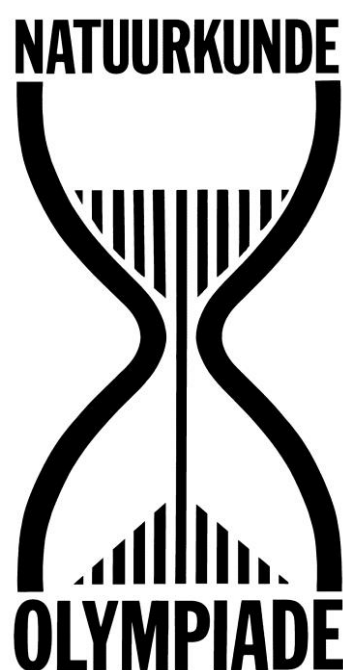


**TWEEDE RONDE  
NATUURKUNDE OLYMPIADE  
2016**

**TOETS 1**



**20 APRIL 2016  
10:15 – 12:15 uur**

## Enige constanten en dergelijke

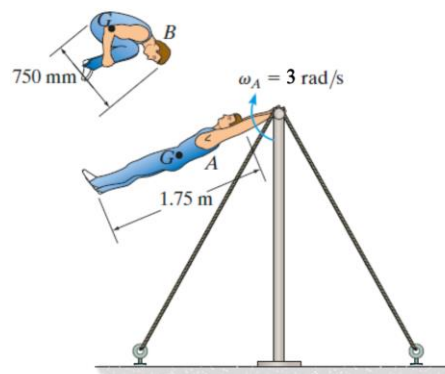
| <i>symbool</i>     | <i>naam</i>                                               | <i>waarde</i>                                                                                             |
|--------------------|-----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $G$                | gravitatieconstante                                       | $6,67384 \cdot 10^{-11} \text{ Nm}^2 \text{ kg}^{-2}$                                                     |
| $g$                | valversnelling (gemiddeld in Nederland)                   | $9,81 \text{ ms}^{-2}$                                                                                    |
| $p_0$              | standaarddruk                                             | $1,01325 \cdot 10^5 \text{ Pa}$                                                                           |
| $V_m$              | molair volume                                             |                                                                                                           |
|                    | • (ideaal gas bij $T = 273,15 \text{ K}$ en $p = p_0$ )   | $2,2413968 \cdot 10^{-2} \text{ m}^3 \text{ mol}^{-1}$                                                    |
|                    | • (gasvormige stof bij $T = 298 \text{ K}$ en $p = p_0$ ) | $2,45 \cdot 10^{-2} \text{ m}^3 \text{ mol}^{-1}$                                                         |
| $0^\circ \text{C}$ | smeltpunt van ijs ( $p = p_0$ )                           | $273,15 \text{ K}$                                                                                        |
| $N_A$              | constante van Avogadro                                    | $6,02214129 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$                                                               |
| $R$                | gasconstante                                              | $8,3144621 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$                                                             |
| $k_B$              | constante van Boltzmann                                   | $1,3806488 \cdot 10^{-23} \text{ J K}^{-1}$                                                               |
| $\sigma$           | constante van Stefan-Boltzmann                            | $5,670373 \cdot 10^{-8} \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-4}$                                                  |
| $k_W$              | constante van Wien                                        | $2,8977721 \cdot 10^{-3} \text{ m K}$                                                                     |
| $h$                | constante van Planck                                      | $6,62606957 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$                                                                    |
| $c$                | lichtsnelheid                                             | $2,99792458 \cdot 10^8 \text{ ms}^{-1}$ (per definitie)                                                   |
| $\epsilon_0$       | elektrische permittiviteit van het vacuüm                 | $8,854187817 \cdot 10^{-12} \text{ F m}^{-1}$                                                             |
| $f$                | constante in de wet van Coulomb                           | $8,987551787 \cdot 10^9 \text{ Nm}^2 \text{ C}^{-2}$ $f = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$                       |
| $\mu_0$            | magnetische permeabiliteit van vacuüm                     | $1,25664 \cdot 10^{-6} \text{ H m}^{-1}$<br>$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ H m}^{-1}$ (per definitie) |
| $e$                | elementair ladingsquantum                                 | $1,602176565 \cdot 10^{-19} \text{ C}$                                                                    |
| $F$                | constante van Faraday                                     | $9,64853365 \cdot 10^4 \text{ C mol}^{-1}$ $F = eN_A$                                                     |
| $a_0$              | atoomstraal H-atom (volgens Bohr)                         | $5,2917721092 \cdot 10^{-11} \text{ m}$                                                                   |
| $R_H$              | rydbergconstante voor waterstof                           | $1,096775834 \cdot 10^7 \text{ m}^{-1}$                                                                   |

