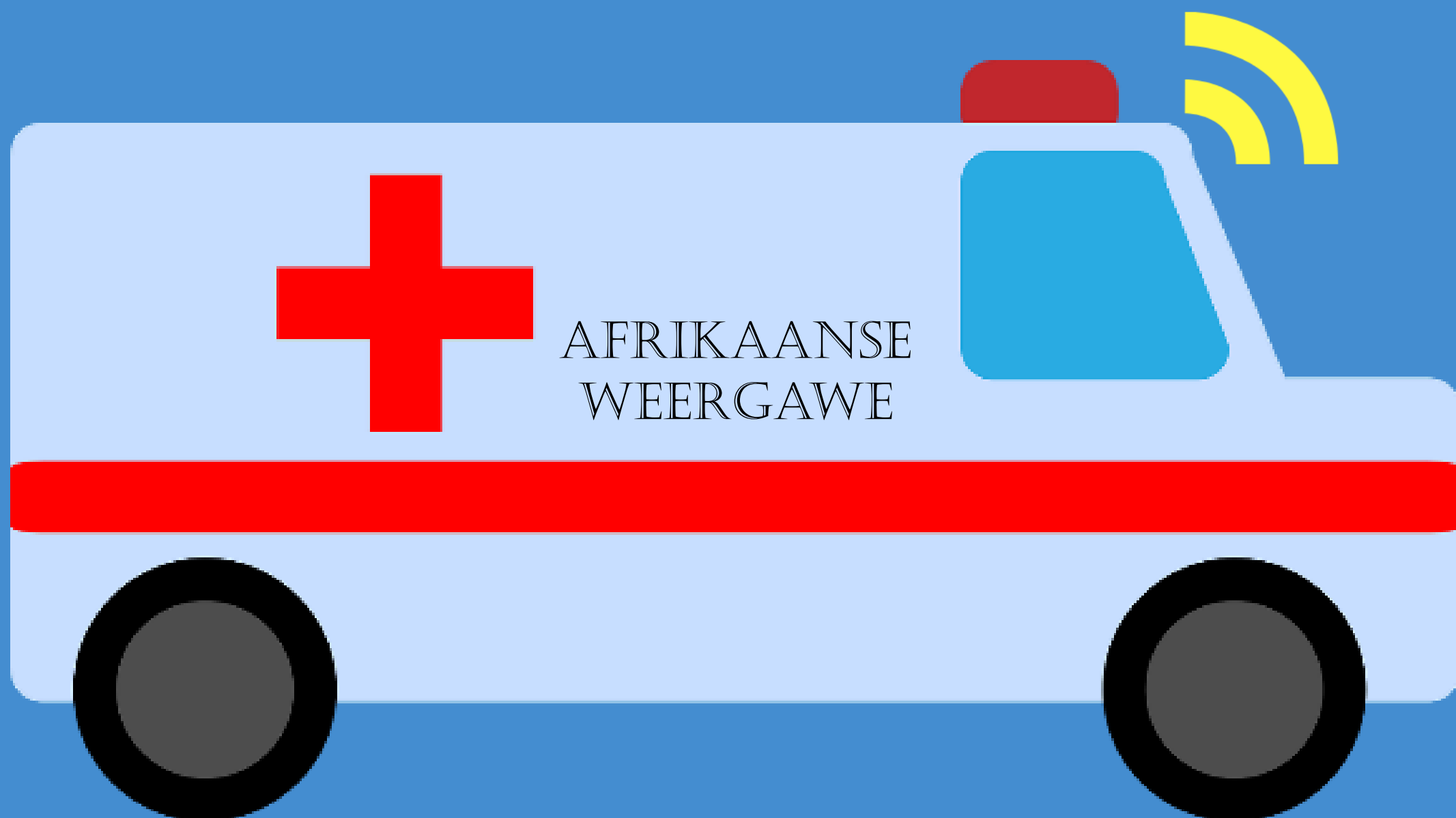


FISIESE WETENSKAPPE

GRAAD 12

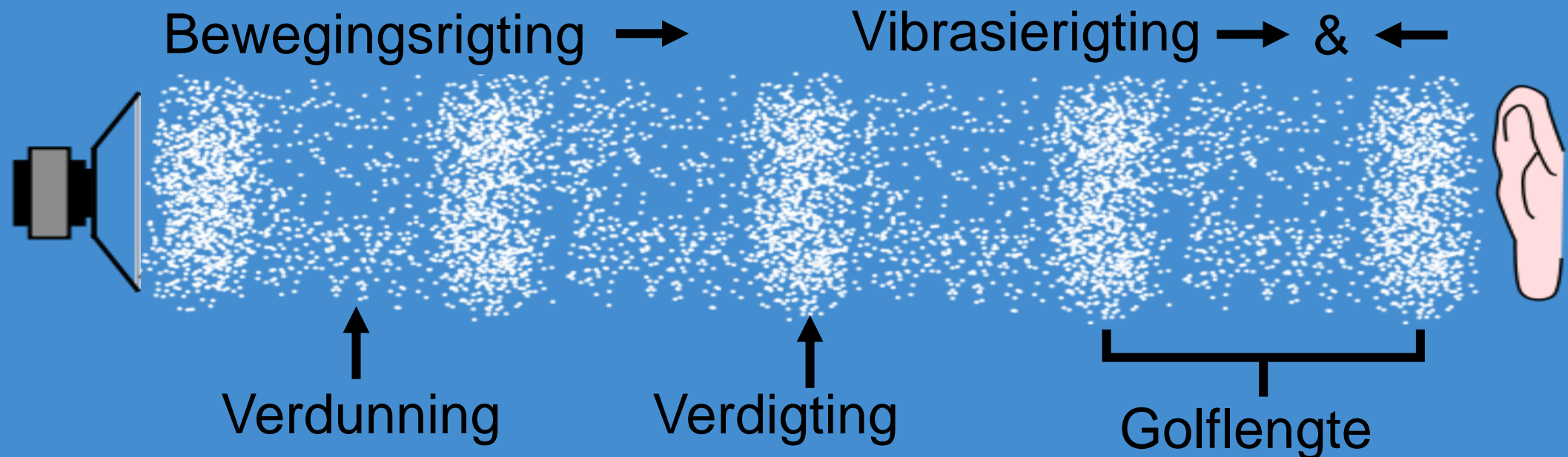
DOPPLER EFFEK



Om klank te verstaan

Klank is 'n **longitudinale** golf wat veroorsaak word deur beweging (vibrasie) en dit het 'n medium nodig om deur te beweeg (lug, water, ens.)

