

Noteer niet uitsluitend de antwoorden, maar ook je redeneringen (in correct Nederlands) en de formules die je gebruikt hebt! Maak daar waar nodig een schets van de situatie. Let op het juiste aantal significante cijfers en vergeet de eenheden niet! Maak de opgaven in de juiste volgorde en werk netjes.

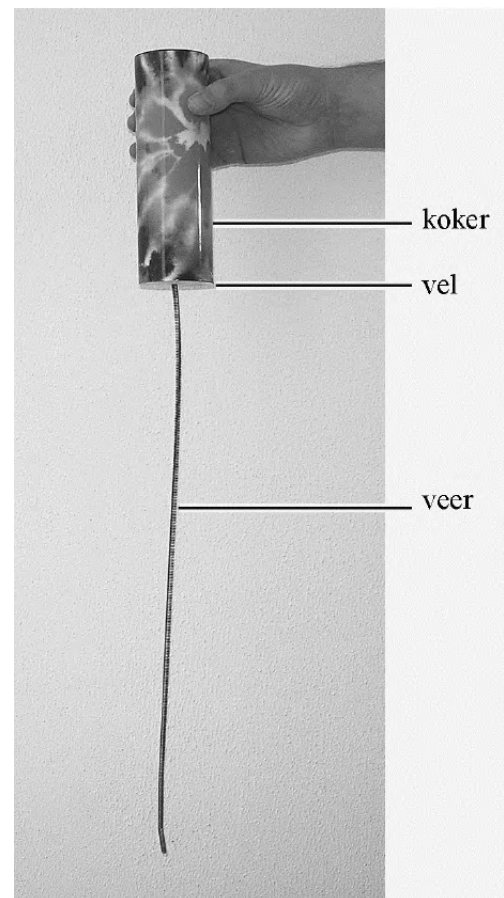
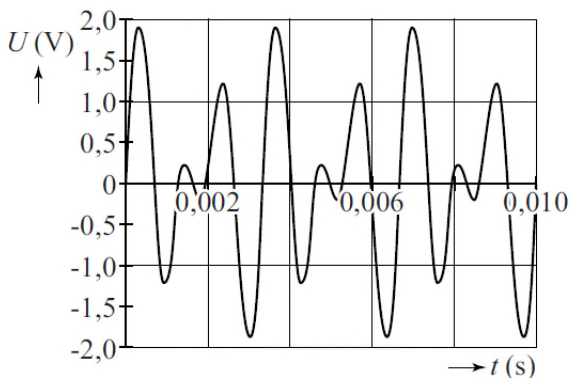
Met potlood geschreven tekst wordt niet gecorrigeerd!
Het gebruik van Tipp-Ex is niet toegestaan.

Opgave 1

In nevenstaande afbeelding zie je een 'springdrum'.

Een springdrum is een muziekinstrument. Een springdrum bestaat uit drie delen: een holle koker, een vel en een lange spiraalveer. Door de koker met de hand te schudden geeft de springdrum geluid.

Sandra wil graag meer te weten komen over de werking van de springdrum. Ze start haar onderzoek door het geluid van het instrument vast te leggen met een microfoon en een computer. Dit levert het trillingsdiagram op zoals weergegeven in onderstaande afbeelding.



Uit dit diagram volgt dat de grondfrequentie van dit geluid $3,0 \cdot 10^2$ Hz is.

a) **Toon dat aan.**

Sandra ziet dat tijdens het schudden van de springdrum een transversale staande golf ontstaat in de spiraalveer. Zie nevenstaande afbeelding. In de tekening rechts zijn de uiterste standen van de veer schematisch weergegeven. Sandra meet dat de snelheid van de transversale golf in de veer 2 m/s bedraagt. Ze stelt de hypothese dat de trilfrequentie van de veer gelijk is aan de grondfrequentie van het geluid dat de springdrum voortbrengt.

b) Maak met behulp van nevenstaande afbeelding een **schatting** van de golflengte in de veer en **toon** daarmee **aan** dat de hypothese van Sandra onjuist is.