### 1. AAN DE REKSTOK

5 pt

Een man van 75 kg laat de rekstok los in een volledig gestrekte positie A. Op het moment van loslaten is zijn hoeksnelheid gelijk aan  $\omega_A = 3,0 \text{ rad/s}$ . Even later heeft de man een houding als bij B aangenomen. Beschouw de man in situatie A als een rechte homogene staaf en in situatie B als een homogene schijf.

- Maak een beredeneerde schatting van de hoeksnelheid van de man in situatie B.



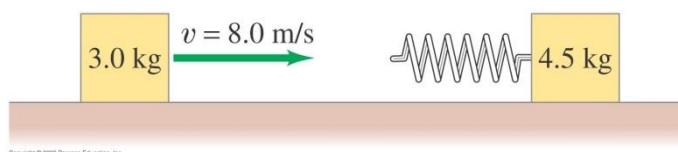
### 2. VEER EN BLOK

6 pt

Een blok met  $m_1 = 3,0 \text{ kg}$  glijdt over een wrijvingsloos tafelblad met een snelheid van  $v_1 = 8,0 \text{ m/s}$  in de richting van een tweede blok (in rust) met  $m_2 = 4,5 \text{ kg}$ .

Aan het tweede blok is een veer

bevestigd, die voldoet aan de wet van Hooke en een veerconstante van  $k = 8500 \text{ N/m}$  heeft. Deze schroefveer zal samengedrukt worden wanneer het bewegende blok er tegenaan botst, zie de figuur. Laat de massa van de veer buiten beschouwing.



- Hoe groot is de maximale indrukking  $x$  van de veer?
- Hoe groot zijn de uiteindelijke snelheden  $u_1$  en  $u_2$  van de blokken na de botsing?

### 3. ANTIGELUID

5 pt

Een geluidsbron produceert in alle richtingen geluid van 680 Hz. Op 10 m van de bron is het geluidsniveau 120 dB. De geluidssnelheid is 340 m/s.

- Bereken het akoestisch vermogen van de bron

Een waarnemer op 10 m afstand van de bron heeft last van het geluid. Hij laat halverwege tussen de bron en hemzelf een tweede bron plaatsen, die eveneens in alle richtingen uitzendt. Je mag aannemen dat de twee bronnen elkaars geluid niet verstoren. De waarnemer hoort nu niets meer.

- Welke relatie bestaat er tussen de fase van het geluid geproduceerd door beide bronnen?
- Bereken het akoestisch vermogen van de tweede bron.

De waarnemer verplaatst zich nu in een richting loodrecht op de lijn tussen beide bronnen.

- Hoe ver moet de waarnemer zich verplaatsen voor het geluid dat hij waarneemt uit beide bronnen voor het eerst in fase is? Je mag benaderingen toepassen.

**4. TWEETRAPSROCES****4 pt**

Een ideaal éénatomig gas, bestaande uit 2,8 mol met een volume van 0,086 m<sup>3</sup>, zet adiabatisch uit. De begin- en eindtemperatuur zijn respectievelijk 25 °C en –68 °C.

- Wat is het eindvolume van het gas?

**5. SPOEL EN CONDENSATOR****5 pt**

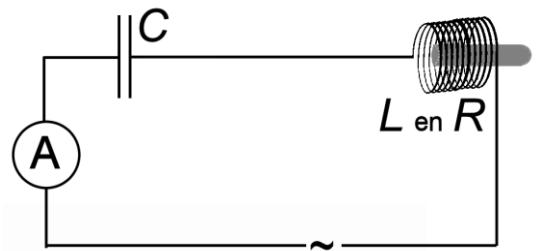
Een serieschakeling bestaat uit een condensator met capaciteit  $C$ , een spoel met weerstand  $R$  waarvan de coëfficiënt van zelfinductie  $L$  kan variëren door een weekijzeren staaf de spoel meer in of uit te schuiven en een wisselstroommeter met verwaarloosbare impedantie.