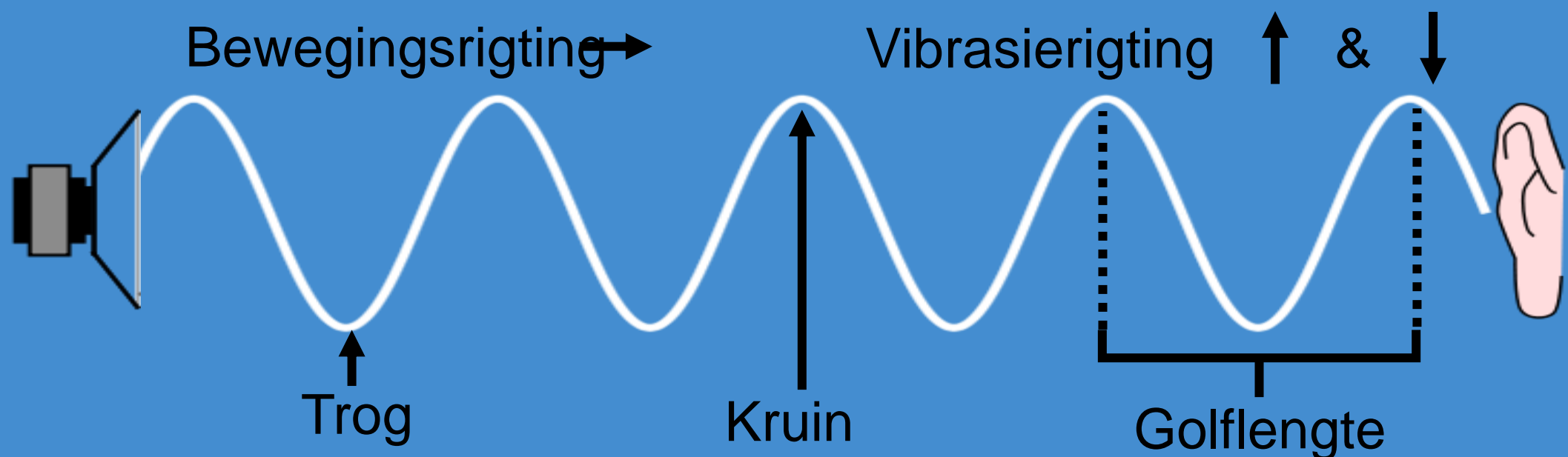
LONGITUDINALE GOLF



Fisiese voorstelling

Wiskundige voorstelling

TRANSVERSALE GOLF



Klank kan **wiskundig vertoon** word as 'n **transversale golf** waar 'n verdigting 'n trog en 'n verdunning 'n kruin is.

