

Deze set bestaat uit 13 multiple choice vragen met 4 of 5 antwoordmogelijkheden a t/m e. Van de vragen is er één facultatief. Bij iedere vraag is slechts één goed antwoord mogelijk.

### Vraag 1

Voor geluid met welke van de hieronder genoemde golflengtes is het menselijk oor het meest gevoelig:

- a. 34 mm
- b. 170 mm**
- c. 340 mm
- d. 1000 mm
- e. 5400 mm

Conform de A-weging en/of de Isofonen, boek fig. 10.16 en 10.18 (10.13 en 10.14)\*, is de gevoeligheid het grootst bij frequenties rond 2000-4000 Hz. Van de mogelijke antwoorden: (34, 170, 340, 1000, 5400 mm) komt alleen 170 mm in aanmerking:  $c = f \cdot \lambda$  ofwel  $\lambda = c/f = 340/2000 = 0,17$  m.

### Vraag 2

Een luidspreker produceert een continu akoestisch vermogen van 1 mW.

Het akoestisch vermogenniveau bedraagt

- a. 180 dB
- b. 128 dB
- c. 120 dB
- d. 90 dB**
- e. 80 dB

Zie boek blz. 151 (148/149)\*.

$$L_w = 10 \log W/W_o = 10 \cdot \log 10^{-3}/10^{-12} = 90 \text{ dB.}$$

\* De verwijzing naar de bladzijden betreft het boek *Bouwfysica 8<sup>e</sup> druk*.  
Tussen haakjes staan de verwijzingen naar de 7<sup>e</sup> druk.

### Vraag 3

Aan een proefpersoon wordt een toon van 1000 Hz aangeboden met een geluiddrukkniveau van 40 dB. Vervolgens worden achtereenvolgens twee tonen aangeboden één van 100 en één van 1600 Hz. Om een min of meer gelijke geluidsterktesensatie op te wekken bij de proefpersoon moeten de volgende twee geluiddrukkniveaus (in dB) worden ingesteld:

	100 Hz	1600 Hz
a	59	41
<b>b</b>	<b>59</b>	<b>39</b>
c	21	41
d	21	39

Conform de A-weging en/of de Isofonen (boek fig. 10.13 en 10.14) is de gevoeligheid van het menselijk oor bij 100 Hz ongeveer 19 dB minder dan bij 1000 Hz. Voor 1600 Hz is de gevoeligheid ongeveer 1 dB groter. De toon van 100 Hz moet dus op ca. 59 dB worden aangeboden om dezelfde sterkte indruk te geven als de toon van 1000 Hz; die van 1600 Hz moet ca. 39 zijn

### Vraag 4

Een betonmixer wordt op een betonnen vloer geplaatst in een zeer grote hal waarvan wanden en plafond volledig geluidabsorberend zijn. Op 1 meter afstand is het geluidniveau 92 dB(A). Beschouw de machine als een puntbron en neem aan dat de vloer volledig reflecterend is.

Wat is het geluidniveau op 10 meter afstand van de geluidbron.

- a. 82 dB(A)
- b. 86 dB(A)
- c. 89 dB(A)
- d. 72 dB(A)**
- e. 80 dB(A)

Zie boek blz. 154 (151):  $L_p = L_w + 10 \log Q / 4 \cdot \pi \cdot r^2$

Het verschil in geluiddrukkniveau wordt gevonden met

$$\Delta L_p = 10 \log r_1^2 / r_2^2 = 10 \log 1^2 / 10^2 = -20 \text{ dB}$$

Het geluidniveau op 10 m afstand is dus 72 dB(A).

### Vraag 5

Ga uit van dezelfde situatie als bij vraag 4. De betonnen vloer wordt nu ook volledig geluidabsorberend gemaakt. Hoe groot wordt het geluiddrukkniveau op **5 meter afstand** van de geluidbron.

- a. 69 dB(A)
- b. 72 dB(A)
- c. 75 dB(A)**
- d. 78 dB(A)
- e. 80 dB(A)

Doordat de vloer nu ook volledig absorbeert gaat de factor Q van 2 naar 1, zie boek blz. 149 (147) Dat betekent 3 dB minder. Twee keer zo dichtbij betekent 6 dB meer. Het geluidniveau wordt dus 75 dB(A).

### Vraag 6

Geluid is schadelijk voor het gehoor indien dagelijks gedurende meer dan 8 uur een geluidniveau wordt ondergaan van 80 dB(A). Het menselijk gehoororgaan integreert geluidvermogens, dus bij een geluidniveau hoger dan 80 dB(A) is een kleiner aantal uren blootstelling per dag toelaatbaar.

In een laboratoriumhal veroorzaakt een grote machine gedurende 2 uur per dag een hoog geluidniveau.

