**1. Definirajte koeficijent apsorpcije. Zvučni val reflektira se od poda**

**prekrivenog tapisonom. Izmjereni intenzitet reflektiranog vala je 7 mW/m².**

**Koliki je intenzitet upadnog vala ako je frekvencija emitiranog zvuka 1**

**kHz?**

Koeficijent apsorpcije **α** je omjer nereflektirane zvučne snage (PU-PR) prema ukupnoj upadnoj snazi PU (PR je reflektirana snaga):

α = (PU-PR) / PU

Isti omjer vrijedi i za intenzitete.

α (tapison pri 1 kHz) = 0.25 -> tablica s koeficijentima

α = (IU-IR) / IU

0.25 = (IU - 7) / IU

IU = 9.333 mW/m²

**2. Definirajte Dopplerov efekt. Čovjek stoji na krovu vagona vlaka koji se**

**kreće brzinom od 90 km/h. Ako sirena lokomotive emitira zvuk frekvencije**

**800 Hz, koju frekvenciju čuje spomenuti čovjek?**

Do uha dolazi više (kod približavanja izvora) ili manje (kod udaljavanja izvora) zvučnih valova u jednici vremena, čime se mijenja visina tona.

fp = [(c ± vp)/(c ± vi)] **·** fi

(p = prijemna, i = izvora)

fp = [(343 – 25) / (343) **·** 800

fp = 741.69 Hz

**3. Što su to treptaji i kada i kako nastaju? Kolika je frekvencija novonastalog**

**tona, a kolika frekvencija treptaja? Dva izvora zvuka bliskih frekvencija**

**proizvode treptaje frekvencije 10 Hz. Ako je frekvencija jednog izvora 510**

**Hz, kolika je frekvencija drugog izvora i frekvencija novonastalog tona?**

Razlikuju li se valne duljine dva vala vrlo malo, nastaje novi val frekvencije fs koja je srednja vrijednost osnovnih frekvencija, ali će mu se amplitude mijenjati od 0 do maksimuma frekvencijom ft koja je razlika obje osnovne frekvencije. Ako razlika frekvencija pada u čujno područje, čuje se ton frekvencije ft (tako zvučnici mogu “reproducirati” frekvencije niže od nazivnih frekvencija zvučnika).

ft = 10 Hz

f1 = 510 Hz

ft = |f1 – f2|

f2 = 500 Hz f2 = 520 Hz

fs = 505 Hz fs = 515 Hz

**4. Definirajte Dopplerov efekt. Automobil vozi cestom brzinom od 70 km/h.**

**Iza njega dolazi drugi automobil brzinom od 120 km/h. Iživciran sporošću**

**prvog automobila, vozač drugog automobila trubi i pretječe prvi automobil.**

**Ako njegova truba emitira zvuk frekvencije 600 Hz, koju frekvenciju čuje**

**vozač prvog automobila prije pretjecanja, a koju poslije?**

Do uha dolazi više (kod približavanja izvora) ili manje (kod udaljavanja izvora) zvučnih valova u jednici vremena, čime se mijenja visina tona.

fp = [(c ± vp)/(c ± vi)] **·** fi

(p = prijemna, i = izvora)

PRIJE PRETJECANJA POSLIJE PRETJECANJA

fp = [(343 + 19.444)/(343 - 33.333) **·** 600 fp =[(343 - 19.444)/(343 + 33.333) **·** 600

fp = 702.26 Hz fp = 515.86 Hz

**5. Objasni, sa fizikalnog gledišta, što je valna duljina? Odredi razinu snage**

**zvuka čija je snaga 5,2 μW!**

Valna duljina je razmak između dvije točke najvećeg zgušnjenja ili razrjeđenja medija kroz koji se val širi. Taj razmak se naziva perioda.

LP = 10 log [P (W) / P0) P0 = 10^-12 W

LP = 10 log [5.2 **·** 10^-6 / 10^-12]

LP = 67.16 dB

**6. Kako se zvuk širi u plinovima? Odredi zvučnu snagu zvuka čija razina zv.**

**snage iznosi 63 dB!**

U plinovima i tekućinama zvuk se širi samo kao longitudinalni val, a u čvrstim medijima i kao transverzalni val.

