

A1. Oefenvraagstukken Geluid en Trillingen: Basisbegrippen – Geluid(druk)niveau (6-01-2025)

Vraag 1

De effectieve geluidsdruk bedraagt 0,2 Pa.

Wat is het geluidsdrukniveau?

- a. 2 dB
- b. 20 dB
- c. 40 dB
- d. 80 dB

Uitwerking:

$$L_p = 10 \log\left(\frac{p_{eff}^2}{p_0^2}\right) = 10 \log\left(0,2^2 / (2 \times 10^{-5})^2\right) = 10 \log 0,04/4 \cdot 10^{-10} = 80 \text{ dB.}$$

Vraag 5

Het geluidsdrukniveau in een ruimte bedraagt 0 dB. In deze omgeving worden 4 identieke machines geplaatst. Het geluidsdrukniveau bedraagt nu 66 dB.

Hoeveel dB produceert 1 machine?

- a. 17 dB
- b. 32 dB
- c. 60 dB
- d. 63 dB

Uitwerking:

$$L_p = 66 \text{ dB} = 10 \log (10^{a/10} + 10^{a/10} + 10^{a/10} + 10^{a/10}) \rightarrow 6,6 = \log 4 \cdot 10^{a/10} \rightarrow 6,6 = \log 4 + \log 10^{a/10} \rightarrow 6,6 = 0,6 + \log 10^{a/10}$$

$$\text{Rekenregels: } 2 \log 8 = 3 \leftrightarrow 2^3 = 8$$

$$6 = \log 10^{a/10} \rightarrow 10^6 = 10^{a/10} \rightarrow a/10 = \log 1000000 = 6 \rightarrow a = 60 \text{ dB}$$

Vraag 6

Het geluiddrukkniveau in een ruimte bedraagt 0 dB. In deze omgeving worden 4 identieke machines geplaatst. Het geluiddrukkniveau bedraagt nu 72 dB.

Hoeveel dB produceren 2 machines samen?

- a. 69 dB
- b. 60 dB
- c. 36 dB
- d. 18 dB

Uitwerking:

$$L_p = 72 \text{ dB} = 10 \log (10^{a/10} + 10^{a/10} + 10^{a/10} + 10^{a/10}) \rightarrow 7,2 = \log 4 \cdot 10^{a/10} \rightarrow 7,2 = \log 4 + \log 10^{a/10} \rightarrow 7,2 = 0,6 + \log 10^{a/10}$$

$6,6 = \log 10^{a/10} \rightarrow 10^{6,6} = 10^{a/10} \rightarrow a/10 = 6,6 \rightarrow a = 66 \text{ dB}$ is wat 1 machine produceert. Twee machines produceren dus: $L_{p;\text{tot}} = 10 \log (10^{66/10} + 10^{66/10}) = 69 \text{ dB}$. Of gebruik de rekenregel van twee gelijke geluidsdrukkniveaus die bij elkaar opgeteld een verhoging van 3 dB geven ($10 \log 2$).

Vraag 9

Wat is het laagst mogelijke geluiddrukkniveau?

- a. 0 dB
- b. 2×10^{-5} dB
- c. 10^{-12} dB
- d. $-\infty$ dB

Uitwerking:

Zie figuur 10.11 van het Bouwfysicaboek (8^e druk).

Vraag 10

100 geluidsbronnen produceren samen een geluidsniveau van 60 dB (A).

Hoeveel van dezelfde bronnen produceren een geluidsniveau van 80 dB(A)?

- a. Ongeveer 10
- b. Ongeveer 100
- c. Ongeveer 1000
- d. Ongeveer 10000

Uitwerking:

100 bronnen leveren 60 dB. X bronnen leveren 80 dB. Dat is 20 dB meer. Bij elke verdubbeling komt er 3 dB bij.

$$\text{Dus } 80 = 60 + 10 \log x * 10^{L_{p1}/10} \text{ en } 60 = 10 \log 100 * 10^{L_{p1}/10} \rightarrow 6 = 2 + 10 \log 10^{L_{p1}/10} \rightarrow \\ 10 \log 10^{L_{p1}/10} = 4 \rightarrow \log 10^{L_{p1}/10} = 0,4 \rightarrow L_{p1} = 10^{0,4} = 2,5 \text{ dB}$$

Rekenregels: ${}^2\log 8 = 3 \leftrightarrow 2^3 = 8$

$$20 = 10 \log x + 10 \log 0,4 \rightarrow 20/0,4 = 50 = 10 \log x + 10 \log 10^{2,5/10} \rightarrow 18 = 10 \log 10^{L_{p1}}$$

Kan ook zo:

Elke keer verdubbelen: 100 bronnen = 60 dB, 200 = 63 dB, 400 = 66 dB, 800 = 69 dB, 1600 = 72 dB, 3200 = 75 dB, 6400 = 78 dB,

12800 = 81 dB, dus ongeveer 10000 geluidsbronnen

Vraag 11

Op 10 m afstand van het midden van een drukke verkeersweg is de geluidbelasting 65 dB(A).

