

# Tentamen 2022-06-09

BOM230 Ljud och vibrationer

BOM235 Ljud och vibrationer, grunder

**Datum:** 2022-06-09

**Tid:** em. 14.00 – 18.00

**Examinator:** Jens Forssén

**Frågor under tentamen:** Krister Larsson, 072-206 40 06, som besöker platsen för examen två gånger; ca 15:00 och ca 17:00.

**Lösningförslag:** Anslås på kurshemsidan.

**Preliminära resultat:** Anslås på kurshemsidan.

**Granskning av rättning:** Krister Larssons kontor på Avdelningen för teknisk akustik Tid anslås på kurshemsidan.

## Hjälpmedel:

Inga hjälpmedel tillåtna under tentamen förutom matematiska handböcker (t.ex. Beta eller Standard Mathematical Tables), Chalmers typgodkänd miniräknare utan lagrad information och svenskt-engelskt lexikon. (Inget av detta ska dock behövas för att genomföra tentamen. Egna medtagna anteckningar är ej tillåtna.)

Följande generella krav ställs på de svar som avges:

## Flervalsdelen (28 poäng):

- Valet ska för varje fråga vara tydligt markerat med ett kryss inom en ruta i svarsblanketten bifogad sist i tentamenstesen. Lösgör svarsblanketten och lämna in den tillsammans med övriga svar.

## Frisvarsdelen (32 poäng):

- Texten ska vara logiskt strukturerad och läsbar.

## INSTITUTIONEN FÖR ARKITEKTUR OCH SAMHÄLLSBYGGNADSTEKNIK

Avdelningen för Teknisk Akustik  
Chalmers tekniska högskola  
412 96 Göteborg  
Sven Hultins gata 8A  
031-772 22 00  
chalmers@chalmers.se  
www.chalmers.se

Chalmers tekniska högskola AB  
Organisationsnummer: 556479-5598



**CHALMERS**

- Figurer ska göras enkla och tydliga med väldefinierade axlar.
- Alla nämnda och använda parametrar ska tydligt definieras.

**Betygsättning:**

0–29 poäng: Underkänd

30–39 poäng: Betyg 3

40–49 poäng: Betyg 4

50–60 poäng: Betyg 5

Kursens slutbetyg ges för BOM230 av avrundat medelbetyg beräknat från betyg från projektuppgift 1 (17%), betyg från projektuppgifter 2-4 (50%) och betyg från skriftlig tentamen (33%).

Kursens slutbetyg ges för BOM235 av avrundat medelbetyg beräknat från betyg från projektuppgiften (33%) och betyg från skriftlig tentamen (67%).

**Tack för din medverkan i kursen och lycka till!**

**INSTITUTIONEN FÖR ARKITEKTUR OCH SAMHÄLLSBYGGNADSTEKNIK**

Avdelningen för Teknisk Akustik  
Chalmers tekniska högskola  
412 96 Göteborg  
Sven Hultins gata 8A  
031-772 22 00  
chalmers@chalmers.se  
www.chalmers.se

*Chalmers tekniska högskola AB*  
*Organisationsnummer: 556479-5598*



**CHALMERS**

Valet ska för varje fråga vara tydligt markerat med ett kryss inom en ruta i svarsblanketten bifogad sist i tentamenstesen. Lösgör svarsblanketten och lämna in den tillsammans med övriga svar.

**Flervalsfrågor (12 st, totalt 28 poäng)**

1. (2 poäng) Vilken storhet används vanligtvis för att mäta ventilationsbuller i ett rum?

- a) Ljudeffektnivå
- b) Ljudtrycksnivå**
- c) Ljudintensitetsnivå

2. (2 poäng) Ekvivalent ljudtrycksnivå innebär (välj det som stämmer):

- a) att alla frekvenser vägs samman till ett entalsvärde
- b) den högsta ljudtrycksnivån som mäts upp under mättiden
- c) en medelvärdesbildning av ljudtrycksnivån över mättiden**

3. (2 poäng) Hur påverkas ljudutbredningen för högfrekvent ljud (frekvenser över 1000 Hz) utomhus av ändrad luftfuktighet?

- d) Dämpningen minskar med ökad luftfuktighet.**
- e) Dämpningen påverkas inte av ökad luftfuktighet.
- f) Dämpningen ökar med ökad luftfuktighet.