Eienskappe van 'n golf

Alhoewel klank 'n longitudinale golf is, is dit makliker om klank as 'n transversale golf te beskou en dan die eienskappe en gedrag daarvan te bestudeer.

Periode teenoor golflengte

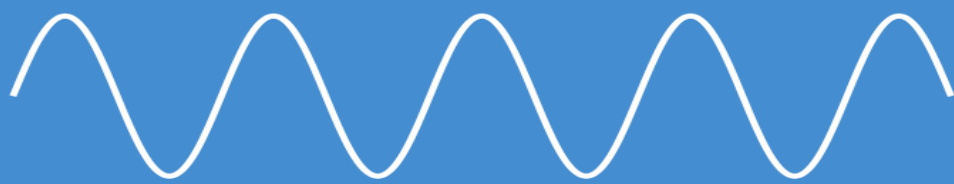
Periode (T) word in sekondes gemeet en **is die tyd** dat dit 'n golf neem om een siklus (vibrasie) te voltooi.

Golflengte (λ) word in meters gemeet en is die afstand afgelê gedurende een periode. Grafies is dit die afstand tussen twee opeenvolgende punte wat in fase is.

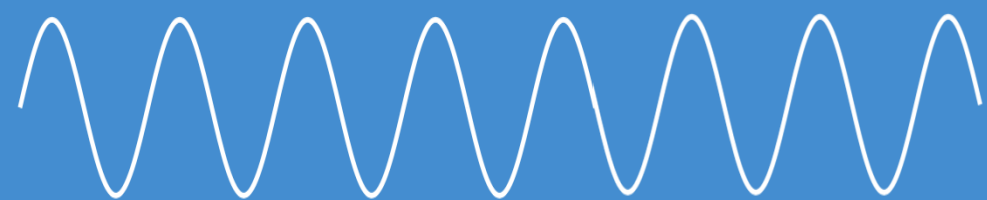
Frekwensie (f)

Word gemeet in Hertz (Hz) en is die aantal siklusse(vibrasies) per sekonde

Lae frekwensie



Hoë frekwensie



Vir klank word frekwensie waargeneem as toonhoogte (hoog of laag)

Verhouding
tussen f en T

$$f = \frac{1}{T}$$

Spoedvergelyking

$$v = f\lambda$$

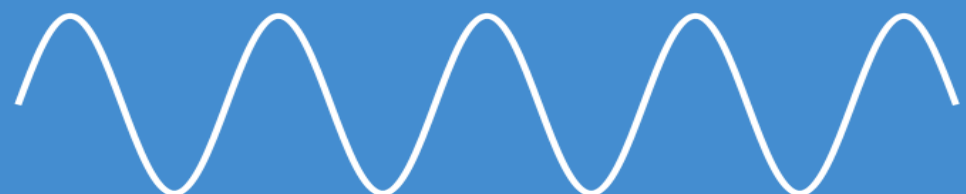
Amplitude

Word in meters gemeet en is **die maksimum verplasing** van die medium vanaf die ewewigsposisie.

Klein amplitude



Groot amplitude



Vir klank word amplitude waargeneem as volume (hardheid).

Verstaan die Doppler-effek

'n Skynbare verandering in die waargenome frekwensie (toonhoogte) as gevolg van die relatiewe beweging tussen 'n bron en 'n waarnemer.