Volgens het Bouwbesluit mag de geluidbelasting op de gevel van een nieuw te bouwen woning niet hoger zijn dan 53 dB(A).

Als er geen geluidswal wordt toegepast op hoeveel m afstand van de weg is de geluidbelasting gedaald tot 53 dB(A)?

Laat overige aspecten als bodemdemping en luchtdemping buiten beschouwing.

- a. 40 m
- b. 80 m
- c. 120 m
- d. **160 m**
- e. 320 m

Uitwerking:

Een weg kan beschouwd worden als een lijn bron. Dat betekent dat de afname van het geluidniveau slechts 3 dB per afstandsverdubbeling is ($10 \cdot \log 2 \cdot \pi \cdot r$).

Er wordt gevraagd om een afname met $65 - 53 = 12$ dB(A). Dat betekent dus 4 x een afstandsverdubbeling: $10 \rightarrow 20 \rightarrow 40 \rightarrow 80 \rightarrow 160$ m.

Ofwel: $r_2/r_1 = 10^{12/10} = 16$ zodat $r_2 = 16 \cdot r_1 = 160$ m en ter controle $10 \cdot \log 160/10 = 12$ dB(A).

Vraag 12

Een transformatorhuisje op een open terrein veroorzaakt op 4 meter afstand een geluidsniveau van 52 dB(A).

Een woning bevindt zich op 32 meter afstand van het transformatorhuisje.

Wat is het geluidsniveau van het transformatorhuisje ter plaatse van de woning?

Neem aan dat er geen demping is door begroeiing of obstakels.

- a. 34 dB(A)
- b. 40 dB(A)
- c. 43 dB(A)
- d. 46 dB(A)
- e. 28 dB(A)

Uitwerking:

Het gaat hier om een puntbron (althans, op grotere afstand mag het transformatorhuisje zo worden beschouwd). Dus geldt dat de afname van de geluidintensiteit kwadratisch verloopt met de afstand. Het geluidsniveau ter plaatse van de woning wordt dus:

$$L_A = 52 - 10 \log r_1^2/r_2^2 = 52 - 10 \log 32^2/4^2 = 52 - 10 \log 64 = 52 - 18 = 34 \text{ dB(A)}$$

Je had ook kunnen zeggen 1 afstandsverdubbeling (naar 8 m) is 6 dB, nog een afstandsverdubbeling (naar 16 m) is 12 dB en de laatste afstandsverdubbeling (naar 32 m) geeft als totale afname van het geluidsniveau 18 dB.

Vraag 13

De geluidemissie van voertuigen op een snelweg (of andere straat) kan worden berekend met onderstaande formules. Deze formules geven het geluidniveau in dB(A) op 1 m afstand van het hart van de rijlijn van de auto's. Bij een meerstrooks- en/ of meerbaansweg wordt het hart van de weg genomen.

E Voertuigcategorieën (in dB)

$$E_{lv} = 69.4 + 27.6 \log(v_{lv}/80) + 10 \log(Q_{lv}/v_{lv})$$

$$E_{mv} = 73.2 + 19.0 \log(v_{mv}/70) + 10 \log(Q_{mv}/v_{mv})$$

$$E_{zv} = 76.0 + 17.9 \log(v_{zv}/70) + 10 \log(Q_{zv}/v_{zv})$$

Gegeven een weg waarover met name personenauto's rijden en wel ca. 800 per uur ($Q_{lv} = 800$). De gemiddelde snelheid van de auto's is 80 km/h.

Wat wordt dan de geluidbelasting in dB(A) op de gevel van een rij woningen die zich op 40 m afstand van het hart van de weg bevindt?

N.B. er is geen bijzondere demping door begroeiing of afscherming aanwezig.

- a. 59,4 dB(A)

- b. 79,4 dB(A)
- c. 73,4 dB(A)
- d. 63,4 dB(A)
- e. 66,4 dB(A)

Uitwerking:

De formules geven het geluidniveau L_A op 1 m van het hart van de rijlijn c.q. het hart van de weg. Op 40 m afstand, het betreft hier een lijnbron, is de afname van het geluidniveau:

$$\Delta L_A = 10 \log r_2/r_1 = 10 \log 40/1 = 16 \text{ dB(A)}.$$

Als we de gegeven waarden van snelheid en aantal voertuigen invoeren in de formule voor "lichte voertuigen" (het betreft hier personenauto's), krijgen we:

$$L_{A;1m} = E_{lv} = 69,4 + 27,6 \log 80/80 + 10 \log 800/80 = 69,4 + 0 + 10 = 79,4 \text{ dB(A)} \text{ en}$$

$$L_{A;40m} = 79,4 - 16 = 63,4 \text{ dB(A)}$$

Vraag 14

De geluidemissie van voertuigen op een snelweg (of andere straat) kan worden berekend met onderstaande formules. Deze formules geven het geluidniveau in dB(A) op 1 m afstand van het hart van de rijlijn van de auto's. Bij een meerstrooks- en/ of meerbaansweg wordt het hart van de weg genomen.