63 = 10 log [P / 10^-12]

6.3 = log [P / 10^-12]

2 **·** 10^6 = P / 10^-12

P = 2 **·** 10^-6 W

P = 2 μW

**7. Koje frekvencijsko područje obuhvaća infrazvuk? Izračunaj brzinu zvuka u**

**glicerinu ako je gustoća glicerina 1,261 g/cm³, a faktor kompresibilnosti**

**21,4 · 10^-12 cm · s² / g.(brzinu zvuka izraziti u m/s!!!!**

Infrazvuk obuhvaća frekvencijsko područje ispod 16 Hz.

c =

c = 1925.02 m/s

**8. Kako je definiran stupanj usmjerenosti izvora? Kolika je zvučna snaga**

**zvučnika ugrađenog u beskonačnu ploču, polumjera 0,2 m i zvučnog**

**intenziteta 5 W/m²?**

Stupanj usmjerenosti izvora definiran je kao:

QU = (4 π r²) / A

4 π r² je površinaidealnog kuglastog izvora, a A je površina usmjerenog izvora s usporedivim srednjim razmakom od akustičkog centra izvora. Za idealni kuglasti izvor QU = 1, a za membranski izvor u beskonačnom zvučnom zidu (AM = 2 π r²) QM = 4.

P = I A = I [(2 π r²) / QM]

P = 0.314W

**9. Definirajte Dopplerov efekt. Motociklist vozi brzinom od 180 km/h. Ususret**

**mu dolazi kamion brzinom od 90 km/h. Truba kamiona emitira zvuk**

**frekvencije 500 Hz. Ako vozač kamiona potrubi motociklistu prije i poslije**

**mimoilaženja, koje će frekvencije čuti motociklist u jednom i drugom**

**slučaju?**

Do uha dolazi više (kod približavanja izvora) ili manje (kod udaljavanja izvora) zvučnih valova u jednici vremena, čime se mijenja visina tona.

PRIJE MIMOILAŽENJA POSLIJE MIMOILAŽENJA

fp = [(343 + 50) / (343 - 25) **·** 500 fp = [(343 - 50) / (343 + 25) **·** 500

fp = 617.92 Hz fp = 398.08 Hz

**10. Koje frekvencijsko područje obuhvaća ultrazvuk? Izračunaj brzinu zvuka u**

**petroleju ako je gustoća petroleja 0,825 g/cm³, a faktor kompresibilnosti**

**74,5 · 10^-12 cm s² / g.(brzinu zvuka izraziti u m/s!!!!)**

Ultrazvuk obuhvaća područje od 20 kHz do 10^9 Hz.

c =

c = 1275.54 m/s

**11. Kad se pojavljuje usmjerenost zvučnog izvora? Kolika je zvučna snaga**

**idealnog kuglastog izvora, polumjera 0,1 m i zvučnog intenziteta 0,01**

**W/m²?**

Usmjerenost se pojavljuje smanjenjem valne duljine u odnosu na dimenziju izvora (membrane).

P = I A = I [(4 π r²) / QU]

P = 0.001 W

**12. Što je šum? Izračunaj brzinu zvuka u maslinovom ulju ako je gustoća**

**maslinovog ulja 0,904g/cm3, a faktor kompresibilnost 58,7 · 10^-12 cm s² / g.(brzinu zvuka izraziti u m/s!!!!)**

Šum je nepravilno titranje u čijem spektru nema niti stalnih frekvencija niti stalnih amplituda.

c =

c= 1372.77 m/s

**13. Kako pada snaga ružičastog šuma na višim frekvencijama? Kolika je**

**razlika u brzini zvuka pri temperaturi zraka od 35°C i pri temperaturi od**

**15°C?**

Snaga ružičastog šuma pada s 3 dB po oktavi, tako da snaga bude ujednačena na cijelom tonfrekvencijskom području.

c = 331.4 + 0.6 t (°C) m/s

c (35°C) = 352.4 m/s

c (15°C) = 340.4 m/s

**14. O čemu ovisi brzina širenja zvuka u zraku? (3 parametra navesti) Kolika je**

**razlika u brzini zvuka pri temperaturi zraka od 303,15 K i pri temperaturi**

**od 253,15 K?**

Ovisi o gustoći zraka, atmosferskom tlaku i konstanti *y*,koja daje omjer specifične topline zraka uz konstantan tlak mena onoj uz konstantan volumen. Za zrak je y=1.4.