Die DOPPLER-EFFEK vir KLANK

Veroorsaak 'n verandering in die toonhoogte

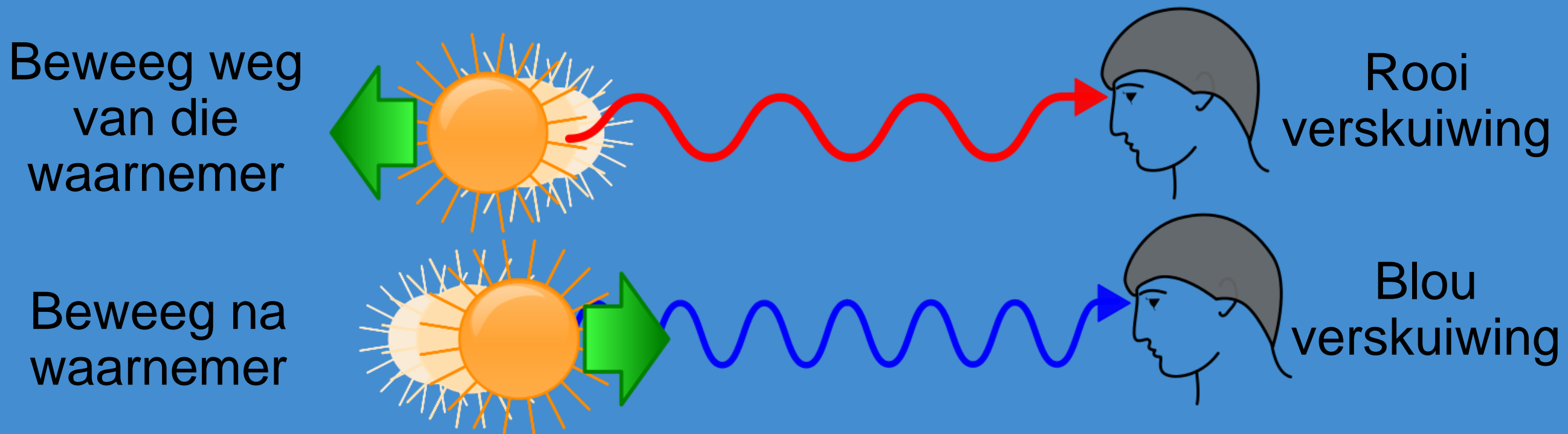


Beweeg na waarnemer

Beweeg weg van die waarnemer

Die DOPPLER-effek vir LIG

Veroorsaak 'n verandering van kleur



Bereken die verandering in frekwensie

Hantering van Doppler-probleme:

- ① Bepaal wat opgelos moet word
- ② Identifiseer die bron en die luisteraar
- ③ Definieer die beweging van bron en luisteraar
- ④ Gebruik die vergelyking en verander die tekens om aan te pas by die relatiewe beweging van bron en luisteraar

$$f_L = \frac{v \pm v_L}{v \pm v_B} f_B$$

f_L – Frekwensie van die geluid(klank) wat die luisteraar hoor(Hz)

f_B – Frekwensie van die klank wat deur die klankbron veroorsaak word

v – Spoed van klank in spesifieke medium (in lug is dit 340 m.s^{-1})

v_L – Spoed van die luisteraar(m.s^{-1})

v_B – Spoed van die klankbron(m.s^{-1})

Stilstaande luisteraar en stilstaande bron

GEEN VERSKIL tussen frekwensie wat deur die bron vrygestel word en die frekwensie wat deur die luisteraars gehoor word nie

Eenderse golffronte



STILSTAANDE
Luisteraar A

STILSTAANDE
BRON

STILSTAANDE
Luisteraar B

$$v_{L_A} = 0$$

$$v_B = 0$$

$$v_{L_B} = 0$$

$$f_{L_A} = \frac{v \pm v_{L_A}}{v \pm v_{B_A}} f_B$$

$$f_{L_B} = \frac{v \pm v_{L_B}}{v \pm v_{B_B}} f_B$$

$$= \frac{v \pm 0}{v \pm 0} f_B = f_B$$

$$= \frac{v \pm 0}{v \pm 0} f_B = f_B$$

Stilstaande luisteraar en bewegende bron

Luisteraar A sal 'n **LAER** toonhoogte (frekwensie) en Luisteraar B 'n **HOËR** toonhoogte (frekwensie) hoor as die frekwensie wat deur die bron vrygestel word



Bewegende luisteraar en stilstaande bron

Luisteraar A sal 'n LAER toonhoogte (frekwensie) en Luisteraar B 'n HOËR toonhoogte (frekwensie) hoor as die frekwensie wat deur die bron vrygestel word