Hoe hoog mag dit geluidniveau in dB(A) maximaal zijn om geen gehoorschade te veroorzaken:

- a. 83
- b. 84
- c. 86**
- d. 89
- e. 92

Het geïntegreerde geluidvermogen (dosis: tijd x vermogen) moet gelijk blijven.

Als de expositieduur 4 maal zo klein wordt, mag het vermogen (de hoeveelheid energie per tijdseenheid) 4 maal zo groot worden. Het geluidniveau mag dus  $10 \log 4 = 6$  dB meer worden.

### Vraag 7

Gegeven het gemeten geluidsspectrum van twee verschillende geluidbronnen, zie onderstaande tabel.

octaafband middenfrequenties in Hz	geluidsdruk niveau in dB	
	geluidbron I	geluidbron II
63	75	60
125	72	60
250	69	60
500	66	60
1000	60	66
2000	60	69
4000	60	72
8000	60	75

Wat is het totale geluidsdruk niveau van geluidbron I in dB.

- a. 65 dB
- b. 72 dB
- c. 75 dB
- d. 78 dB**
- e. 80 dB

De geluidsdruk niveaus kunnen twee aan twee worden opgeteld, zie boek blz. 152/153 (150):

60 en 60  $\rightarrow$  63; 63 en 63  $\rightarrow$  66; 66 en 66  $\rightarrow$  69; 69 en 69  $\rightarrow$  72; 72 en 72  $\rightarrow$  75; 75 en 75  $\rightarrow$  78 dB.

Uiteraard kan deze waarde ook worden gevonden door berekening met de formule onder de figuur.

### Vraag 8

Gegeven bovenstaande tabel (vraag 7).

Welke van de onderstaande stellingen is juist

- a. Het geluidniveau in dB(A) van bron I is hoger dan van bron II
- b. Het geluidniveau in dB(A) van bron I is lager dan van bron II**
- c. Het geluidniveau in dB(A) is van beide bronnen ongeveer gelijk
- d. Het geluidniveau in dB(A) is van beide bronnen precies gelijk
- e. Er zijn onvoldoende gegevens om het geluidniveau in dB(A) te kunnen bepalen

Het menselijk oor is voor lage tonen minder gevoelig dan voor hoge tonen.

Zie ook boek blz. 156 (153), figuur 10.19 (10.15) en de tekst daarbij.

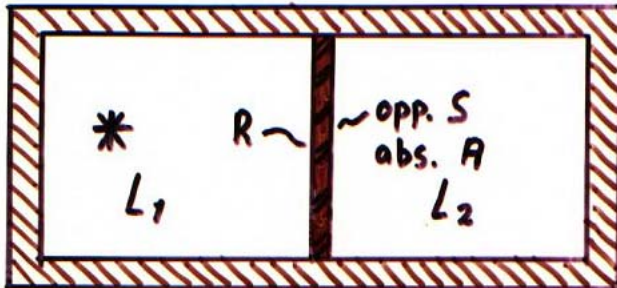
### Vraag 9 (facultatief)

Gegeven twee vertrekken met een diffuus geluidveld. In vertrek 1 heerst een bepaald geluiddrukkniveau. De geluidintensiteit in dit vertrek is  $I = 25 \cdot 10^{-6} \text{ W/m}^2$ .

De scheidingswand tussen beide vertrekken heeft een doorlaatcoëfficiënt van 0,0001.

Er is geen sprake van omloopgeluid, flankerende transmissie en dergelijke.

Oppervlakte wand:  $S = 10 \text{ m}^2$ ; absorptie in het ontvangvertrek:  $A = 16 \text{ m}^2$  open raam.



Gevraagd, het geluiddrukkniveau in het ontvangvertrek ( $L_2$ ).

Maak hierbij gebruik van de formule  $L_p = L_w + 10 \cdot \log 4/A$  [dB].

- a. 29 dB
- b. 32 dB
- c. 35 dB
- d. 38 dB**
- e. 41 dB

De geluidenergie die in totaal op de scheidingswand van  $10 \text{ m}^2$  valt is  $250 \cdot 10^{-6} \text{ W}$ . Daarvan wordt  $1/10000$  doorgelaten.

Het geluidvermogen dat vertrek 2 binnenkomt is dus  $250 \cdot 10^{-10} \text{ W}$ .

$L_w = 10 \log W/W_0$  zodat  $L_p = 10 \log 250 \cdot 10^{-10}/10^{-12} + 10 \log 4/16 = 44 - 6 = 38 \text{ dB}$ .

### Vraag 10

Een schoolgebouw ligt langs een drukke weg met een geluidbelasting op de gevel van 68 dB(A).

Het gemeten geluidniveau als gevolg van het wegverkeer binnen in een leeg schoollokaal is 48 dB(A).

