

Tentamen – Ljud i byggnad och samhälle, VTAF01, 2010-03-12

Tentamensuppgifterna består av 6 st teori- eller räkneuppgifter och ger maximalt 60 poäng. För godkänd tentamen och slutbetyg i kursen krävs minst 30 poäng.

Svar och uppställda ekvationer skall motiveras och beräkningarna redovisas så att de utan svårighet kan följas. Teorifrågor ska besvaras så tydlig som möjligt utan onödiga utsvävningar. Endast **en** uppgift får förekomma på varje papper, eftersom tentamen vid rättning ska kunna delas upp i en hög för varje uppgift. **Skriv namn på alla papper.** Hjälpmedel: Utdelad formelsamling utan extra anteckningar och ej programmerad fickräknare.

Om inget annat anges kan man räkna med följande data för luft: $\rho = 1.21 \text{ kg/m}^3$, $c = 340 \text{ m/s}$.

Uppgift 1 (10 p)

I närheten av en väg mäts följande A-vägda ljudnivåer upp vid olika tider på dygnet.

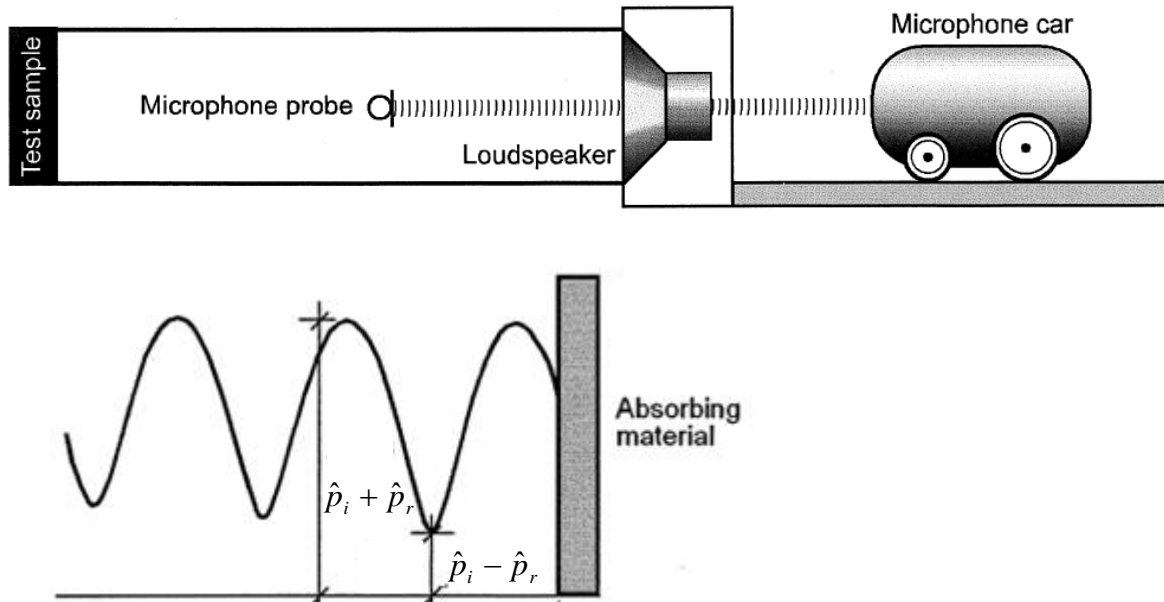
Klockslag	0 – 06	06 – 09	09 – 15	15 – 19	19 – 24
L_A (dBA)	45	70	50	68	50

Mätningarna genomförs vid en uteplats med mikrofonen precis intill väggen.

- a) Beräkna uppmätt $L_{Aeq,24h}$. (2p)
- b) Överskrids riktvärdet för vägtrafik vid uteplats i anslutning till bostad enligt infrastrukturpropositionen? (2p)
- c) På grund av en trafikomläggning räknar man med att trafikmängden vid vägen kommer att tredubblas under en begränsad tidsperiod. Vad kan man räkna med för $L_{Aeq,24h}$ vid uteplatsen (frifältsvärde) under den perioden? (2p)
- d) Ge förslag på någon praktiskt och ekonomiskt genomförbar åtgärd man kan vidta för att minska trafikbullernivåerna under denna begränsade tid. (2p)
- e) Ange några argument för varför man bör försöka hålla ljudnivåerna så låga som möjligt vid bostäder. (2p)

Uppgift 2 (10 p)

Ett sätt att mäta ett materials absorptionskoefficient är att stoppa in en provbit i ett stående våg-rör eller Kundt-rör. Röret fungerar så att ljud vid enstaka frekvenser sänds ut från en högtalare, in i röret. I andra änden av röret (i vänstra änden i den övre figuren och i högra änden i den nedre figuren) placeras provbiten. En mikrofon mäter sedan ljudtrycket vid olika positioner.