Eenderse golffronte

Beweeg deur MINDER golffronte per sekonde

Beweeg deur MEER golffronte per sekonde



$\lambda \uparrow$
 $f \downarrow$

$\lambda \downarrow$
 $f \uparrow$

BEWEGENDE Luisteraar A

STILSTAANDE BRON

BEWEGENDE Luisteraar B

$$v_{LA} \neq 0$$

$$v_B = 0$$

$$v_{LB} \neq 0$$

$$f_{LA} = \frac{v \pm v_{LA}}{v \pm v_B} f_s$$

$$f_{LB} = \frac{v \pm v_{LB}}{v \pm v_B} f_s$$

$$= \frac{v - v_{LA}}{v \pm 0} f_s = \frac{v - v_{LA}}{v} f_s$$

$$= \frac{v + v_{LB}}{v \pm 0} f_s = \frac{v + v_{LB}}{v} f_s$$

Antwoord Kleiner as 1

Antwoord Groter as 1

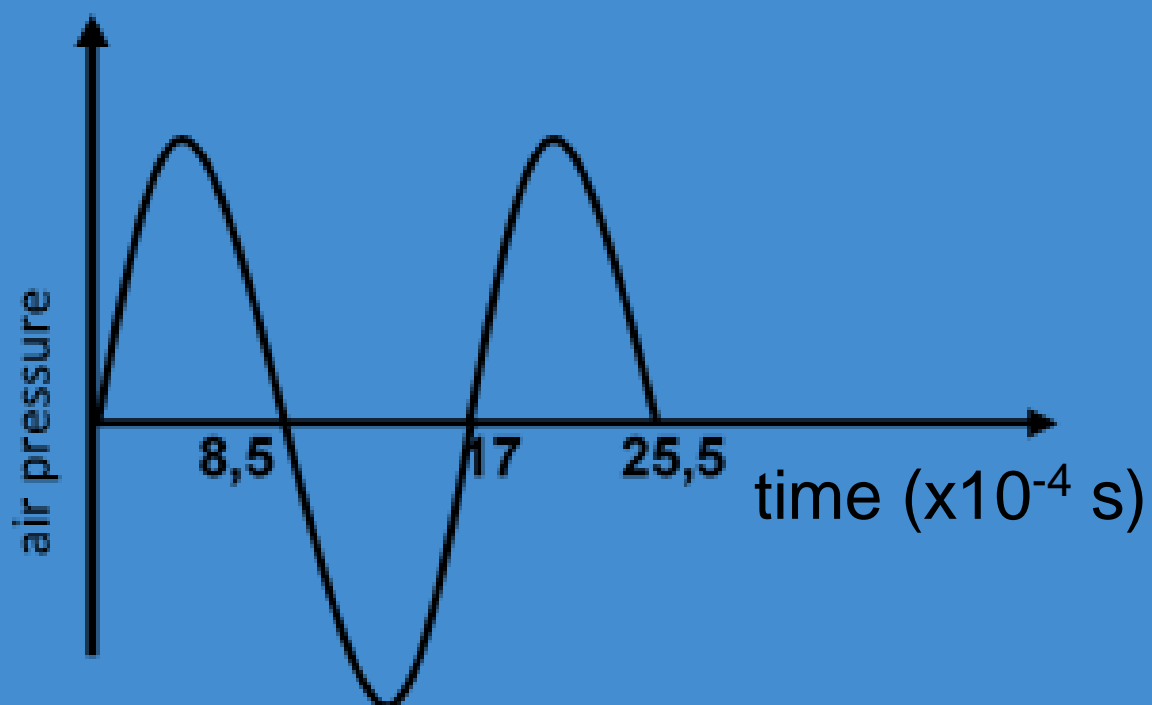
UITGEWERKTE Eksamenvraag

Vraestel 1, Oct/Nov 2019, V.6

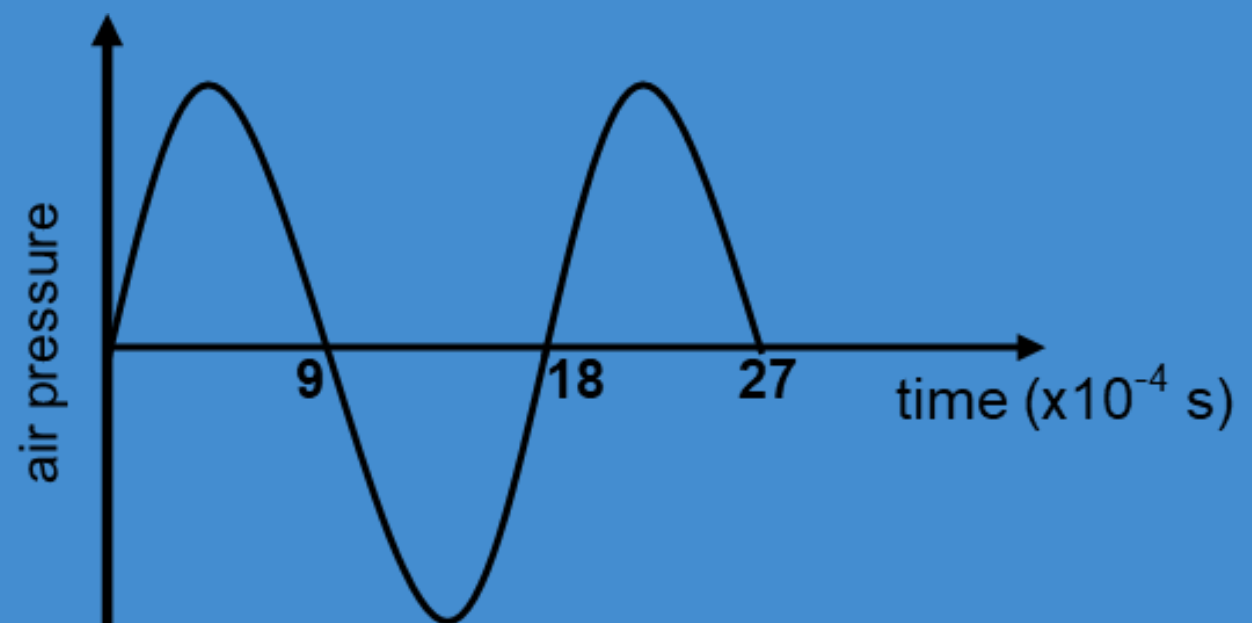
Die sirene van 'n polisiemotor wat met 'n konstante spoed op 'n reguit, horisontale pad ry, maak 'n klankgolf met konstante frekwensie. Klankdetektor (instrument wat klank waarneem) P word binne die polisiemotor geplaas en detektor Q word langs die pad op 'n sekere afstand van die motor geplaas. Die twee detektore teken die veranderinge aan in die lugdruklesings wat veroorsaak word deur die klankgolwe wat deur die sirene uitgestraal word as 'n funksie van tyd.

Die grafieke hieronder is verkry uit die aangetekende resultate.

**GRAFIEK A:
LUGDRUK VS TYD AANGETEKEN
DEUR DETEKTOR P IN DIE MOTOR**



**GRAFIEK B:
LUGDRYK VS TYD AANGETEKEN
DEUR DETEKTOR Q LANGS DIE PAD**



