

Efectul Doppler

Efectul Doppler este denumit astfel după numele fizicianul austriac Johann Christian Doppler care în anul 1842 în tratatul său despre lumină și stelele binare prezintă pentru prima dată acest fenomen. Efectul Doppler constă în aceea că frecvența cu care sunt recepționate undele sonore, electromagnetice sau de altă natură de către un observator depinde de mișcarea sursei care produce oscilația inițială sau mișcarea observatorului.

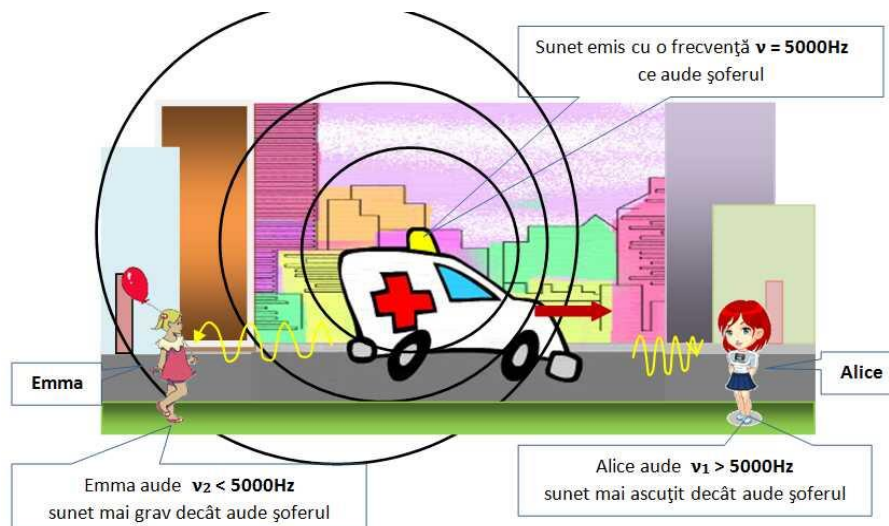
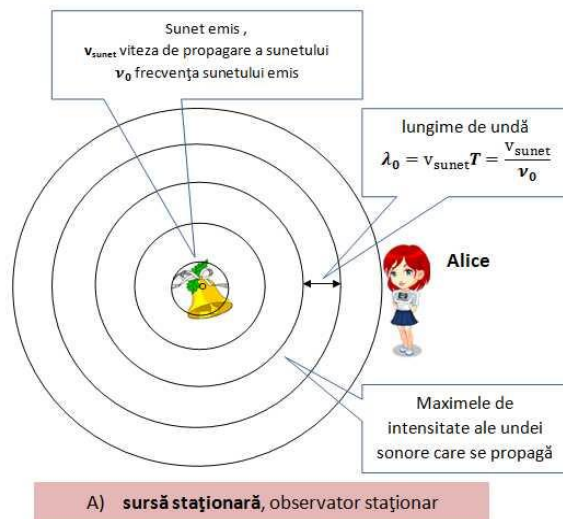


Fig. 1

Astfel, dacă avem o sursă de oscilații (sirena unei mașini de salvare – Fig.1) care se mișcă cu o anumită viteză și doi observatori în repaus, unul aflat în față sursei – Alice și unul în spatele sursei – Emma, atunci observatorul aflat în față aude un sunet cu o frecvență mai mare decât cel emis de sursă (auzit de șofer) iar observatorul aflat în spate recepționează o frecvență mai mică. O explicație sumară ar fi aceea că numărul de suprafețe de undă (de exemplu maxime de oscilații) care ajung la observator în unitatea de timp (și care reprezintă frecvența sunetului perceput de observator) se modifică în funcție de mișcarea relativă a sursei și a observatorului. Vom explica mai în detaliu cum anume se va modifica frecvența unui sunet emis de o sursă dacă sursa se află într-o mișcare relativă față de observator. În Fig. 2 este reprezentat modul de propagare al unei unde sonore emise de o sursă aflată în repaus într-un mediu omogen și izotrop. Indiferent de poziția unui observator, aflat și el în repaus, sunetul perceput de acesta va avea aceeași frecvență ν_0 , respectiv aceeași lungime de undă λ_0 .



Dacă sursa sonoră se află în mișcare cu viteza constantă \vec{v} pe direcția observatorului atunci lungimea de undă percepută de un observator (Alice) aflat în repaus în fața sursei sonore este mai mică (λ_1), iar lungimea de undă percepută de un observator (Emma) aflat în repaus în spatele sursei este mai mare (λ_2). (Fig. 3)