4. (2 poäng) Vilken vågtyp i en platta, t.ex. en betongvägg, exciteras i första hand av ljudvågor i luften som faller in mot plattan?

- a) Longitudinalvåg
- b) Böjvåg**
- c) Rayleighvåg

**INSTITUTIONEN FÖR ARKITEKTUR OCH SAMHÄLLSBYGGNADSTEKNIK**  
Avdelningen för Teknisk Akustik  
Chalmers tekniska högskola  
412 96 Göteborg  
Sven Hultins gata 8A  
031-772 22 00  
chalmers@chalmers.se  
www.chalmers.se

Chalmers tekniska högskola AB  
Organisationsnummer: 556479-5598



**CHALMERS**

5. (2 poäng) Viskös dämpning innebär att dämpningen i ett svängande massa-fjädersystem är proportionell mot:

- a) förskjutningen
- b) hastigheten**
- c) accelerationen

6. (2 poäng) Förordning (2015:216 inkl. ändring 2017:359) om trafikbuller vid bostadsbyggnader sätter trafikbullerriktvärden vid fasad för bostäder i nyproduktion. Normalt gäller frifältsvärdet 60 dBA ekvivalentnivå vid byggnadens fasad för bostad över 35 kvadratmeter. Om lägenheterna anpassas och har tillgång till en ljuddämpad sida med ekvivalentnivåer under 55 dBA, vilket riktvärde gäller då på den exponerade sidan?

- a) Den är obegränsad**
- b) 60 dBA
- c) 65 dBA

7. (2 poäng) Ljudtrycksnivån i fjärrfältet från en koherent linjekälla:

- a) är oberoende av avståndet
- b) avtar med 3 dB per avståndsdubbling**
- c) avtar med 6 dB per avståndsfördubbling

8. (2 poäng) Amplituden för en Rayleigh-våg som orsakas av en linjelast som exempelvis en järnväg avtar med:

- a) inversen av avståndet
- b) inte alls**
- c) inversen av roten ur avståndet



9. (3 poäng) Vilken fysikalisk storhet bestämmer primärt förskjutningsamplituden för ett svagt dämpat massa-fjädersystem om den yttre kraften exciterar systemet med en frekvens mycket högre än systemets egenfrekvens?

- a) **Massan**
- b) Dämpningen
- c) Fjäderstyvheten

10. (3 poäng) Reflektionsfaktorn för en gränsyta mellan två olika medier påverkas inte av mediernas:

- a) skillnad i impedans
- b) skillnad i vågutbredningshastighet
- c) **gränsytans storlek**

11. (3 poäng) En hastighetssänkning från 90 km/h till 70 km/h kan enligt den nordiska beräkningsmodellen från 1996 ge en bullerdämpning med:

- a) 3-4 dB
- b) **2-3 dB**
- c) 1-2 dB

12. (3 poäng) Vilket av följande påståenden relaterat till böjvågor i en platta är sant?

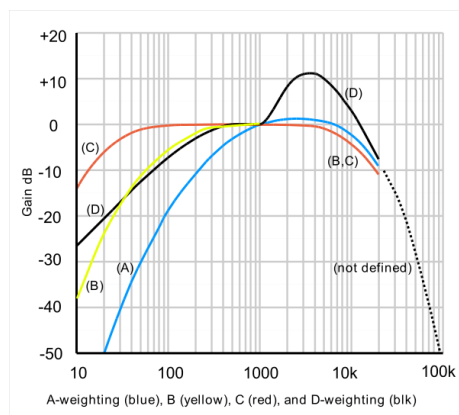
- a) Böjvågor är dispersiva vilket innebär att vibrationsamplituden är oberoende av frekvens.
- b) Vid den kritiska frekvensen strålar en oändlig platta ut ljudvågor vinkelrätt mot plattan.
- c) **Den utstrålade ljudeffekten från en platta är högre för frekvenser över den kritiska frekvensen jämfört med frekvenser under den kritiska frekvensen vid samma vibrationsamplitud.**



### Frisvarsfrågor (4 st, totalt 32 poäng)

13. (6 poäng) Grunder. Vad innebär A-vägning respektive C-vägning av ljudtrycksnivåer? Förklara varför och i vilka situationer de kan användas samt hur olika frekvenser påverkas av A-vägningen respektive C-vägning.