303.15 K = 30°C

253.15 K = -20°C

c (30°C) = 349.4 m/s

c (-20°C) = 319.4 m/s

**15. Kako se ponaša zvučni intenzitet s obzirom na udaljenost ako se**

**udaljavamo od izvora zvuka ? Odredi zvučni intenzitet zvuka čija razina**

**zv. intenziteta iznosi 83 dB!**

Zvučni intenzitet u kuglastom valu opada s kvadratom udaljenosti od izvora.

Li = 10 log [I / I0] I0 = 10^-12 W/m²

83 = 10 log [I / 10^-12]

8.3 = log [I / 10^-12]

2 **·** 10^8 = I / 10^-12

I = 2 **·** 10^-4 W/m² I = 200 μW/m²

**16. Što su to treptaji i kada i kako nastaju? Kolika je frekvencija novonastalog**

**tona, a kolika frekvencija treptaja? Dva izvora zvuka bliskih frekvencija**

**proizvode treptaje frekvencije 2 Hz. Ako je frekvencija novonastalog tona**

**900 Hz, kolike su frekvencije izvora?**

Razlikuju li se valne duljine dva vala vrlo malo, nastaje novi val frekvencije fs koja je srednja vrijednost osnovnih frekvencija, ali će mu se amplitude mijenjati od 0 do maksimuma frekvencijom ft koja je razlika obje osnovne frekvencije. Ako razlika frekvencija pada u čujno područje, čuje se ton frekvencije ft (tako zvučnici mogu “reproducirati” frekvencije niže od nazivnih frekvencija zvučnika).

ft = 2 Hz

fs = 900 Hz

fs = (f1 + f2) / 2

f1 = 901 H f2

f2 = 899 Hz

**17. Definirajte koeficijent apsorpcije. Zvučni val reflektira se od poda**

**prekrivenog parketom. Izmjereni intenzitet reflektiranog vala je 20 mW/m².**

**Koliki je intenzitet upadnog vala ako je frekvencija emitiranog zvuka 250**

**Hz?**

Koeficijent apsorpcije **α** je omjer nereflektirane zvučne snage (PU-PR) prema ukupnoj upadnoj snazi PU (PR je reflektirana snaga):

α = (PU-PR) / PU

Isti omjer vrijedi i za intenzitete.

α (parket pri 250 Hz) = 0.04 -> tablica s koeficijentima

α = (IU-IR) / IU

0.04 = (IU - 20) / IU

IU = 20.833 mW/m²

**18. Što je titrajna brzina? Odredi zvučni tlak zvuka čija razina zv. tlaka iznosi**

**115 dB!**

Titrajna brzina je ona promjenjiva brzina kojom pojedine titrajuće čestice prijenosnog medija osciliraju oko svog središnjeg (mirnog) položaja. Pomak od položaja mirovanja se odvija brzinom koja nije konstantna. Titrajna brzina je u ravnom putujućem valu najveća tamo gdje se amplitude najbrže mijenja, odnosno prilikom prolaska kroz mirni (nulti) položaj.

Lp = 20 log [p (Pa) / p0] p0 = 2 **·** 10^-5 Pa

115 = 20 log [p / 2 **·** 10^-5]

5.75 = log [p / 2 **·** 10^-5]

0.562 **·** 10^6 = p / 2 **·** 10^-5

p = 11.24 Pa

**19. Što je to Dopplerov efekt i kada se javlja? Motociklist vozi brzinom od 120**

**km/h. Ususret mu dolazi kamion brzinom od 54 km/h. Truba kamiona**

**emitira zvuk frekvencije 600 Hz. Ako vozač kamiona potrubi motociklistu**

**prije i poslije mimoilaženja, koje će frekvencije čuti motociklist u jednom i**

**drugom slučaju?**

Do uha dolazi više (kod približavanja izvora) ili manje (kod udaljavanja izvora) zvučnih valova u jednici vremena, čime se mijenja visina tona.