Een aangesloten wisselspanningsbron levert een sinusvormige spanning met topwaarde 2,0 V en een

frequentie van  $\frac{500}{2\pi}$  Hz. Als de inductie van de spoel wordt gewijzigd, blijkt dat bij een

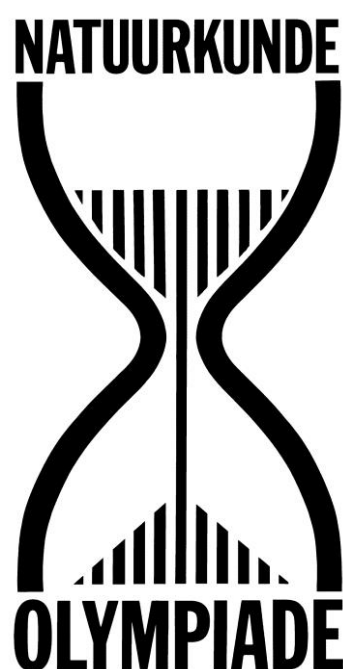
bepaalde waarde de stroommeter een maximum stroomsterkte aangeeft. Als je vanuit die stand de kern beweegt, blijkt dat bij twee standen van de kern de stroommeter een waarde aangeeft die  $\frac{1}{\sqrt{2}}$  van de topwaarde is. Eén stand correspondeert met een inductie in de spoel van  $L_1 = 0,9$  H en de andere stand met de waarde  $L_2 = 1,1$  H.

- Bereken de capaciteit  $C$  van de condensator en de weerstand  $R$  van de spoel.



**TWEEDE RONDE  
NATUURKUNDE OLYMPIADE  
2016**

**TOETS 2**



**20APRIL 2016  
13:15– 15:15 uur**

| <i>symbool</i>    | <i>naam</i>                                               | <i>waarde</i>                                                                                               |
|-------------------|-----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $G$               | gravitatieconstante                                       | $6,673\,84 \cdot 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$                                                    |
| $g$               | valversnelling (gemiddeld in Nederland)                   | $9,81 \text{ ms}^{-2}$                                                                                      |
| $p_0$             | standaarddruk                                             | $1,013\,25 \cdot 10^5 \text{ Pa}$                                                                           |
| $V_m$             | molair volume                                             |                                                                                                             |
|                   | • (ideaal gas bij $T = 273,15 \text{ K}$ en $p = p_0$ )   | $2,241\,396\,8 \cdot 10^{-2} \text{ m}^3 \text{ mol}^{-1}$                                                  |
|                   | • (gasvormige stof bij $T = 298 \text{ K}$ en $p = p_0$ ) | $2,45 \cdot 10^{-2} \text{ m}^3 \text{ mol}^{-1}$                                                           |
| $0^\circ\text{C}$ | smeltpunt van ijs ( $p = p_0$ )                           | $273,15 \text{ K}$                                                                                          |
| $N_A$             | constante van Avogadro                                    | $6,022\,141\,29 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$                                                             |
| $R$               | gasconstante                                              | $8,314\,462\,1 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$                                                           |
| $k_B$             | constante van Boltzmann                                   | $1,380\,648\,8 \cdot 10^{-23} \text{ J K}^{-1}$                                                             |
| $\sigma$          | constante van Stefan-Boltzmann                            | $5,670\,373 \cdot 10^{-8} \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-4}$                                                  |
| $k_W$             | constante van Wien                                        | $2,897\,772\,1 \cdot 10^{-3} \text{ m K}$                                                                   |
| $h$               | constante van Planck                                      | $6,626\,069\,57 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$                                                                  |
| $c$               | lichtsnelheid                                             | $2,997\,924\,58 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}$ (per definitie)                                                |
| $\epsilon_0$      | elektrische permittiviteit van het vacuüm                 | $8,854\,187\,817 \cdot 10^{-12} \text{ F m}^{-1}$                                                           |
| $f$               | constante in de wet van Coulomb                           | $8,987\,551\,787 \cdot 10^9 \text{ N m}^2 \text{ C}^{-2}$ $f = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$                    |
| $\mu_0$           | magnetische permeabiliteit van vacuüm                     | $1,256\,64 \cdot 10^{-6} \text{ H m}^{-1}$<br>$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ H m}^{-1}$ (per definitie) |
| $e$               | elementair ladingsquantum                                 | $1,602\,176\,565 \cdot 10^{-19} \text{ C}$                                                                  |
| $F$               | constante van Faraday                                     | $9,648\,533\,65 \cdot 10^4 \text{ C mol}^{-1}$ $F = e N_A$                                                  |
| $a_0$             | atoomstraal H-atoom (volgens Bohr)                        | $5,291\,772\,109\,2 \cdot 10^{-11} \text{ m}$                                                               |
| $R_H$             | rydbergconstante voor waterstof                           | $1,096\,775\,834 \cdot 10^7 \text{ m}^{-1}$                                                                 |