E Voertuigcategorieën (in dB)

$$E_{lv} = 69.4 + 27.6 \log(v_{lv}/80) + 10 \log(Q_{lv}/v_{lv})$$

$$E_{mv} = 73.2 + 19.0 \log(v_{mv}/70) + 10 \log(Q_{mv}/v_{mv})$$

$$E_{zv} = 76.0 + 17.9 \log(v_{zv}/70) + 10 \log(Q_{zv}/v_{zv})$$

Gegeven een invalsweg van een stad waarover personenauto's (lv) en vrachtauto's (zv) rijden. De personenauto's rijden netjes 50 km/h, de vrachtwagens zelfs langzamer 40 km/h. Het gaat om ca. 265 personenauto's per uur ($Q_{lv}=265$) en om ca. 35 vrachtwagens per uur ($Q_{zv} = 35$).

Wat wordt de bronsterkte van deze weg (denkbeeldig geluidniveau op 1 m afstand van het hart van e weg) in dB(A)?

- a. 61 dB(A)
- b. 64 dB(A)
- c. 67 dB(A)
- d. 71 dB(A)
- e. 74 dB(A)

Uitwerking:

Als we de gegeven waarden voor snelheid en aantal voertuigen voor de personenauto's invoeren in de formule voor "lichte voertuigen", krijgen we voor $L_{A;1m}$: personenauto's:

$$E_{lv} = 69,4 + 27,6 \log 50/80 + 10 \log 265/50 = 69,4 - 5,6 + 7,2 = 71,0 \text{ dB(A)}$$

Voor de vrachtwagens vinden we:

$$E_{zv} = 76,0 + 17,9 \log 40/70 + 10 \log 35/40 = 76,0 - 4,4 - 0,6 = 71,0 \text{ dB(A)}$$

Twee gelijke bronnen leiden tot een 3 dB hogere waarde dan de enkele bron ($10 \cdot \log 2 = 3$).

Het totale geluidniveau op 1 m afstand van het midden van de weg wordt dus $L_{A;1m} = 74 \text{ dB(A)}$

Vraag 15

Wat is een voorkeurswaarde voor het geluidrukniveau op de gevel van woningen als gevolg van verkeerslawaai?

- a. 50 dB(A)
- b. 55 dB(A)
- c. 40 dB(A)
- d. 45 dB(A)
- e. 35 dB(A)

Uitwerking:

De hoeveelheid geluid die op de gevels van woningen terecht komt, moet volgens de Wet milieubeheer zo mogelijk aan 50 dB voldoen. Dat is de voorkeurswaarde. Bij de aanleg van nieuwe wegen streven we ernaar dat de geluidbelasting niet boven die voorkeurswaarde komt.

Vraag 16

Gegeven twee geluiden L_{p1} en L_{p2} met een verschillend oktaafbandspectrum:

	f (Hz)	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz
Bron 1	L_{p1} (dB(A))	76 dB(A)	73 dB(A)	73 dB(A)	73 dB(A)	30 dB(A)
Bron 2	L_{p2} (dB(A))	70 dB(A)	70 dB(A)	73 dB(A)	73 dB(A)	76 dB(A)

Welk van deze twee geluiden heeft het hoogste totale geluidrukniveau in dB(A)?

- a. Bron 1
- b. Bron 2
- c. Beide zijn praktisch gelijk

Uitwerking:

Bij bron 1 kan het geluid in de oktaafband van 2000 Hz worden verwaarloosd.

Bij twee aan twee optellen houd je dan bij bron 1 over 76, 76 en 73 dB(A).

Bij bron 2 kom je zo op 73, 76 en 76 dB(A).

Zonder verder rekenen beland je zo bij antwoord c.

Vraag 17

Gegeven een geluidsbron met het volgende oktaafbandspectrum:

	f (Hz)	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz
Bron	L_{p1} (dB(A))	83,1 dB(A)	75,6 dB(A)	73,2 dB(A)	73,0 dB(A)	54,8 dB(A)

Wat is het A-gewogen geluidsdrukkniveau van deze bron in dB(A)?