PRIJE MIMOILAŽENJA POSLIJE MIMOILAŽENJA

fp = [(343 + 50) / (343 - 15) **·** 600 fp = [(343 - 50) / (343 + 15) **·** 600

fp = 718.9 Hz fp = 491.06 Hz

**20. Definiraj zvučni intenzitet! Odredi razinu intenziteta zvuka čiji je intenzitet**

**3,5 mW/m²!**

Zvučni intenzitet (jakost zvuka) *I* je ona količina energije koja u sekundi prostruji kroz plohu površine 1 m², postavljene okomito na smjer širenja vala.

Li = 10 log [I (W/m²) / I0] I0 = 10^-12 W/ m²

Li = 10 log [3.5 **·** 10^-3 / 10^-12]

Li = 95.44 dB

**21. Definirajte koeficijent transmisije pri prijelazu zvučne energije iz jedne tvari**

**u drugu. (Matematički izvedite uvjet kada će taj prijelaz biti maksimalan.)**

**Akustička ploča izvedena je od pluta obloženog gumom. Izračunajte**

**koeficijent prijenosa zvučne energije između ta dva materijala.**

Dio zvučne energije, koji se ne reflektira I ne apsorbira, prolazi kroz material pregrade na drugu stranu (transmisija). Koeficijent transmisije θ je omjer propuštenog zvučnog intenziteta Id prema upadnom Iu.

θ = Id / Iu

!!!

**22. Definirajte koeficijent apsorpcije. Zvučni val intenziteta 50 mW/m² reflektira**

**se od poda prekrivenog parketom. Koliki je intenzitet reflektiranog vala ako**

**je frekvencija emitiranog zvuka 8 kHz?**

Koeficijent apsorpcije **α** je omjer nereflektirane zvučne snage (PU-PR) prema ukupnoj upadnoj snazi PU (PR je reflektirana snaga):

α = (PU-PR) / PU

Isti omjer vrijedi i za intenzitete.

α (parket pri 8 kHz) = 0.06 -> tablica s koeficijentima

α = (IU-IR) / IU

0.06 = (50 - IR) / 50

IU = 47 mW/m²

**23. Što je to Dopplerov efekt i kada se javlja? Promatrač stoji na livadi i**

**promatra avion koji prelijeće u niskom letu brzinom od 720 km/h. Ako se u**

**zvuku koji pri toj brzini proizvodi avion posebno ističe frekvencija od 1 kHz,**

**koju će frekvenciju čuti promatrač kad mu se avion približava, a koju kad**

**se udaljava od njega?**

Do uha dolazi više (kod približavanja izvora) ili manje (kod udaljavanja izvora) zvučnih valova u jednici vremena, čime se mijenja visina tona.

PRIJE MIMOILAŽENJA POSLIJE MIMOILAŽENJA

fp = [(343) / (343 – 200) **·** 1000 fp = [(343) / (343 + 200) **·** 1000

fp = 2.4 kHz fp = 631.68 Hz

**24. Koliki je referentni zvučni intenzitet? (napisati iznos i mjernu jedinicu)**

**Odredi zvučni tlak zvuka čija razina zv. tlaka iznosi 96 dB!**

I0 = 10^-12 W/m²

Li = 10 log [I / I0]

96 = 10 log [I / 10^-12]

9.6 = log [I /10^-12]

3.981 **·** 10^9 = I / 10^-12

I = 3.981 **·** 10^-3 W/m²

I = 3.981 mW/m²

**25. Kolika je referentna zvučna snaga? (napisati iznos i mjernu jedinicu)**

**Odredi razinu intenziteta zvuka čiji je intenzitet 0,0025 W/m²!**

P0 = 10^-12 W

LP = 10 log [2.5 **·** 10^-3 / 10^-12]

LP = 93.98 dB

**26. Definirajte koeficijent apsorpcije. Zvučni val intenziteta 200 mW/m²**

**reflektira se od zida nepoznate građe. Ako je izmjereni intenzitet**

**reflektiranog vala 150 mW/m², a frekvencija emitiranog zvuka 1 kHz, koliki**

**je koeficijent apsorpcije na toj frekvenciji?**

Koeficijent apsorpcije **α** je omjer nereflektirane zvučne snage (PU-PR) prema ukupnoj upadnoj snazi PU (PR je reflektirana snaga):

α = (PU-PR) / PU

Isti omjer vrijedi i za intenzitete.

