

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.**

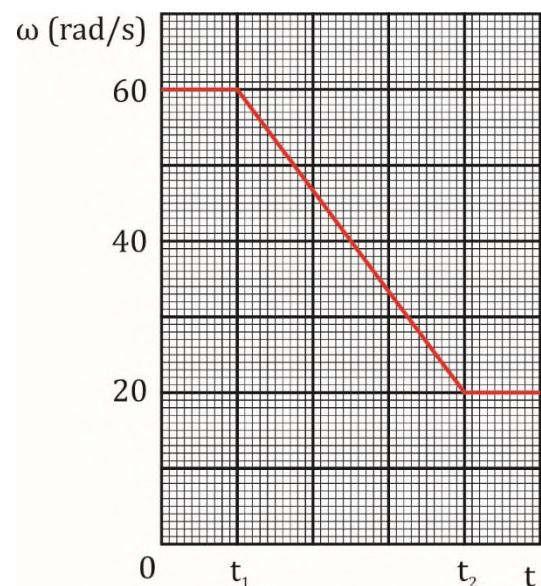
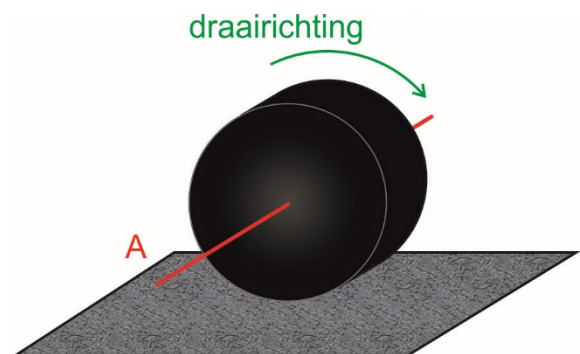
Opgave 1

De centrale verwarming van de familie Smit wordt gestookt met Gronings aardgas. Uit metingen blijkt dat de verwarmingsketel 3,87 m³ aardgas verbruikt per uur bedrijfstijd.

- a) **Bereken** het thermisch vermogen van de brander.
Het ketelrendement bedraagt 82%. Van alle bij de verbranding vrijkomende energie wordt dus 82% overgedragen aan het circulatiewater.
- b) Noem twee redenen waarom het rendement niet 100% bedraagt.
De ketel brandt enige tijd. Het warme water dat dan uit de ketel vertrekt heeft een temperatuur van 84 °C. Het koudere retourwater heeft een temperatuur van 65 °C.
- c) **Bereken** hoeveel kilogram water per seconde door de ketel wordt gepompt.

Opgave 2

Een massief, homogeen wiel draait wrijvingsloos met een hoeksnelheid van 60 rad/s om een horizontale as door A. Het draaiende wiel wordt op het tijdstip t_1 voorzichtig op een vlakke, horizontale ondergrond geplaatst en onmiddellijk losgelaten. Zie nevenstaande afbeelding. Het wiel slipt aanvankelijk op de ondergrond, waarbij de hoeksnelheid afneemt. Tegelijkertijd begint het wiel, ten gevolge van de wrijving met de ondergrond, al slappend voorwaarts te bewegen; in bovenstaande afbeelding is dit dus naar rechts. De wrijvingskracht bedraagt tijdens het slippen 100 N. Het wiel slipt van tijdstip t_1 tot het tijdstip t_2 . Tijdens het slippen neemt de hoeksnelheid eenparig af van 60 rad/s tot 20 rad/s. Zie nevenstaand diagram. De straal van het wiel is 30 cm; de massa van het wiel is 20 kg.



- a) **Teken** in de figuur op het antwoordpapier (na vraag c) de krachten die tijdens het slippen op het wiel werken. Geef een kracht van 100 N een lengte van 1,0 cm.

Het slippen duurt 1,2 s.

