Opgaven Fysica I - 2de semester - Academiejaar 2019-2020

1. Hangt voor een harmonische oscillator de periode af van de amplitude ? Verklaar.

$$x(t) = A\cos\omega t \Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{k}{m}} \quad ; \quad T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$$ **onafhankelijk van A.**

2. Is volgende uitspraak juist : wanneer de versnelling van een deeltje dat een één-dimensionale beweging uitvoert evenredig is met de uitwijking tov. de evenwichtspositie maar hieraan tegengesteld gericht is, dan is de beweging deze van een harmonische oscillator.
Dit is correct : a ~ - x maw. a = - b x (met b een constante) of nog : $d^2x/dt^2 + b\,x = 0$. Dit is de bewegingsvergelijking van een harmonische oscillator met als oplossing $x(t) = A\cos(\omega t + \delta)$ met $\omega = b^{1/2}$.

3. Waarom wordt bij de afleiding van de formule voor de capillaire stijghoogte 2π R beschouwd bij de uitdrukking van de oppervlaktespanning en niet bijv. 2 x (2π R) zoals bij het zeepvlies gespannen tussen de metaaldraden waar de oppervlaktespanning werd gegeven door F/(2l) waarbij l de lengte v/h beweegbare staafje was ?
Bij het metalen draadje in het U-vormig metalen venster verwijst de "2" naar het feit dat er twee contactoppervlakken lucht-water(/zeepoplossing) zijn. Bij het capillair is er maar één contactoppervlak water/lucht. Het andere is water/glas.

4. Een viool produceert een geluid van 60 dB op een bepaalde afstand van de viool. Wat is de intensiteit veroorzaakt door 10 violen op ongeveer dezelfde afstand ?

$$\beta_1 = 10\log(I_1/I_0) = 60\,dB\,;\ \beta_{10} = 10\log(I_{10}/I_0) = 10\log(\frac{I_{10}}{I_1}\frac{I_1}{I_0}) = 10\log(I_{10}/I_1) + 10\log(I_1/I_0) =$$
$$10\times 1\,dB + 60\,dB = 70\,dB$$

5. Een bron van 100 W zendt sferische golven uit. Wat is de intensiteit (in W/m^2) op 2 m van de bron.
$I = P / (4\pi r^2) = 100 / (4\pi\, 2^2) = 1{,}98$ W/m^2

6. Wanneer de straal R van een sferische druppel toeneemt met dR, wat is dan de toename van het volume en het oppervlak van de druppel ?
$dA = d(4\pi R^2) = 8\pi R\,dR$ $\quad$ $dV = d(4/3\,\pi R^3) = 4\pi R^2\,dR$

7. De frequentie van het geluid van een bel is f_0. Wat is de frequentie die wordt waargenomen door een waarnemer die op 2 m van de bel staat ? Zowel waarnemer als bel zijn in rust tov. de aarde, maar er waait wel een wind met snelheid 10 m/s.
De waargenomen frequentie is f_0 : waarnemer en bron bewegen niet tov. elkaar.

8. Verklaar dmv. de formules voor de Dopplerverschuiving hoe een flitspaal een snelheidsovertreding registreert. Onderstel dat de elektromagnetische golf (snelheid is c, de lichtsnelheid) uitgezonden door de flitspaal een frequentie f_s heeft en dat de ontvangen golf (na weerkaatsing op de auto) een frequentie f_r heeft. De snelheid van de auto is u.
Zie opgeloste oefening in les. We moeten dit in twee stappen oplossen. In een eerste stap is de flitspaal de bron en de auto de (bewegende) waarnemer. De auto verwijdert zich van de flitspaal, we krijgen dus voor de frequentie waargenomen door de auto : $f_1 = (c - u)/c\ f_s$.

Deze golf wordt echter weerkaatst en terug gedetecteerd door de flitspaal. De flitspaal is nu de waarnemer en de auto is de bewegende bron. We krijgen dan : $f_r = c / (c + u)\, f_1$. Dit geeft :

$$\Delta f = f_r - f_s = \frac{-2u}{c+u} f_s \Rightarrow u = \frac{-c}{1+2 f_s/\Delta f} \approx -c\frac{\Delta f}{2 f_s} = c\frac{|\Delta f|}{2 f_s}$$

9. Bewijs dat de staande golf $y = A\sin(kx)\cos(\omega t)$ een oplossing van de golfvergelijking is. **Substitueer deze uitdrukking in de golfvergelijking en gebruik dat ω = k v, waarbij v de snelheid van de golf is.**

10. Indien y = A cos(kx - ωt) de verplaatsing bij een geluidsgolf voorstelt, dan wordt de corresponderende drukgolf gegeven door ... ?

    $$p = -B\,\partial y/\partial x = B\,A\,k\,\sin(kx-\omega t) = p_0\cos(kx-\omega t-\pi/2)\,;\; p_0 \equiv BAk$$

11. Stellen de oplossingen van volgende vergelijkingen een golf voor ? Indien wel, wat is dan de golfsnelheid ?

    $$(a) A\frac{\partial y}{\partial x} - B\frac{\partial^2 y}{\partial t^2} = 0 \quad ;(b) -\frac{\partial^2 y}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 y}{\partial t^2} = 0 \quad ;(c)\; A\frac{\partial^2 y}{\partial x^2} - B\frac{\partial^2 y}{\partial t^2} = 0$$

    met A, B > 0.
    (a) geen golf : geen 2de afgeleide naar de plaats. (b) wel golf, snelheid = 1 m/s. (c) wel golf, snelheid = $(A/B)^{1/2}$.