De gemeten nagalmtijd in een leeg schoollokaal met een volume van 150 m<sup>3</sup> is 1,6s. (neem aan dat deze nagalmtijd karakteristiek is voor alle frequenties).

Hoe kan deze situatie het best worden gekarakteriseerd:

- a. De geluidisolatie van de gevel en de ruimteakoestiek zijn net voldoende
- b. De geluidisolatie van de gevel is onvoldoende, de ruimteakoestiek is voldoende
- c. De geluidisolatie van de gevel is voldoende, de ruimteakoestiek is slecht
- d. Het akoestisch klimaat in deze school is slecht**
- e. Het akoestisch klimaat is niet goed, maar kan voldoende verbeterd worden door het aanbrengen van extra geluidabsorbtie.

Een goede nagalmtijd voor een schoollokaal is  $T = 0,6 - 0,8$  s, zie fig. 10.33 (10.27), blz. 164 (160) boek.

Wat betreft het toelaatbare geluidniveau binnen geeft het Bouwbesluit aan 35 dB(A) voor woningen en 40 dB(A) voor kantoren, zie blz. 192 (195) boek.

Het akoestisch klimaat in deze school is dus ronduit slecht en kan niet worden verbeterd door alleen extra geluidabsorptie aan te brengen.

### Vraag 11

De nagalmtijd is gemeten in een leeg lokaal. In een vol lokaal zitten 30 personen met elk een geluidabsorptie van circa 0,3 m<sup>2</sup> o.r.

Hoe groot is de nagalmtijd in een vol lokaal?

- a. ca. 0,8 s
- b. ca. 1,0 s**
- c. ca. 1,2 s
- d. ca. 1,3 s
- e. ca. 1,5 s

De aanwezige geluidabsorptie in het lege lokaal is  $A = V / 6.T = 150 / 6.1,6 = 15,6$  m<sup>2</sup> o.r.

Daar komt nu 9 m<sup>2</sup> bij. De nagalmtijd in het volle lokaal is dus  $T = 150 / 6.24,6 = 1$  s.

### Vraag 12

Stel dat de nagalmtijd van een vol lokaal (het lokaal van vraag 10 en 11) door middel van absorberende wandpanelen en een akoestisch plafond kan worden verlaagd tot 0,65 s.

Hoe groot zou dan in het volle lokaal het gemeten geluidniveau als gevolg van het wegverkeer zijn.

- a. 42 dB(A)
- b. 44 dB(A)**
- c. 45 dB(A)
- d. 46 dB(A)
- e. 47 dB(A)

Door het vergroten van de geluidabsorptie daalt het geluiddrukkniveau in het lokaal. Omdat er een direct verband is tussen nagalmtijd en geluidabsorptie, kun je de daling rechtstreeks uitrekenen via de nagalmtijd:  $\Delta L = 10 \log T_2/T_1 = 10 \log 0,65/1,6 = -4 \text{ dB}$ . Zie boek blz. 166 (162/163).

Het geluidniveau in het lokaal wordt dus 44 dB(A).

### Vraag 13

Vervolg op vraag 10 t/m 12.

In de huidige situatie komt de helft van de geluidenergie binnen door kieren, naden en ventilatieopeningen. De andere helft komt door de gevel die voor 60% bestaat uit glas met  $R_A = 23 \text{ dB(A)}$ , de rest van de gevel heeft een  $R_A = 50 \text{ dB(A)}$ .

Het glas wordt vervangen door geluidisolerend glas met  $R_A = 32 \text{ dB(A)}$

Hoeveel dB(A) verbetert daarmee de geluidwering G van de gevel als geheel:

(NB Deze vraag kan worden beantwoord zonder gebruik te maken van de formules uit hoofdstuk 11)

- a. ca. 2,5 dB**
- b. ca. 4 dB
- c. ca. 6 dB
- d. ca. 9 dB
- e. ca. 12 dB

In de nieuwe situatie kan de geluidenergie die door de rest van de gevel komt ( $R_A = 50 \text{ dB(A)}$ ) worden verwaarloosd t.o.v. de energie die door het raam komt, 18 dB(A) verschil in geluidwering.

Het verschil in binnenkomende geluidenergie tussen de oude en de nieuwe situatie is dan 2 : 1,125.

Door het nieuwe glas komt namelijk maar 1/8 van de geluidenergie binnen t.o.v. wat door het oude raam komt  $32 - 23 = 9 \text{ dB(A)}$  verschil in  $R_A$  en  $10 \log 1/8 = -9 \text{ dB}$ .

Plaatsen van ander glas zonder kieren en ventilatie aan te pakken levert dus maar een verbetering op van  $\Delta L = 10 \log 1,125/2 = -2,5 \text{ dB}$