6.1 Hierbo word verskillende patrone getoon vir dieselfde klankgolf wat deur die sirene uitgestraal word. Watter verskynsel word geïllustreer deur die twee detektore wat die verskillende patrone toon? **Doppler effek** (1)

Die polisiemotor beweeg weg van detektor Q.

6.2 Gebruik die grafieke en gee 'n rede waarom daar bevestig kan word dat die polisiemotor beweeg weg van detektor Q. (1)

Die periode vir Grafiek A (detektor P) is $17 \times 10^{-4} \text{s}$ en $18 \times 10^{-4} \text{s}$ vir Grafiek B (detektor Q). Detector P is in die motor en detector Q is langs die pad. Aangesien Q 'n langer periode (laer frekwensie) het, beweeg die motor verder weg van Q en veroorsaak dit 'n daling in die toonhoogte.

6.3 Bereken die frekwensie van die klankgolwe wat deur detektor P waargeneem word. (3)

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{17 \times 10^{-4}} = 588.24 \text{ Hz}$$

6.4 Gebruik die inligting in die grafieke om die spoed van die polisiemotor te bereken. Neem die spoed van klank in die lug as $340 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. (6)

- ① Bepaal die spoed van die bron (polisiemotor),
- ② Polisiemotor is die bron en detektor Q is die luisteraar
- ③ Die luisteraar is stilstaande en die bron beweeg

$$\textcircled{4} f_L = \frac{v \pm v_L}{v \pm v_S} \cdot f_S \longrightarrow v_S = \frac{f_S \times v}{f_L} - v = \frac{588,24 \times 340}{\left(\frac{1}{18 \times 10^{-4}}\right)} - 340 = 20 \text{ m/s}$$