12. Stelt $z(x,t) = \ln(x - vt)$ een lopende golf (met snelheid v) voor ?

    Ja. Bereken $\frac{\partial^2 z}{\partial x^2} - \frac{1}{v^2}\frac{\partial^2 z}{\partial t^2}$ **Dit is 0. Maw. we hebben een golf met snelheid v.**

13. Bewijs dat de snelheid van een knooppunt in een staande golf (bv. voor snaar opgespannen tussen 2 vaste punten) gelijk is aan nul.
    Beschouw staande golf $y = A\sin(kx)\cos(\omega t)$. De snelheid waarmee een bepaald punt op en neer beweegt, wordt gegeven door $dy/dt = -\omega A\sin(kx)\sin(\omega t)$. Ruimtelijk gedeelte (sin(kx)) is hetzelfde voor de verplaatsing y en de snelheid dy/dt. Voorwaarde van een uitwijking y = 0 maw. sin(kx) = 0 leidt dus ook tot een snelheid die nul is.

14. Beschouw een touw van lengte L dat aan 1 uiteinde vast is en aan het andere uiteinde vrij. Voor welke waarden van het golfgetal treden er knooppunten op ? <u>Hint</u>: voor een vrij uiteinde heeft men steeds een buik.
    Er zijn knooppunten aanwezig wanneer een staande golf ontstaat. We krijgen een staande golf indien : $\lambda = 4L/(2n+1)\,;\, n = 0,1,2,...$ of $k = 2\pi/\lambda = (2n+1)\pi/(2L)\,;\, n = 0,1,2,...$

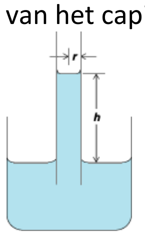
15. Een geluidsgolf met frequentie f plant zich voort doorheen de lucht en bereikt dan het wateroppervlak. Wat is de frequentie van de geluidsgolf die zich doorheen het water voortplant (de gebroken golf) ? Wat kan je zeggen over de relatieve grootte van de golfsnelheden in lucht en water ?
    De frequentie blijft dezelfde. De golflengte en de snelheid veranderen wel : de snelheid van geluid in water is groter dan deze in lucht.

16. Is de golflengte van een trilling in een snaar (bv. van een gitaar) dezelfde als de golflengte van de geluidsgolf die ze produceert ? Zelfde vraag voor een orgelpijp.
    Snaar : frequentie van golf in snaar en golf die ze produceert in de lucht is dezelfde. Maar de

golflengte hangt af van de voortplantingssnelheid van de golf in het medium. Deze voortplantingssnelheid is verschillend voor snaar en lucht. De golflengtes zijn dus verschillend.
Orgelpijp : medium is hier 2 x lucht maw. de snelheid is dezelfde. De golflengte is dus ook dezelfde.

17. Men produceert geluid door over een rietje te blazen. Men sluit nu de onderkant af met de vinger. Wat gebeurt er met de frequentie van het geluid ?
Men heeft eerst een rietje met 2 open uiteinden. Stel de lengte van het rietje voor door L. De resonantiefrequenties worden dan gegeven door f = n (v/(2L)), met n = 1,2,3,... en v is de snelheid van de geluidsgolf. Daarna wordt 1 uiteinde gesloten. De resonantiefrequenties worden dan gegeven door f = n (v/(4L)), met n = 1,3,... We zien dus dat de fundamentele frequentie afneemt van f = v/(2L) naar f = v/(4L). Een gelijkaardige relatie bestaat er voor de hogere tonen.

18. Een capillair wordt met 1 uiteinde in een vloeistof gebracht (zie Fig.). Indien detergent wordt toegediend aan het water halveert de oppervlaktespanning. Wat moet de straal van het capillair worden indien men dezelfde stijghoogte wil behouden?



Wet van Jurin: $h = 2\gamma\cos\theta / \rho R g$ **. Halveren van opp.spanning dan ook halveren van R.**

19. Men heeft 2 waterdruppels; eentje met straal R en eentje met straal 2R. Bij welke druppel heeft men de grootste druk net onder het wateroppervlak? **Bij de kleinste, vermits $\Delta P = \frac{2\gamma}{R}$.**

20. Een ouderwetse staanklok op basis van een slinger werkt juist bij een temperatuur van 20°C. De staaf van de slinger is gemaakt uit messing (een legering van Cu en Zn). Zal de klok trager/sneller/even snel lopen bij een temperatuur van 30°C. Verklaar!

De periode van een slinger wordt gegeven door $T = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}}$. Wanneer ℓ groter wordt tgv. thermische expansie dan zal T groter worden en de klok dus trager lopen.