- a. 76,0 dB(A)
- b. 77,4 dB(A)
- c. 79,0 dB(A)
- d. 87,6 dB(A)
- e. 102,4 dB(A)

Uitwerking:

De weegwaarden van de A-weging zijn voor 125 t/m 2000 Hz achtereenvolgens

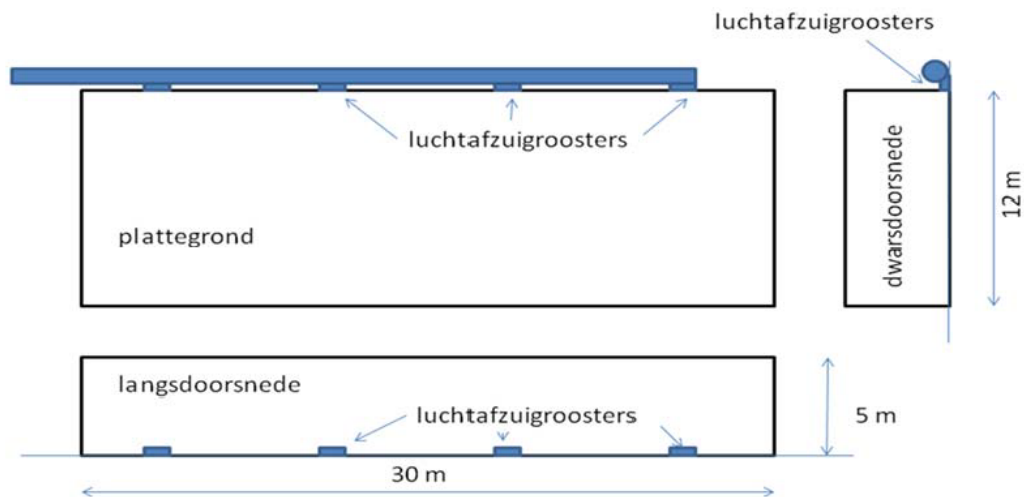
-16,1 -8,6 -3,2 0,0 +1,2 dB. Daarmee vind je voor de gegeven oktaafbandniveaus de volgende A-gewogen waarden: 67,0 67,0 70,0 73,0 56,0 dB(A). De twee niveaus van 67 tellen op tot 70 dB(A). Die en de al aanwezige 70 dB(A) samen tot 73 dB(A) en die met de al aanwezige 73 dB(A) weer tot 76 dB(A). Dat is dan ook het antwoord, want het niveau van 56 dB(A) mag ten opzichte van de andere oktaafbandniveaus worden verwaarloosd.

N.B. Uiteraard kun je de optelling ook via de formule doen, maar dat is wel meer werk.

Vraag 18

Een sportzaal is voorzien van mechanische afzuiging (luchtoevoer via gevelroosters). Er treedt ventilatorgeluid uit de afzuigroosters naar buiten, de zaal in.

De afzuigroosters bevinden zich tegen de grond aan de lange wand van de zaal (tekening). Daardoor verspreidt de geluidenergie zich zeker niet over een totaal boloppervlak, maar slechts over een gedeelte daarvan.



De nagalmtijd in de zaal is relatief laag, waardoor het algemene achtergrondgeluid dat veroorzaakt wordt door de afzuigroosters (ventilator- en stromingsgeluid) prettig laag is. Vlak bij de roosters hoor je het echter nog wel goed.

Het geluidvermogen niveau van elk van de vier roosters is $L_w = 46$ dB.

Wat is het geluiddrukkniveau van het directe geluid van één van de roosters op 2 meter afstand recht voor één van de roosters?

Het geluid van de andere roosters en het diffuse geluid mogen buiten beschouwing worden gelaten.

Hint: vergeet de richtingsfactor niet

- a. 32 dB
- b. 33 dB
- c. 34 dB
- d. 35 dB
- e. 36 dB

Uitwerking:

Het directe geluid op 2 meter afstand voor één van de roosters vind je uit:

$$L_p = L_w + 10 \cdot \log [Q / (4 \cdot \pi \cdot r^2)] \text{ ofwel } L_p = 46 + 10 \log [4 / (4 \cdot \pi \cdot 2^2)] = 46 - 11 = 35 \text{ dB}$$

Vraag 20

Op een festivalterrein zijn aan een hoge mast luidsprekers bevestigd. Die kunnen tezamen als één vrij uitstralende puntbron worden beschouwd. Het geluidsvermogen niveau van deze puntbron is 117 dB.

Wat is het geluidsdrukniveau op hemelsbreed 50 m afstand van de luidsprekers?

- a. $L_p = 93$ dB
- b. $L_p = 75$ dB
- c. **$L_p = 72$ dB**
- d. $L_p = 76$ dB
- e. $L_p = 77$ dB

Uitwerking:

De factor Q is hier 1 omdat de bron vrij uitstraalt. Dus vind je het geluidsdrukniveau op 50 m afstand uit: $L_p = L_w - 10 \log 4 \cdot \pi \cdot r^2 = 117 - 10 \log 4 \cdot \pi \cdot 50^2 = 117 - 45 = 72$ dB.