Den nedre figuren visar uppmätta ljudtryckets amplitud för olika lägen, där \hat{p}_i är amplituden för infallande ljudvåg och \hat{p}_r är amplituden för vågen som reflekterats i det absorberande materialet. Av praktiska skäl mäter man endast kvoten mellan ljudtrycket när det är som störst och ljudtrycket när det är som minst. Vid $f = 500$ Hz uppmäts kvoten G mellan maximalt och minimalt ljudtryck till

$$G = \frac{\hat{p}_i - \hat{p}_r}{\hat{p}_i + \hat{p}_r} = 0.25$$

- Hur långt måste man flytta mikrofonen mellan ett maximum och ett minimum? (2p)
- Vad hade G varit om provet varit totalabsorberande? (2p)
- Vad hade G varit om provet varit totalreflekterande (t ex en stålbit)? (2p)
- Beräkna materialprovets absorptionskoefficient α vid den aktuella frekvensen $f = 500$ Hz. (Ledning: $\alpha = 1 - \rho = 1 - r^2$.) (4p)

Uppgift 3 (10 p)

En fasadvägg med sammanlagda arean 15 m^2 består av ett väggmaterial med reduktionstalet 60 dB och ett tvåglasfönster med arean 1.5 m^2 med reduktionstalet 30 dB . Dessutom finns ett litet ventilationsdon med en fri area på 400 mm^2 där man kan anta att allt ljud släpps igenom.

- a) Beräkna sammansatt reduktionstal för fasadväggen. (5p)
- b) Ordna de tre komponenterna – vägg, fönster och ventilationsdon – efter hur stor andel av den totalt infallande ljudeffekten (på hela väggytan) de släpper igenom. Motivera med beräkning. (5p)

Uppgift 4 (10 p)

En ljudvåg utbreder sig endimensionellt i en kanal med tvärsnittsarean 1 dm^2 i positiv x -riktning. Vid en punkt uppmäts ljudnivån till $L_p = 70 \text{ dB}$ och frekvensen 250 Hz (en ren ton, alltså). Bestäm:

- a) Vinkelfrekvensen ω . (1p)
- b) Vågtalet k . (1p)
- c) Ljudtrycket i kanalen $p(x,t)$ på komplex form. (2p)
- d) Partikelhastigheten $v(x,t)$ på komplex form. (1p)
- e) Ljudhastigheten. (1p)
- f) Ljudintensitetens tidsmedelvärde. (2p)
- g) Tidsmedelvärdet för ljudenergin som passerar ett tvärsnitt av kanalen. (2p)

Uppgift 5 (10 p)

När man mäter ljud i ett rum kan man få olika resultat beroende på mätpositionen. Varför är det så?

(Detta är en diskussionsuppgift där man ska ta upp de relevanta aspekter och förklaringar man kan komma på och presentera dem så tydligt som möjligt.)

Uppgift 6 (10 p)

Vid bestämning av den ljudisolerande förmågan hos en betongvägg så sätts en högtalare i ena rummet (sändarrummet). Ljudnivån mäts upp i de båda rummen, L_s i sändarrummet och L_m i mottagarrummet, och efterklangstiden T_{60} mäts upp i mottagarrummet. Samtliga mätvärden framgår av tabellen nedan som kan användas vid uträkningen och bifogas om man tydligt markerar vad som är svaret. Väggens area är 15 m^2 och mottagarrummets volym är 60 m^3 .

- a) Bestäm väggens reduktionstal som funktion av frekvensen, $R(f)$. (3p)
- b) Bestäm väggens viktade reduktionstal R_w . (4p)
- c) Varför måste man ta med mottagarrummets efterklangstid i beräkningen? Vad har den för inverkan på resultatet? (3p)

Frekvens	L_s (dB)	L_m (dB)	T_{60} (s)	
100	70	50	0.85	
125	71	48	0.70	
160	73	47	0.70	
200	72	48	0.65	
250	73	47	0.65	
315	73	46	0.60	
400	74	45	0.60	
500	75	45	0.50	
630	77	42	0.55	
800	76	40	0.55	
1000	78	38	0.50	
1250	78	37	0.50	
1600	80	35	0.45	
2000	81	34	0.45	
2500	80	32	0.40	
3150	79	30	0.40	