**6 EEN STAPEL PLANKEN****5 pt**

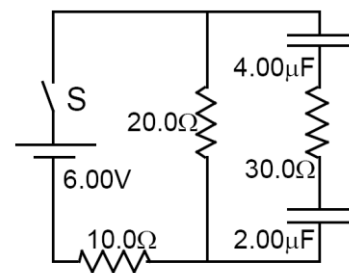
Een aantal identieke planken met elk massa  $m$  ligt op een stapel en is van bovenaf genummerd met  $1$  t/m  $M$ .

- Bereken de verhouding van de krachten die nodig zijn om plank  $n$  respectievelijk plank  $l$  uit de stapel te trekken, terwijl de andere planken op hun plaats gehouden worden.

**7 WEERSTANDEN EN CONDENSATOREN****5 pt**

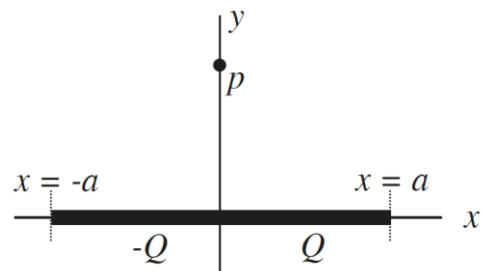
Hiernaast zie je een schakeling met weerstanden en condensatoren. Er is een spanningsbron met een spanning van  $6,00\text{V}$  opgenomen en een schakelaar  $S$  die in het begin open staat. De condensatoren zijn in eerste instantie ongeladen.

- Bereken de stroomsterkte door elke weerstand op het moment dat schakelaar  $S$  wordt gesloten.
- Bereken de grootte van de ladingen op de condensatoren nadat schakelaar  $S$  lange tijd gesloten is.

**8 LADINGEN LANGS EEN LIJN****5 pt**

Een positieve lijnlading met totale lading  $Q$  ligt uniform verdeeld langs de  $x$ -as, van  $x = 0$  tot  $x = a$ . Een negatieve lijnlading  $-Q$  ligt uniform verdeeld van  $x = 0$  tot  $x = -a$ . Het punt  $p(0, y)$  ligt op de positieve as.

- Beredeneer op basis van symmetrie wat geldt voor het veld in  $p$ :  $E_x = 0$  of  $E_y = 0$ .
- Leid af dat het veld in punt  $p(0, y)$  gegeven wordt door



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

**9 ZWEMBADPERIKELEN****5 pt**

Hiernaast zie je een foto die gemaakt is van iemand in een zwembad, schuin van opzij genomen. De fotograaf maakte de foto onder een hoek van  $40^\circ$  met het zwembad. De brekingsindex van water is  $1,3$ .

- Maak een gefundeerde schatting van de afstand van het hoofd dat gefotografeerd is tot de rand van het zwembad.



**10 DRAAD HEET STOKEN****5 pt**

In een lamp zit een 1,0 m lange wolfraamdraad ( $\rho = 5,6 \cdot 10^{-8} \Omega\text{m}$ ). Deze mag maximaal een temperatuur van 3100 K bereiken wanneer er een stroom van 15,0 A doorheen stroomt.

Veronderstel dat de draad alleen energie verliest door straling

(met emissiecoëfficiënt  $\varepsilon = 1,0$ ); en dat de omgevingstemperatuur 20 °C is.

- Welke diameter moet de draad dan hebben?