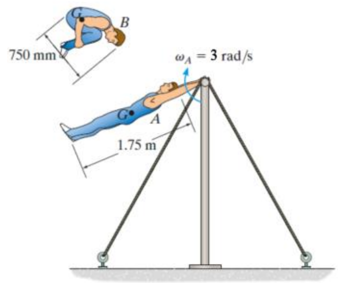
1 AAN DE REKSTOK 5 pt

Er geldt behoud van hoekimpulsmoment. Alleen de zwaartekracht werkt op de man en grijpt in principe aan op het zwaartepunt van de man.
Er is dus behoud van impulsmoment voor de man uitgaande van zijn zwaartepunt G: $I_A\omega_A = I_B\omega_B$ **(1pt)**



$I_A = \frac{1}{12}ml^2$ en $I_B = \frac{1}{2}mr^2$, **(2pt)**

$\frac{1}{12}ml^2\omega_A = \frac{1}{2}mr^2\omega_B$ **(1pt)**

Hieruit volgt: $\omega_B = \frac{1}{6}\frac{l^2}{r^2}\omega_A = \frac{1}{6}\frac{1{,}75^2}{0{,}375^2}\cdot 3 = 10{,}9\ ^{\mathrm{rad}}/_{\mathrm{s}}$. **(1pt)**

2 VEER EN BLOK 6 pt

a. Bij maximale indrukking bewegen de beide blokken even snel. **(1pt)**
Behoud van impuls geldt ook als de beide blokken even snel bewegen. Omdat er geen wrijving is, zal behoud van energie aangeven hoeveel energie in de veer is opgeslagen en dus de indrukking van de veer.
$\sum p_{voor} = \sum p_{na} \rightarrow m_1v_1 = (m_1+m_2)u \rightarrow u = \frac{m_1}{m_1+m_2}v_1$
$E_{voor} = E_{na} \rightarrow \frac{1}{2}m_1v_1^2 = \frac{1}{2}(m_1+m_2)u^2 + \frac{1}{2}kx^2$ **(1pt)**
x uitschrijven en daarna u elimineren:
$x = \sqrt{\frac{1}{k}(m_1v_1^2 - (m_1+m_2)u^2)} = \sqrt{\frac{1}{k}\frac{m_1m_2}{m_1+m_2}v_1^2} \rightarrow$
$x = \frac{1}{8500}\frac{3\cdot 4{,}5}{3+4{,}5}8^2 = 012\text{m}$ **(1pt)**

b. Het is een elastische botsing, dus impulsbehoud en (kinetische) energiebehoud.
$m_1v_1 = m_1u_1 + m_2u_2$ en $m_1v_1^2 = m_1u_1^2 + m_2u_2^2$. **(1pt)**
$u_1 = v_1 - \frac{m_2}{m_1}u_2$ invullen in de tweede vgl levert
$m_1v_1^2 = m_1(v_1^2 - 2\frac{m_2}{m_1}u_2v_1 + \frac{m_2^2}{m_1}u_2^2) + m_2u_2^2$ wat na wat puzzelen leidt tot
$u_2 = \frac{2m_1}{m_1+m_2}v_1 = \frac{6}{7{,}5}\cdot 8 = 6{,}4\ \text{m/s}$ en $u_1 = v_1 - \frac{m_2}{m_1}u_2 = 8 - \frac{4{,}5}{3}6{,}4 = -1{,}6\ \text{m/s}$. **(2pt)**

3 ANTIGELUID 5 pt

a. Op 10m is de intensiteit gelijk aan aan 1,0 W/m^2. $L = 10\cdot\log\frac{I}{I_0}$ met $I_0 = 1\cdot 10^{-12}\ ^{\mathrm{W}}/_{\mathrm{m}^2}$.
Oppervlak van de bol op 10 m is $A = 4\pi r^2 = 1{,}3\cdot 10^3\text{m}^2$.
Dus $P = I\cdot A = 1{,}3\cdot 10^3\text{W}$. **(1pt)**

b. $\lambda = \frac{v}{f} = \frac{340}{680} = 0{,}5\text{m}$. De twee geluidsbronnen zijn voor de waarnemer dus 10 golflengtes van elkaar verwijderd. Het faseverschil is qua afstand daarmee een geheel getal en de uitdoving moet dan komen doordat de beide geluidsbronnen in tegenfase zijn. **(1pt)**

