

ovakav slučaj mogla primeniti prethodno iznesena logika, to moraju biti ravanski talasi koji postoje samo u području relativno udaljenom od oba izvora.

## 1.26 Doplerov efekt

Doplerov efekt je pojava promene frekvencije, koju čuje slušalac, a koja nastaje usled međusobnog kretanja izvora i/ili slušaoca zvuka (npr. automobil koji velikom brzinom prolazi pored slušaoca).

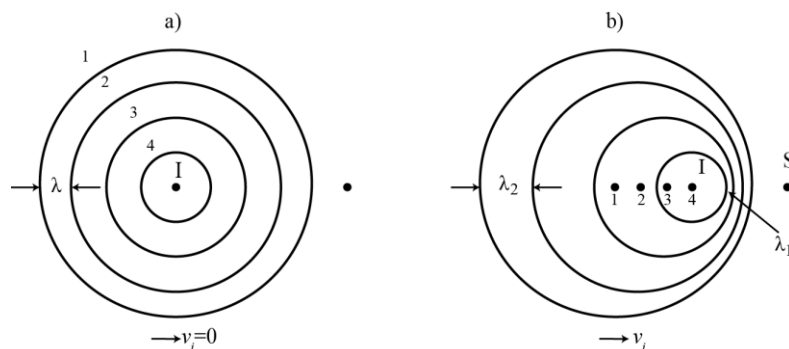
Kada su izvor zvuka  $I$  i slušalac  $S$  nepokretni, i izvor zvuka proizvodi zvučne talase konstantne frekvencije  $f_i$  talasni frontovi (ekvifazne površine) emitovanog zvuka će se prostirati simetrično od izvora na sve strane brzinom  $c$ , slika 1.38a, koja predstavlja brzinu zvuka u mediju (ovde vazduh). Slušalac će čuti zvuk frekvencije jednake emitovanoj frekvenciji.

Ako se zvučni izvor kreće brzinom  $v_i$  prema slušaocu, emitujući i dalje zvuk konstantne frekvencije, centar svakog novog talasnog fronta (čela talasa) će biti u izvesnoj meri pomeren napred prema slušaocu, što je naznačeno pozicijama 0, 1, 2 i 3, slika 1.38b. Tako dolazi do gomilanja čela talasa ispred, i njihovog razređivanja iza izvora. Slušalac koji se nalazi ispred izvora čuće višu frekvenciju ( $f_s > f_i$ ), a slušalac iza izvora nižu ( $f_s < f_i$ ). Do istog zaključka se može doći ako se posmatraju talasne dužine zvučnih talasa ispred izvora  $\lambda_1$  i iza izvora  $\lambda_2$ .

Uzrok ovoj promeni visine tona je to što pri približavanju izvora zvuka slušaocu do njega dolazi više zvučnih talasa u jedinici vremena nego kad izvor zvuka stoji, tj. frekvencija zvuka koji slušalac čuje je tada viša od one koju izvor emituje. Situacija je obrnuta kad se izvor udaljava od slušaoca. Pri tome nije važno da li se kreće izvor zvuka ili slušalac. U najopštijem slučaju mogu se kretati i izvor i slušalac istovremeno. Frekvencija koja se dobija kao rezultat Doplerovog efekta tada je data izrazom:

$$f_s = \frac{c \pm v_s}{c \mp v_i} f_i \quad (1.41)$$

gde je  $c$  brzina zvuka u vazduhu,  $v_s$  brzina kretanja slušaoca,  $v_i$  brzina kretanja izvora zvuka, a  $f_i$  njegova frekvencija. Pri korišćenju izraza (1.41) treba voditi računa da je prijemna frekvencija viša od stvarne ako se izvor i prijemnik kreću jedan prema drugom, a niža ako se izvor i prijemnik kreću jedan od drugog.



Slika 1.38 - Talasni frontovi tačkastog izvora zvuka: a) kada izvor i slušalac miruju, b) kada se izvor kreće prema slušaocu

## 1.27 Udarni talas i prasak

Kada brzina izvora dostigne brzinu zvuka ( $v_i = c$ ) svaki naredni talas sustiže prethodni, jer se izvor kreće upravo brzinom zvuka. Čela talasa ispred izvora se koncentrišu u jednoj tački. Sustizanje talasnih frontova na prednjoj strani izvora, slika 1.39a, dovodi do konstruktivne interferencije emitovanog zvuka koja se manifestuje u pojavi tzv. udarnog talasa velikog intenziteta.

Kada izvor prekorači brzinu zvuka on počinje da se kreće ispred zvučnih talasa, slika 1.39b. Zvuk koji stvara izvor se širi sferno od tačke u kojoj je emitovan. Između zvučnih talasa dolazi opet do konstruktivne interferencije, ali sada duž konusa (obvojnica talasnih frontova),