Vägningarna innebär en anpassning efter örats känslighet för olika frekvenser. A-vägning är en anpassning vid normala ljudnivåer vid ca 20dB till 50dB och C-vägning är en anpassning vid höga nivåer ca 85dB. Idag används A-vägning för i stort sett alla typer av ljud och nivåer, medan C-vägning används för att mäta lågfrekvent ljud. A-vägningen filtrerar bort mycket av de låga samt de allra högsta frekvenserna, medan C-vägning har ett "rakare" filter som inte filtrerar bort lika mycket av lågfrekvensen.



#### INSTITUTIONEN FÖR ARKITEKTUR OCH SAMHÄLLSBYGGNADSTEKNIK

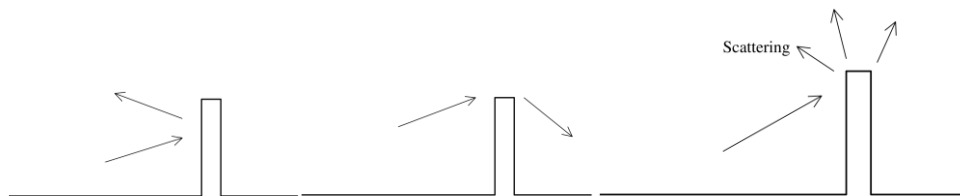
Avdelningen för Teknisk Akustik  
Chalmers tekniska högskola  
412 96 Göteborg  
Sven Hultins gata 8A  
031-772 22 00  
chalmers@chalmers.se  
www.chalmers.se

Chalmers tekniska högskola AB  
Organisationsnummer: 556479-5598



**CHALMERS**

14. (6 poäng) Definition. Förklara principiellt vad som avses med reflektion, spridning (scattering) respektive diffraktion i samband med ljudutbredning över en skärm. Vilka parametrar påverkar reflektionen, spridningen (scattering) respektive diffraktionen?



**Reflektion**                      **Diffraktion**                      **Spridning (scattering)**

**Reflektionen påverkas bl.a. av ytans impedans (materialegenskaper, hård eller absorberande yta etc.)**

**Diffraktion och spridningen påverkas bl.a. av skärmens geometri, ytans jämnhet och impedans samt beror av frekvens (våglängd) och infallsvinkeln.**

**INSTITUTIONEN FÖR ARKITEKTUR OCH SAMHÄLLSBYGGNADSTEKNIK**

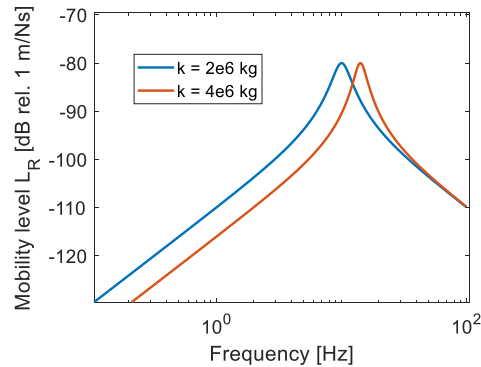
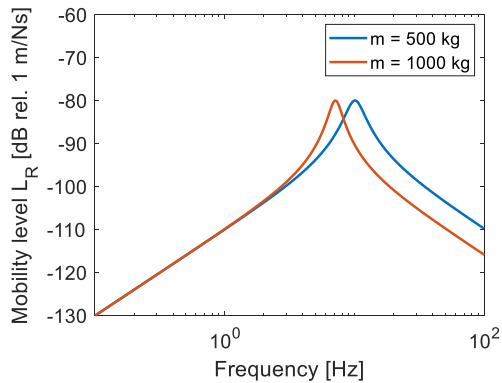
Avdelningen för Teknisk Akustik  
Chalmers tekniska högskola  
412 96 Göteborg  
Sven Hultins gata 8A  
031-772 22 00  
chalmers@chalmers.se  
www.chalmers.se

Chalmers tekniska högskola AB  
Organisationsnummer: 556479-5598



**CHALMERS**

15. (10 poäng) Grundläggande fysik. Skissa principiellt hur kvoten mellan hastighetsamplitud och kraft (mobilitet) ser ut som funktion av frekvens för ett svagt dämpat massa-fjädersystem. Identifiera systemets resonansfrekvens och beskriv vilka fysikaliska storheter som påverkar mobiliteten för frekvenser under, över samt vid resonansfrekvensen.