c. De intensiteit moet gelijk zijn, dus voor I geldt ook $I = 1\cdot 10^{-12}\ ^{\mathrm{W}}/_{\mathrm{m}^2}$. De afstand tot bron 2 is de helft van die van bron 1,
met $I = \frac{P}{r^2}$ levert dat een kwart vermogen op, dus $0{,}32\cdot 10^3\text{W}$. **(1pt)**

d. Verschil tussen y en z moet dan 4,75 m zijn, zodat de halve golflengte verschil en de tegenfase van de bronnen elkaar weer netjes opheffen.
$z = \sqrt{10^2 + x^2}$ en $y = \sqrt{5^2 + x^2}$. **(1pt)**

Benaderen met Taylorreeks geeft: $z = 10\sqrt{1+\frac{x^2}{10^2}} \approx 10\left(1+\frac{1}{2}\frac{x^2}{100}\right) = 10+\frac{x^2}{20}$, idem $y \approx 5+\frac{x^2}{10}$

zodat geldt: $4{,}75 = z - y \approx 10 + \frac{x^2}{20} - 5 - \frac{x^2}{10} \rightarrow x = \sqrt{0{,}25\cdot 20} = 2{,}24\text{m}.$ (**1pt**)

4 TWEETRAPSPROCES 4 pt

Algemene gaswet: $\frac{p_1V_1}{T_1} = \frac{p_2V_2}{T_2}$. (**1pt**)

Voor een adiabatisch proces geldt: $p_1V_1^{\gamma} = p_2V_2^{\gamma} \rightarrow \frac{p_1}{p_2} = \frac{V_2^{\gamma}}{V_1^{\gamma}}$. (**1pt**)

Met $\gamma = \frac{c_p}{c_V} = \frac{c_V+R}{c_V} = \frac{\frac{3}{2}R+R}{\frac{3}{2}R} = \frac{5}{3}$. (hoeft niet afgeleid, staat ook in reader gegeven).

$\frac{V_2T_1}{V_1T_2} = \frac{p_1}{p_2} = \frac{V_2^{\gamma}}{V_1^{\gamma}} \rightarrow V_2^{\gamma-1} = V_1^{\gamma-1}\left(\frac{T_1}{T_2}\right) \rightarrow V_2 = V_1\left(\frac{T_1}{T_2}\right)^{1/\gamma-1} = 0{,}086\cdot\left(\frac{273+25}{273-68}\right)^{3/2} = 0{,}15\text{m}^3$ (**2pt**)

5 RESONANTIE 5 pt

Voor de impedantie geldt $Z = \frac{U_{max}}{I_{max}}$ en

bij resonantie bij een zelfinductie L_0 is de impedantie minimaal en geldt $Z_0 = \frac{U_{max}}{I_{max}} = R$

bij de twee andere standen van de staaf geldt dan:

$Z_1 = \frac{U_{max}}{\frac{I_{max}}{\sqrt{2}}}$; $Z_2 = \frac{U_{max}}{\frac{I_{max}}{\sqrt{2}}}$ en dus kun je stellen: $Z_1 = Z_2$ (**1pt**)

Uitgeschreven betekent dat: (**1pt**)

$\sqrt{R^2+\left(\omega L_1 - \frac{1}{\omega C}\right)^2} = \sqrt{R^2+\left(\omega L_2 - \frac{1}{\omega C}\right)^2}$

Wat te vereenvoudigen is tot: $\left(\omega L_1 - \frac{1}{\omega C}\right)^2 = \left(\omega L_2 - \frac{1}{\omega C}\right)^2$

en dat geeft $\left(\omega L_1 - \frac{1}{\omega C}\right) = -\left(\omega L_2 - \frac{1}{\omega C}\right)$

met een min, anders zijn de zelfinducties gelijk. (**1pt**)

$$\omega(L_1+L_2) = \frac{2}{\omega C} \rightarrow C = \frac{2}{\omega^2(L_1+L_2)}$$

Invullen van getallen levert *C* = 4 µF. (**1pt**)