Vrae uit vorige EKSAMENS

Vraestel 1, Oct/Nov 2018, V.6

Die alarm van 'n voertuig wat langs 'n reguit horisontale parkeerterrein staan, gaan af. Die klankgolf het 'n golflengte van 0,34 m. 'n Patroliemotor beweeg teen konstante spoed op dieselfde pad. Die bestuurder van die patroliewa hoor 'n geluid met 'n frekwensie van 50 Hz laer as die geluid wat deur die alarm afgegee word. Neem die spoed van klank in die lug as $340 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$

6.1 Stel die Doppler-effek in woorde. (2)

6.2 Ry die patrolievoertuig NADER of VERDER WEG vanaf die geparkeerde voertuig? Gee 'n rede vir die antwoord. (2)

6.3 Bereken die frekwensie van die klankgolf wat deur die alarm afgegee word. (3)

6.4 Die patroliewa beweeg binne tien sekondes 'n afstand van x meter. Bereken die afstand x . (6)

Vorige Eksamen

Vraestel 1, May/June 2018, V.6

'N Klankbron wat teen 'n konstante snelheid van $240 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ in die rigting van 'n detektor beweeg, stuur 'n klankgolf met 'n konstante frekwensie uit. Die detektor teken 'n frekwensie van $5\ 100 \text{ Hz}$ aan.

Neem die snelheid van klank in die lug as $340 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.

6.1 Definieer die Doppler-effek. (2)

6.2 Bereken die golflengte van die klank wat deur die bron vrygestel word. (7)

Sommige van die klankgolwe word vanaf die detektor na die naderende bron weerkaats

6.3 Sal die frekwensie van die weerkaatste klankgolf wat deur die klankbron waargeneem word, wees?

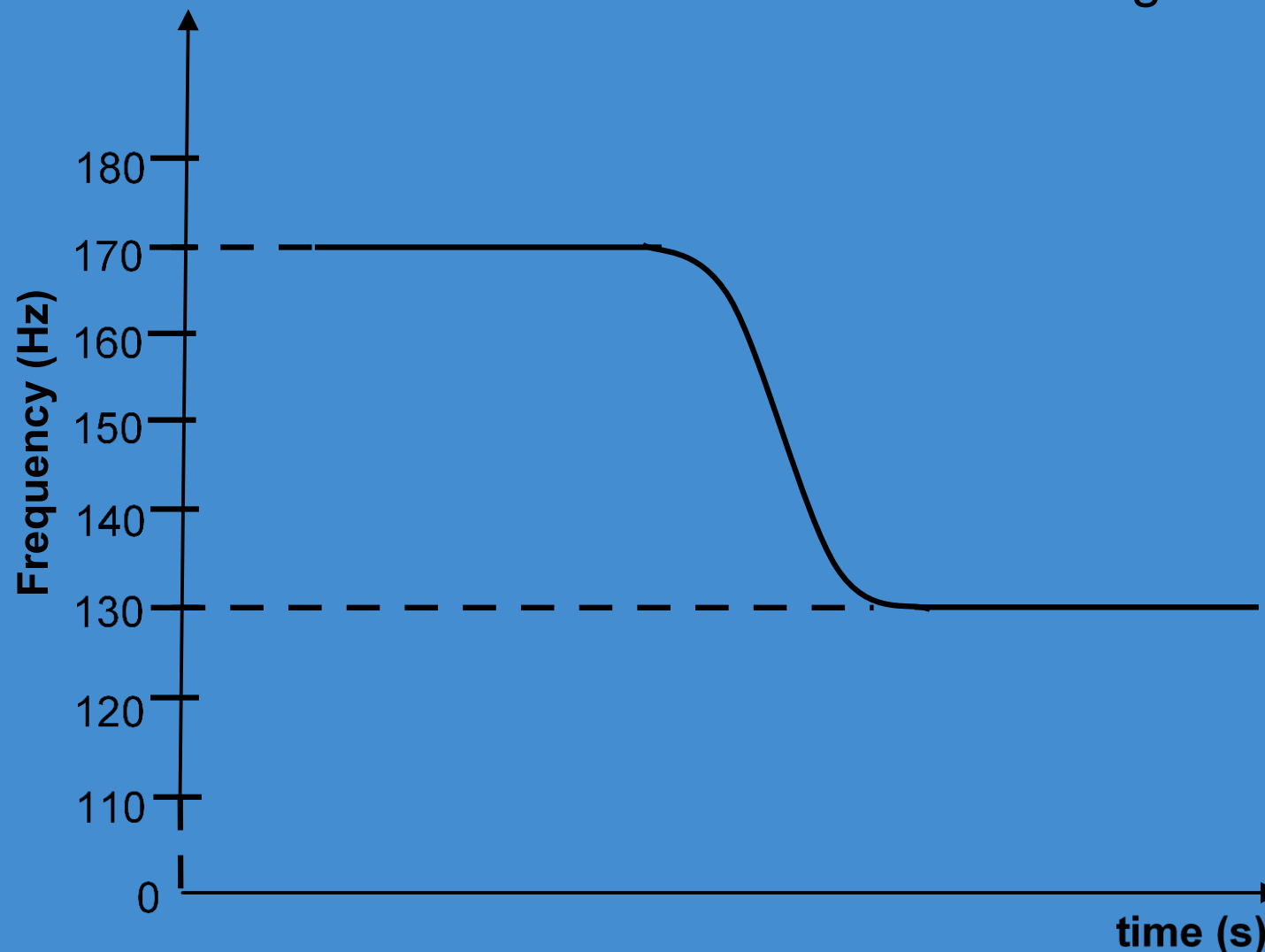
GELYK AAN, GROTER DAN of KLEINER AS $5\ 100 \text{ Hz}$? (1)

