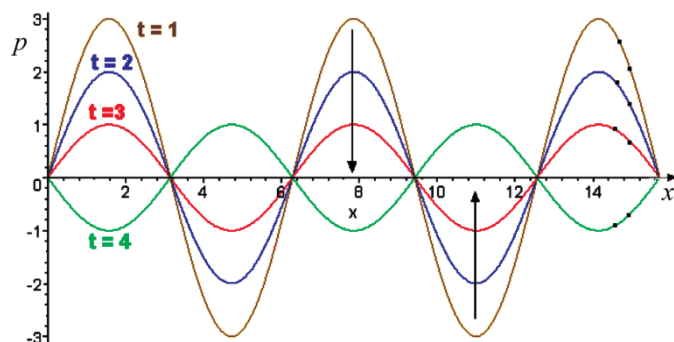
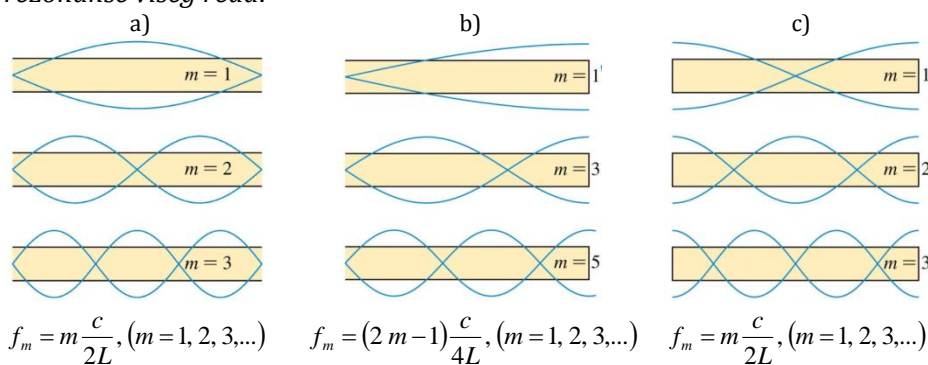


svakoj od tih frekvencija stojeći talasi su različiti i odgovaraju posebnom načinu oscilovanja čestica u cevi, koji se još nazivaju i modovi (*modes*).



Slika 1.36 – Stojeći talas maksimalne amplitude  $A=3$  jedinice, u različitim trenucima vremena:  $t_1 < t_2 < t_3 < t_4$

U cevi može nastati čitav niz stojećih talasa, sve manje talasne dužine a sve viših frekvencija. Najniža frekvencija rezonanse naziva se *osnovna rezonansa cevi*. Sve ostale frekvencije rezonanse cevi su celobrojni umnošci frekvencije osnovne rezonanse. Njih nazivamo *rezonanse višeg reda*.



$$f_m = m \frac{c}{2L}, (m=1, 2, 3, \dots) \quad f_m = (2m-1) \frac{c}{4L}, (m=1, 2, 3, \dots) \quad f_m = m \frac{c}{2L}, (m=1, 2, 3, \dots)$$

Slika 1.37 – Oblici stojećeg talasa pritiska u cevi i vrednosti sopstvenih frekvencija rezonansi cevi: a) cev otvorena na oba kraja, b) cev zatvorena na jednom kraju, c) cev zatvorena na oba kraja [22]

Stojeći talasi se javljaju i na žicama i zategnutim membranama kod muzičkih instrumenata, u usnoj i nosnoj duplji kod izgovaranja samoglasnika i uopšte, u svakom ograničenom prostoru čije dimenzije nisu male u odnosu na talasnu dužinu zvuka. To znači da i svaki pomenuti prostor ili telo ima svoje modove oscilovanja i njima pripadajuće sopstvene frekvencije koje se često nazivaju i porcijali.

Prilikom formiranja stojećih talasa u cevi maksimalna pomeranja ili maksimalna brzina čestica vazduha (trbuh talasa) nalaze se na otvorenim krajevima cevi, gde ona nisu ničim ograničena, a čestice se praktično ne pomeraju (čvor) tamo gde je kraj cevi koji je zatvoren.

Kod stojećih talasa zvučnog pritiska je obrnuto, na otvorenim krajevima cevi je čvor (minimum ili nula) a na zatvorenim trbuh (maksimum). Rastojanje od trbuha do čvora je jednako četvrtini talasne dužine zvuka na datoj frekvenciji rezonanse cevi.

Znajući prethodno, nije teško odrediti oblik stojećih talasa i sopstvene rezonanse cevi za tri moguća slučaja graničnih uslova: cev otvorena na oba kraja, cev zatvorena na jednom kraju i cev zatvorena na oba kraja. Na slici 1.37 prikazani su oblici stojećeg talasa pritiska u cevi i vrednosti sopstvenih rezonansi cevi za prethodno navedena tri slučaja. Interesantno je istaći da su frekvencije rezonanse  $f_m$  u slučajevima kada je cev otvorena ili zatvorena na oba kraja iste, ali su čvorovi i trbusi stojećih talasa izmenili mesta, slike 1.37a i 1.37c. Cev zatvorena na jednom kraju ima samo neparne sopstvene frekvencije, tj. prvi, treći, peti itd. harmonike. U izrazima za sopstvene frekvencije rezonanse  $L$  je ukupna dužina cevi a  $c$  brzina zvuka.

Stojeći talasi mogu nastati i u otvorenom prostoru kada dva izvora stvaraju dva istovetna talasa koji se kreću u suprotnim smerovima po duži koja spaja ove izvore. Da bi se na