Voor L_1 geldt:

$$Z_1 = \frac{U_{max}}{\frac{I_{max}}{\sqrt{2}}} = \frac{U_{max}}{I_{max}}\sqrt{2} = R\sqrt{2} \rightarrow R\sqrt{2} = \sqrt{R^2+\left(\omega L_1 - \frac{1}{\omega C}\right)^2}$$

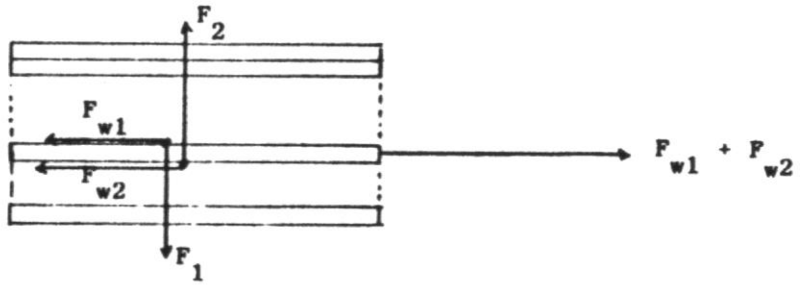
kwadrateren en uitwerken geeft:

$$R^2 = \left(\omega L_1 - \frac{1}{\omega C}\right)^2$$

Invullen van waardes levert dan op: $R = 50\ \Omega$. (**1pt**)

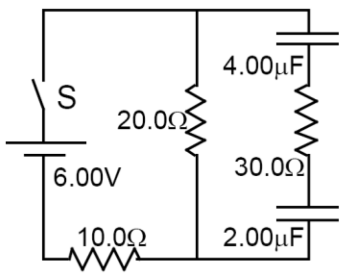
6 EEN STAPEL PLANKEN 5 pt

De zwaartekracht op één plank is $G = mg$.



De kracht op de bovenkant van plank n is: $F_1 = (n-1)G$ (**1pt**)
De wrijvingskracht aan de bovenkant: $F_{w1} = f(n-1)G$ (**1pt**)
De kracht op de onderkant van plank n is: $F_2 = (n)G$ (**1pt**)
De wrijvingskracht aan de onderkant: $F_{w2} = f(n)G$
De kracht om plank n eruit te trekken is $F_{w1} + F_{w2} = f(2n-1)G$ (**1pt**)
De verhouding tussen de krachten om plank n en plank l eruit te trekken
is dan: $\frac{F_n}{F_l} = \frac{(2n-1)}{(2l-1)}$ (**1pt**)

7 WEERSTANDEN EN CONDENSATOREN 5 pt

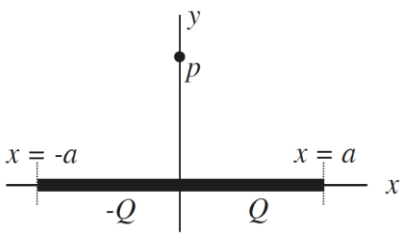


a. (3 pt) Op het moment dat S wordt gesloten kun je doen alsof de condensatoren er niet zijn, er is nog geen lading opgebouwd en dus nog geen spanning over.
20 Ω en 30 Ω staan parallel en samen in serie met 10 Ω en dat resulteert in een totale weerstand van 12Ω+10Ω=22Ω. (**2pt**)
$I = U/R = 6/22 = 0{,}27$A, Dus over 10 V staat $U = IR = 0{,}27 \cdot 10 = 2{,}7$V en over de andere weerstanden $6 - 2{,}7 = 3{,}3$V.
10Ω: $I = 0{,}27$A
20Ω: $I = U/R = 3{,}3/20$ =0,16A
30Ω: $I = U/R = 3{,}3/30 = 0{,}11$A (**1pt**)

b. (2 pt) Als S lange tijd gesloten is, zijn de condensatoren geladen en loopt daar geen stroom meer door.
De spannig daarover is gelijk aan de spanning over 20Ω, dus 4V
De totale capaciteit is $\left({}^{1}\!/_{2} + {}^{1}\!/_{4}\right)^{-1} = 1{,}33$ μF.
Totale lading is dan $Q = UC = 4 \cdot 1{,}33 \cdot 10^{-6} = 5{,}33 \cdot 10^{-6} C$. (**1pt**)
Beide condensatoren moeten die lading hebben, dat betekent dat die van 4μF en die van 2 μF elk $5{,}33 \cdot 10^{-6} C$ lading moeten hebben. (**1pt**)
(en dus uitkomen op 1,33V en 2,67V).