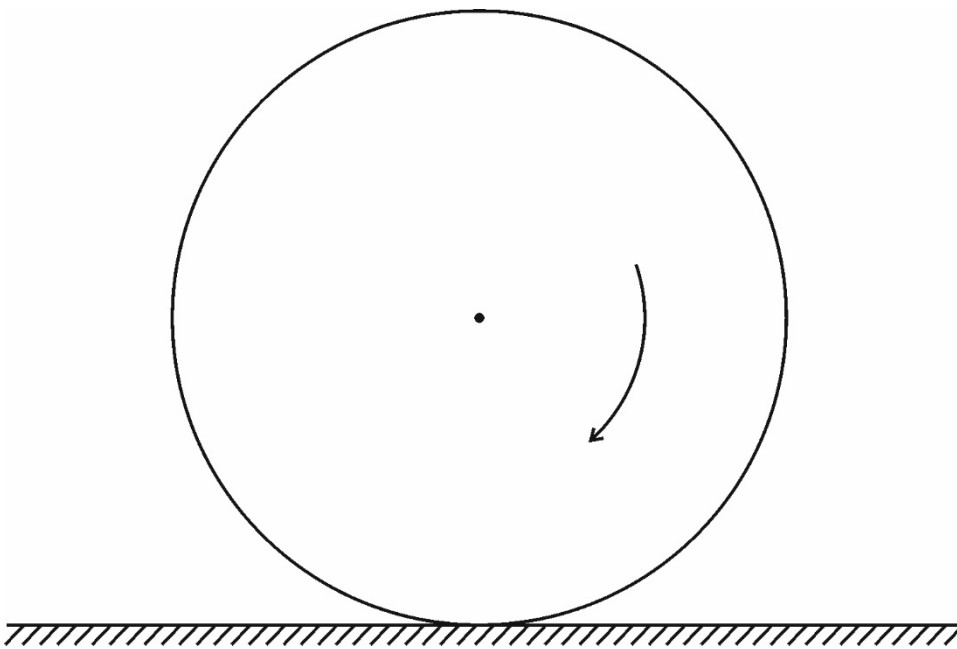
b) **Bereken** het aantal omwentelingen dat het wiel tijdens het slippen maakt.

De punten van de omtrek van het wiel nemen gelijktijdig deel aan twee bewegingen: enerzijds de rechte lijnige translatie van het wiel met snelheid v_{tr} en anderzijds de rotatie van het wiel met omtreksnelheid v_{ro} ten opzichte van de as door A.

Tijdens het slippen neemt de translatiesnelheid v_{tr} eenparig toe terwijl de omtreksnelheid v_{ro} eenparig afneemt.

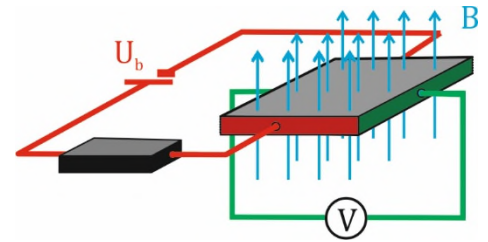
Het slippen stopt als voor de punten van de omtrek geldt dat $v_{tr} = v_{ro}$. Daarna rolt het wiel met constante translatiesnelheid verder.

c) **Bereken** de translatiesnelheid waarmee het wiel na het slippen verder rolt.



Opgave 3

Een koperen plaatje met een lengte van 3,00 cm, een breedte van 1,00 cm en een dikte van 2,00 mm wordt, samen met een serieweerstand, opgenomen in een stroomkring zoals weergegeven in nevenstaande afbeelding. De afbeelding is niet op schaal.



- a) **Bereken** de elektrische weerstand van het koperen plaatje in deze stroomkring.

Het koperen plaatje bevindt zich in een homogeen magneetveld zoals weergegeven in bovenstaande afbeelding.

De magnetische inductie van dit magneetveld bedraagt 0,750 T.

De spanning van U_b van de spanningsbron bedraagt 2,00 V.

De weerstandswaarde van de serieweerstand bedraagt 2,00 Ω .

- b) **Leg uit** dat de voltmeter een zekere spanning aan zal geven over de dwarsrichting van het koperen plaatje.

Koper draagt per atoom 2 elektronen bij aan de elektrische stroom.

- c) **Toon aan** dat in het koperen plaatje $1,02 \cdot 10^{23}$ elektronen deelnemen aan de elektrische stroom in lengterichting van het plaatje.

De stroomsterkte door bovenstaande schakeling bedraagt 1,00 A.

- d) **Toon aan** dat de gemiddelde snelheid waarmee een elektron in lengterichting door het koperen plaatje gaat gelijk is aan $1,84 \mu\text{m/s}$.

- e) **Bereken** de grootte van de spanning die de voltmeter weergeeft.

Hint: die spanning volgt uit een krachtenevenwicht.

Dit effect heet het Hall-effect en wordt veel gebruikt bij sensoren voor het meten van sterke magneetveld.