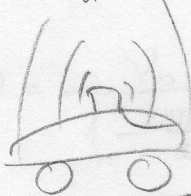




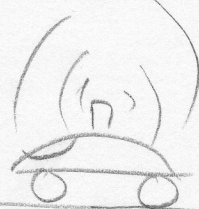
$$\begin{aligned} v_1 &= 20 \text{ m/s} \\ v_{01} &= 500 \text{ Hz} \\ v_{02} &= 30 \text{ m/s} \end{aligned}$$

$$v_2 = ?$$

$$\begin{aligned} v_1 &= 20 \text{ m/s} \\ v_{01} &= 500 \text{ Hz} \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} v_2 &= ? \\ v_{02} &= 30 \text{ m/s} \end{aligned}$$

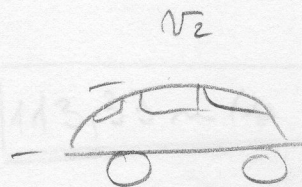
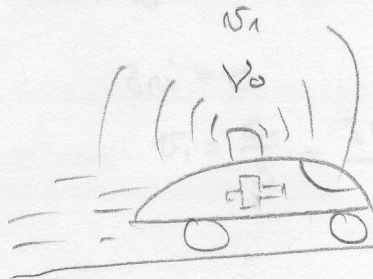


$$v_{01p} = \frac{v_0}{1 - \frac{v_i}{c}} = \frac{500 \text{ Hz}}{1 - \frac{20}{340}} = 531,25 \text{ Hz}$$

$$\begin{aligned} v_{01p} &= \frac{v_0}{1 - \frac{v_i}{c}} \Rightarrow v_0 = v_{01p} \left(1 - \frac{v_i}{c}\right) = 531,25 \left(1 - \frac{30}{340}\right) \\ &= 484,375 \text{ Hz} \end{aligned}$$

②

$$\begin{aligned} v_1 &= 144 \text{ km/h} = 40 \text{ m/s} \\ v_2 &= 72 \text{ km/h} = 20 \text{ m/s} \\ v_0 &= 440 \text{ Hz} \\ c &= 340 \text{ m/s} \end{aligned}$$



$$v_a = v_0 \frac{1 - \frac{v_0}{c}}{1 - \frac{v_i}{c}} = \frac{1 - \frac{20}{340}}{1 - \frac{40}{340}} \cdot 440 \text{ Hz} = 469,33 \text{ Hz}$$

$$v_b = v_0 \frac{1 + \frac{v_0}{c}}{1 + \frac{v_i}{c}} = \frac{1 + \frac{20}{340}}{1 + \frac{40}{340}} \cdot 440 = 416,84 \text{ Hz}$$

$$\Delta v = v_a - v_b = 469,33 - 416,84 = 52,49 \text{ Hz}$$





$$c = 340 \text{ m/s}$$

$$v = \frac{v_0}{1 - \frac{v_i}{c}}$$

$$\frac{v}{2} = \frac{2v_0}{1 + \frac{v_i}{c}}$$

Vprašanja:

1. Dva kolesarja se srodeta na cesti. Prvi se vozi proti in drugi proti oddaljeni tovarni, na kateri je sirena, ki oddaja ton z dano frekvenco.

a) Kateri od njiju sliši višji ton? Kateri sliši nižjo frekvenco, ki jo sliši?

b) Drugi kolesar začne goniti tovarno. Kakšno frekvenco, ki jo sliši?

$$\frac{v_0}{1 - \frac{v_i}{c}} = \frac{2v_0}{1 + \frac{v_i}{c}}$$

2. Proletti nas letalo, ki leti s hitrostjo  $v_i$  in oddaja zvok s frekvenco  $f_0$ .

a) Skiciraj pot valovne fronte, ki nas prva zapelje.

b) Kakšna je zveza med vztrajnost Machovega števila in hitrostjo letala?

$$2 - \frac{2v_i}{c} = 1 + \frac{v_i}{c}$$

Animacije:

1. Pozoritev valovnih front iz zvočnega izvira, ki se giblje s hitrostjo  $v_i$  in oddaja zvok s frekvenco  $f_0$ .

2. Pozoritev valovnih front iz zvočnega izvira, ki se giblje s hitrostjo  $v_i$  in oddaja zvok s frekvenco  $f_0$ .

$$1 - \frac{3v_i}{c} = 0$$

3. Preboj zvočnega zida:

$$3v_i = c$$

4. Udarni val nadzvočnega letala:

$$v_i = \frac{c}{3} = \frac{340 \text{ m/s}}{3} = 113,33 \text{ m/s}$$

Naloga:

1. Avtomobila se iz nasprotni strani približujeta poslušalcu. Prvi avtomobil vozi s hitrostjo 20 m/s in oddaja ton s frekvenco 500 Hz. Drugi vozi s hitrostjo 30 m/s. Kolikšno frekvenco oddaja drugi avtomobil, če poslušalec sliši enako visoka tona (484 Hz)?

2. Z avtomobilom se vožimo s stalno hitrostjo  $v_1 = 72 \text{ km/h}$ , ko nas preleti rešilni avtomobil, ki vozi s hitrostjo  $v_2 = 144 \text{ km/h}$ . Rešilni avtomobil ima vklopljeno sireno, ki oddaja ton s frekvenco  $v_0 = 440 \text{ Hz}$ . Hitrost zvoka v zraku je  $c = 340 \text{ m/s}$ .

a) Kolikšno frekvenco slišimo, ko se nam rešilni avtomobil približuje? ( $v = 469,3 \text{ Hz}$ )

b) Kolikšno spremembo frekvence zaznamo, ko rešilni avtomobil zapelje mimo nas? ( $\Delta v = 52,5 \text{ Hz}$ )



3. Ko je krogla zvižgala mimo vojaka, se je frekvenca njenega zvižganja zmanjšala na polovico. Kolikšna je bila njena hitrost? Hitrost zvoka v zraku je  $c = 340 \text{ m/s}$ . ( $v = c/3$ )