Het blijkt dus dat de schudfrequentie (die de veer in trilling brengt) niet gelijk is aan de grondfrequentie van het geluid. Dan bedenkt Sandra dat er tijdens het schudden van de koker ook een longitudinale golf in de veer ontstaat. Sandra denkt dat deze longitudinale golf het vel van de drum in trilling brengt.

c) Geef een argument, waarom het logischer is dat een longitudinale golf in de veer het vel in trilling brengt dan een transversale golf.

In de veer ontstaan meerdere longitudinale golven overeenkomend met de grondtoon en een aantal boventonen. We gaan ervan uit dat bij het vlies een knoop zit. Eén van de boventonen in de veer komt overeen met de grondtoon van 300 Hz van de luchtkolom in de koker.

Voor de golfsnelheid v_L van een longitudinale golf in een veer geldt:

$$v_L = \ell \cdot \sqrt{\frac{C}{m}}$$

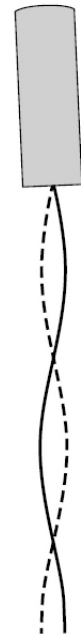
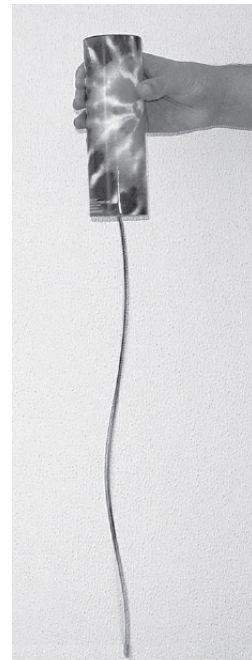
Hierin is:

- ℓ de lengte van de veer (in m);
- C de veerconstante (in N/m);
- m de massa van de veer (in kg).

De veer heeft een massa van 15 g en is 46 cm lang en heeft een veerconstante van 128 N/m.

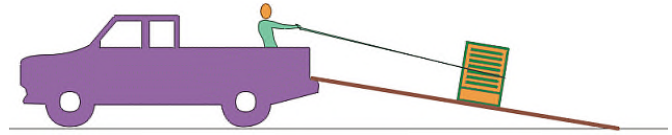
d) **Bereken** met behulp van deze gegevens de hoeveelste boventoon van de longitudinale golf overeenkomt met de grondtoon van 300 Hz van de luchtkolom in de koker.

Bereken daartoe ook de golflengte van de longitudinale golf in de veer.



Opgave 2

Een verwarmingsketel wordt over een stevige houten plank in de laadbak van een pick-up getrokken zoals weergegeven in nevenstaande afbeelding.



De plank is 4,0 m lang en buigt niet door.

Het laadvlak van de laadbak bevindt zich 1,0 m boven de grond.

De verwarmingsketel heeft een massa van 60 kg.

De (dynamische) schuifwrijvingscoëfficiënt bedraagt 0,50 als het voorwerp in beweging is.

De (statische) schuifwrijvingscoëfficiënt bedraagt 0,60 als het voorwerp stil ligt.

- Bereken** de kracht die de man minimaal moet uitoefen om de verwarmingsketel met constante snelheid langs de plank omhoog te trekken.
- Bereken** de maximale hoek van de plank met de grond waarbij de ketel (zonder touw) stil zou blijven staan op de plank.

Opgave 3

In een huiskamer van 8,0 m lang, 4,0 m breed en 2,4 m hoog staat een surround-geluidsinstallatie. Het blijkt dat sommige bastonen veel harder klinken dan andere bastonen. Dezelfde tonen die in de huiskamer zoveel harder klinken, klinken in de buitenlucht even hard als de andere bastonen. Dit effect wordt dus *niet* veroorzaakt door de muziek zelf of de geluidsinstallatie.

- Leg uit** waardoor dit effect in de huiskamer optreedt.
- Bereken** de twee laagste frequenties waarvoor dit effect optreedt.
Neem aan dat de temperatuur 20 °C is.