Resonansfrekvensen bestäms av både massa och styvhet. Under resonansfrekvensen bestäms mobiliteten av styvheten i systemet och över resonans påverkas den av massan. Vid resonansfrekvensen bestäms mobiliteten av dämpningen.

**INSTITUTIONEN FÖR ARKITEKTUR OCH SAMHÄLLSBYGGNADSTEKNIK**

Avdelningen för Teknisk Akustik  
Chalmers tekniska högskola  
412 96 Göteborg  
Sven Hultins gata 8A  
031-772 22 00  
chalmers@chalmers.se  
www.chalmers.se

Chalmers tekniska högskola AB  
Organisationsnummer: 556479-5598



**CHALMERS**



16. (10 poäng) Tillämpning. En villaägare har en fastighet som är belägen intill en statlig järnväg. Järnvägen trafikeras nattetid av tunga godståg samt dagtid av lättare persontåg. Den högsta maximala ljudtrycksnivån  $L_{pAFmax}$  utomhus har beräknats till 76 dB(A) vid en uteplats som är sammanbyggd med bostadshuset. Vid uteplatsen finns också fönster till ett av villans sovrum. Ljudisoleringen i villans fasad uppskattas till 27 dB. Trafikverket genomför bulleråtgärder för att uppfylla riktvärden inomhus, samt utomhus på uteplats. Vilka åtgärder kan Trafikverket tänkas göra och hur stor bullerdämpning behöver åtgärderna i så fall kunna ge? Förutom Trafikverkets åtgärder, vilka åtgärder kan fastighetsägaren själv tänkas göra för att minska sin bullerexponering?

Trafikverket kan göra åtgärder som t.ex. skärmning av uteplats samt bekosta byte av fönster eller ventiler. Fastighetsägaren kan själv t.ex. anlägga en ny uteplats längre från järnvägen eller på en skyddad sida. Fastighetsägaren kan också själv ansöka om bygglov för att bygga bullerplank på sin mark, eller att t.ex. glasa in sin uteplats.

Grovt uppskattad maximal ljudnivå inomhus:  $76 \text{ dBA} - 27 \text{ dBA} = 49 \text{ dBA}$ .

Riktvärde vid uteplats är 70 dB maximalnivå samt maximal ljudnivå inomhus 45 dBA.

Ljudnivån vid uteplats behöver därför sänkas med minst 6 dB, samt 4 dB inomhus.

Möjliga åtgärder: Skärmning av uteplats med plank. Kan ge upp till ca 10 dB dämpning, men då godståg innehåller en stor andel lågfrekvent ljud förväntas en skärmning ge lägre dämpning.

Om man antar att ljudisoleringen i fasaden dimensioneras av fönstren, vilket är vanligt för äldre bostäder, behöver nya fönster ha minst 4 dB högre ljudisolering än de befintliga för järnvägsbuller med lågfrekvent innehåll. Hänsyn behöver tas till eventuella friskluftsventiler.

#### INSTITUTIONEN FÖR ARKITEKTUR OCH SAMHÄLLSBYGGNADSTEKNIK

Avdelningen för Teknisk Akustik  
Chalmers tekniska högskola  
412 96 Göteborg  
Sven Hultins gata 8A  
031-772 22 00  
chalmers@chalmers.se  
www.chalmers.se

Chalmers tekniska högskola AB  
Organisationsnummer: 556479-5598



**CHALMERS**

## BOM230 Ljud och vibrationer

## BOM235 Ljud och vibrationer, grunder

Formulär för svar till flervalfrågor

Anonym kod

Tentamensdatum

Fråga nummer	Svar		
	a	b	c
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			

### INSTITUTIONEN FÖR ARKITEKTUR OCH SAMHÄLLSBYGGNADSTEKNIK

Avdelningen för Teknisk Akustik  
Chalmers tekniska högskola  
412 96 Göteborg  
Sven Hultins gata 8A  
031-772 22 00  
chalmers@chalmers.se  
www.chalmers.se

Chalmers tekniska högskola AB  
Organisationsnummer: 556479-5598



**CHALMERS**