Eksamenvrae : Vorige eksamens

Vraestel 1, Oct/Nov 2017, V.6

'n Polisiemotor met sy sirene aan, beweeg teen konstante snelheid verby 'n stilstaande luisteraar.

Die onderstaande grafiek toon die veranderinge in die frekwensie van die geluid van die sirene soos deur die luisteraar waargeneem.



6.1 Stel die Doppler-effek in woorde. (2)

6.2 Skryf die frekwensie van die klank wat deur die luisteraar waargeneem word neer as die polisiemotor..

6.2.1 nader na die luisteraar beweeg. (1)

6.2.2 verder weg van die luisteraar af beweeg. (1)

6.3 Bereken die spoed van die polisiemotor. Neem die spoed van klank in die lug as $340 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ (6)

Eksamenvrae vorige eksamens:

Vraestel 1, May/June 2017, V.6

6.1 'n Polisiemotor beweeg teen konstante snelheid op die snelweg.

Die sirene van die motor gee klankgolwe uit met 'n frekwensie van 330 Hz.

'n Stilstaande klankdetektor meet die frekwensie van die klankgolwe van die naderende motor as 365 Hz.

Neem die spoed van klank in die lug as $340 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$

6.1.1 Stel die Doppler-effek in woorde. (2)

6.1.2 Bereken die snelheid van die motor. (5)

6.2 Die spektrum van 'n ster as dit vanaf 'n sterrewag op aarde gesien word blyk 'n rooi verskuiwing te ondergaan.

Gebruik u kennis van die Doppler-effek om die term "rooi verskuiwing" te verduidelik. (3)

Eksamenvrae vorige eksamens

Vraestel1, Oct/Nov 2016, V.6

6.1 'n Ambulans beweeg teen konstante spoed van $30 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ na 'n stilstaande luisteraar. Die sirene van die ambulans stuur klankgolwe uit met 'n golflengte van $0,28 \text{ m}$. Neem die spoed van klank in die lug as $340 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.

6.1.1 Stel die Doppler-effek in woorde. (2)

6.1.2 Bereken die frekwensie van die klankgolwe wat sirene vrystel soos deur die ambulansbestuurder waargeneem. (3)

6.1.3 Bereken die frekwensie van die klankgolwe wat deur die sirene vrygestel word soos dit gehoor word deur die luisteraar. (5)

6.1.4 Hoe sal die antwoord op VRAAG 6.1.3 verander as die spoed van die ambulans MINDER as $30 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ is ?

Skryf slegs VERHOOG, VERLAAG of BLY DIESELFDE neer. (1)

6.2 'n Waarneming van die spektrum van 'n verafgeleë ster is dat dit weg beweeg van die aarde af.

Verduidelik, in terme van die frekwensies van die spektraallyne, hoe dit moontlik is om tot die gevolgtrekking te kom dat die ster verder weg beweeg. (2)