8	LADINGEN LANGS EEN LIJN	5 pt

a. De kracht op een positieve lading in punt p werkt naar links en naar beneden door de linkerlading (-) en naar links en naar boven door de rechterlading (+). De ladingen zijn even groot en de opzet is verder symmetrisch, de krachten omhoog en omlaag heffen elkaar dus op. Ofwel $E_y = 0$ **(1pt)**



b. Neem een hoek β, zijnde de hoek tussen de lijn naar een ladingselement dq op de x-as en de y-as.

Beschouw de bijdrage aan het elektrisch veld van een ladingselement $dq = \frac{Q}{a}dx$: **(1pt)**

$dE_x = -\frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{Q}{a}\frac{1}{x^2+y^2}\sin\beta\, dx = -\frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{Q}{a}\frac{xdx}{(x^2+y^2)^{3/2}}$ **(1pt)**

Integreer dit over de positieve ladingshelft:

$E_x = -\frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{Q}{a}\int_0^a \frac{xdx}{(x^2+y^2)^{3/2}} = -\frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{Q}{a}\left|\frac{-1}{\sqrt{x^2+y^2}}\right|_0^a = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{Q}{a}\left(\frac{1}{\sqrt{a^2+y^2}} - \frac{1}{\sqrt{y^2}}\right)$ **(1pt)**

De negatieve helft levert dezelfde bijdrage, zodat

$E_x = \frac{1}{2\pi\epsilon_0}\frac{Q}{a}\left(\frac{1}{\sqrt{a^2+y^2}} - \frac{1}{y}\right)$ **(1pt)**

9	ZWEMBADPERIKELEN	5 pt

Water $n = 1{,}3$ en $r = 50°$,

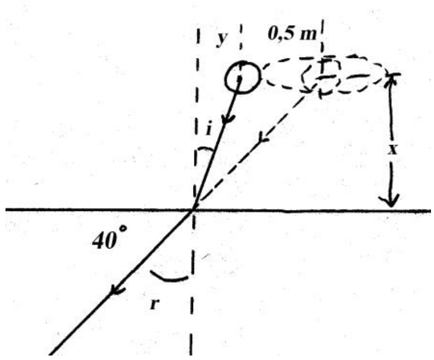
Interpretatie situatie **(1pt)**

dan is $\frac{\sin i}{\sin r} = 1/1{,}3 \rightarrow i = 36°$. **(1pt)**

$\tan i = \frac{y}{x} = 0{,}73$; $\tan r = \frac{y+0{,}5}{x} = 1{,}19$. **(2pt)**

y elimineren levert: $\frac{0{,}73x+0{,}5}{x} = 1{,}19 \rightarrow 0{,}47x = 0{,}5 \rightarrow x = 1{,}1\text{m}$

(1pt)



10	DRAAD HEET STOKEN	5 pt

Om de draad op een constante temperatuur te houden, moet de toegevoerde warmte door straling verdwijnen. **(1pt)**

$P_{in} = I^2R = I^2\frac{\rho l}{\pi r^2}$ is de toegevoerde warmte. **(1pt)**

$P_{uit} = \varepsilon\sigma A\left(T_{hoog}^4 - T_{laag}^4\right) = \varepsilon\sigma 2\pi r l\left(T_{hoog}^4 - T_{laag}^4\right)$ **(1pt)**

Dus: $P_{in} = P_{uit} \rightarrow I^2\frac{\rho l}{\pi r^2} = \varepsilon\sigma 2\pi r l\left(T_{hoog}^4 - T_{laag}^4\right) \rightarrow$

$d = 2r = \left(\frac{4I^2\rho}{\pi^2\varepsilon\sigma\left(T_{hoog}^4 - T_{laag}^4\right)}\right)^{1/3} = \left(\frac{4\cdot 15^2\cdot 5{,}6\cdot 10^{-8}}{\pi^2\cdot 1\cdot 5{,}67\cdot 10^{-8}(3100^4-293^4)}\right)^{1/3}$, **(1pt)**

$d = 9{,}9\cdot 10^{-5}\text{m} = 0{,}099\text{ mm}.$ **(1pt)**