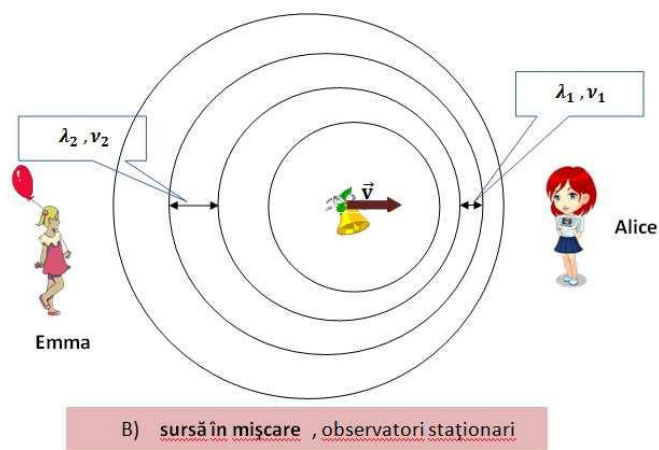


Fig. 3

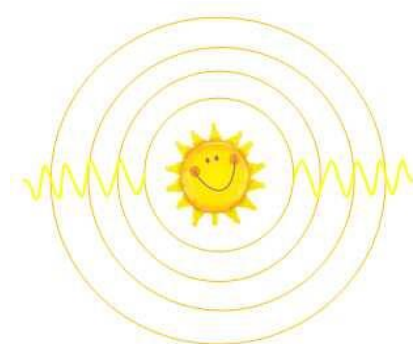
Se poate demonstra ca frecvența măsurată de observator depinde de viteza observatorului conform relației,

$$v_{\text{observator}} = v_0 \cdot \frac{v_{\text{sunet}} \pm v_{\text{observator}}}{v_{\text{sunet}} \pm v_{\text{sursă}}} \quad (8)$$

Unde avem $+v_{\text{observator}}$ dacă observatorul se mișcă spre sursă și $-v_{\text{observator}}$ în sens contrar, $+v_{\text{sursă}}$ dacă sursa se îndepărtează de observator și $-v_{\text{sursă}}$ dacă sursa se apropie de observator.

Efectul Doppler optic

În cazul undelor electromagnetice efectul Doppler este afectat de efecte relativiste însă din punct de vedere al fenomenului observat el este similar cu cel acustic. Dacă avem o stea staționară și un observator staționar aflat în vecinătate atunci frecvența radiațiilor electromagnetice emise este identică în orice direcție (presupunând mediul omogen și izotrop). (Fig.5)



stea staționară

Fig. 4

Dacă steaua se află în mișcare cu o anumită viteză atunci un observator aflat pe direcția de mișcare spre care se apropie steaua va percepe o lungime de undă mai mică, deci o frecvență mai mare (deplasare spre albastru a spectrului vizibil), în timp ce un observator de care steaua se îndepărtează

percepe o lungime de undă mai mare, respectiv o frecvență mai mică (deplasare spre roșu a spectrului vizibil). (Fig.6)

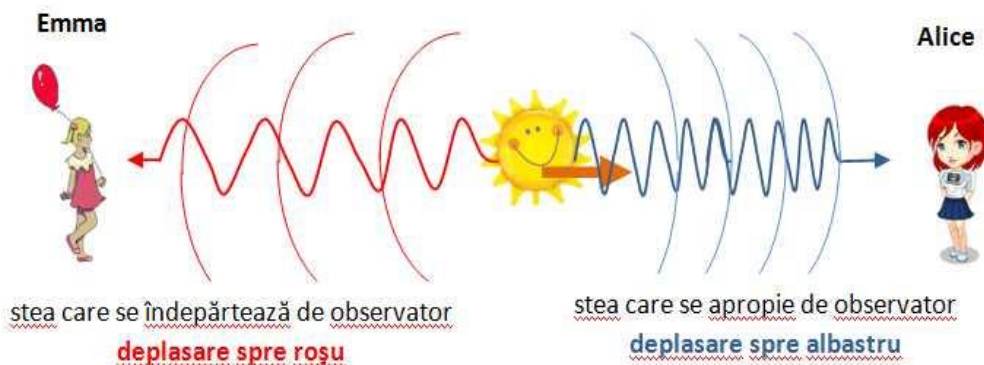


Fig. 5

Corecția relativistă conduce la următoarele relații :

$$\nu_{\text{observator}} = \nu_0 \cdot \sqrt{\frac{1 + \frac{v_{\text{sursă}}}{c}}{1 - \frac{v_{\text{sursă}}}{c}}} = \nu_0 \cdot \sqrt{\frac{1 + \beta}{1 - \beta}} \quad (9)$$

Unde ν_0 este frecvența emisă de sursa staționară , iar $v_{\text{sursă}}$ (viteza relativă a sursei față de observator) se consideră pozitivă când sursa se apropie de observator și negativă în caz contrar.

În cele mai multe situații aceste deplasări ale spectrelor radiațiilor emise de diferite stele nu pot fi observate cu ochiul liber însă există instrumente astronomice care o pot face . În acest mod s-a ajuns la concluzia că Universul nostru este în expansiune , sistemele solare , galaxiile îndepărtându-se unele de altele .

Relația (9) este aplicabilă la toate categoriile de unde electromagnetice nu numai la cele din domeniul optic (vizibil) .

Draft