α = (IU-IR) / IU

α = 50 / 200

α = 0.25 -> tapison

**27. Što su to treptaji i kada i kako nastaju? Kolika je frekvencija novonastalog**

**tona, a kolika frekvencija treptaja? Dva izvora zvuka bliskih frekvencija**

**proizvode treptaje frekvencije 8 Hz. Ako je frekvencija jednog izvora 400**

**Hz, kolika je frekvencija drugog izvora i frekvencija novonastalog tona?**

**(Napomena: frekvencija drugog izvora viša je od frekvencije prvog)**

Razlikuju li se valne duljine dva vala vrlo malo, nastaje novi val frekvencije fs koja je srednja vrijednost osnovnih frekvencija, ali će mu se amplitude mijenjati od 0 do maksimuma frekvencijom ft koja je razlika obje osnovne frekvencije. Ako razlika frekvencija pada u čujno područje, čuje se ton frekvencije ft (tako zvučnici mogu “reproducirati” frekvencije niže od nazivnih frekvencija zvučnika).

ft = 8 Hz

f1 = 400 Hz

ft = f2 – f1

f2 = 408 Hz

fs = 404 Hz

**28. Definirajte koeficijent apsorpcije. Zvučni val intenziteta 30 mW/m² reflektira**

**se od betonske deke. Koliki je intenzitet reflektiranog vala ako je**

**frekvencija emitiranog zvuka 500 Hz?**

Koeficijent apsorpcije **α** je omjer nereflektirane zvučne snage (PU-PR) prema ukupnoj upadnoj snazi PU (PR je reflektirana snaga):

α = (PU-PR) / PU

Isti omjer vrijedi i za intenzitete.

α (beton pri 500 Hz) = 0.02 -> tablica s koeficijentima

α = (IU-IR) / IU

0.02 = (30 - IR) / 30

IR = 29.4 mW/m²

**29. Objasni harmonička izobličenja. Koje se komponente dobivaju ako imamo**

**kvadratnu prijenosnu karakteristiku (nacrtaj grafove).**

**30. Definirajte koeficijent apsorpcije. Zvučni val upadnog intenziteta 150**

**mW/m² i frekvencije 125 Hz reflektira se od staklene stijene. Koliki je**

**intenzitet reflektiranog vala?**

Koeficijent apsorpcije **α** je omjer nereflektirane zvučne snage (PU-PR) prema ukupnoj upadnoj snazi PU (PR je reflektirana snaga):

α = (PU-PR) / PU

Isti omjer vrijedi i za intenzitete.

α (stakl pri 125 Hz) = 0.11 -> tablica s koeficijentima

α = (IU-IR) / IU

0.11 = (150 - IR) / 150

IR = 133.5 mW/m²

**31. Kako je definiran stupanj usmjerenosti izvora? Kolika je zvučna snaga**

**idealnog kuglastog izvora, polumjera 1 m i zvučnog intenziteta 1 W/m²?**

Stupanj usmjerenosti izvora definiran je kao:

QU = (4 π r²) / A

4 π r² je površinaidealnog kuglastog izvora, a A je površina usmjerenog izvora s usporedivim srednjim razmakom od akustičkog centra izvora. Za idealni kuglasti izvor QU = 1, a za membranski izvor u beskonačnom zvučnom zidu (AM = 2 π r²) QM = 4.

P = I A = I [(2 π r²) / QU]

P = 6.28 W

**32. Objasni razliku između idealnog kuglastog izvora i modela kuglastog**

**izvora prvog reda.**

Površina idealnog kuglastog izvora titra istofazno jednakom brzinom I amlitudom prema van i unutra. Obje polovice kuglastog izvora prvog reda titraju prema van unutra, protufazno, odvojene najvećim promjerom (krug čvorova).

**33. Objasni intermodulacijska izobličenja. Koje se komponente dobivaju ako**

**imamo kvadratnu prijenosnu karakteristiku (nacrtaj grafove).**

**34. Što je zvuk? Kolika je razlika u brzini zvuka pri temperaturi zraka od**

**315,15 K i pri temperaturi od 253,15 K?**

Zvuk je periodična promjena tlaka koji se širi elastičnim medijem nekom određenom brzinom.

315.15 K = 42°C

253.15 K = -20^C

c = 331.4 + 0.6 t (°C) m/s

c (42°C) = 306.2 m/s

c (-20°C) = 319.4 m/s