

Naam: _____ Klas: _____

Repetitie Wet van Bernoulli VWO (versie A)

Opgave 1

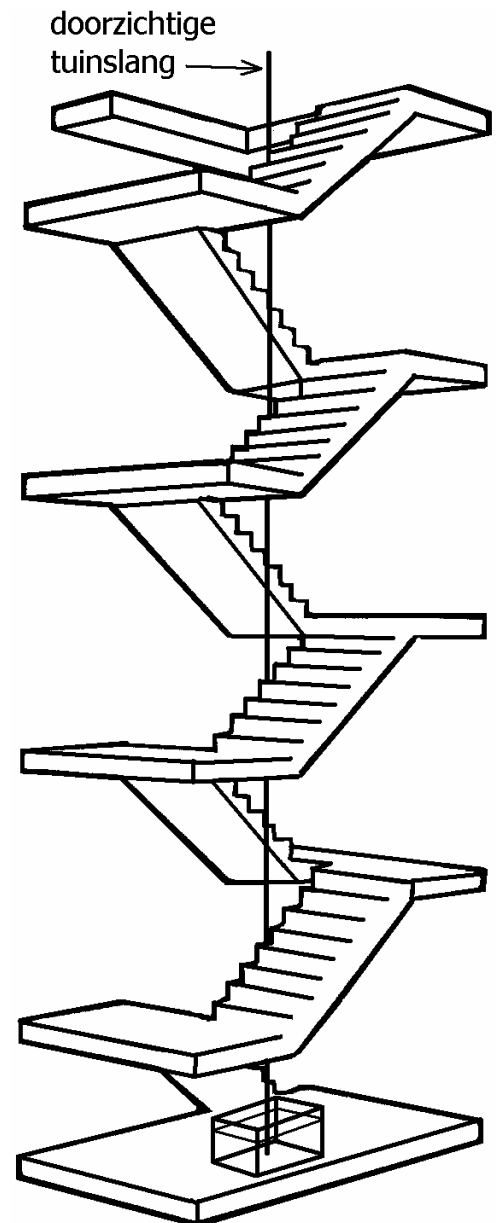
Klaas wil de barometer van Torricelli nabouwen maar dan met slaolie in plaats van kwik. Slaolie is veel lichter dan kwik. De dichtheid van slaolie is namelijk slechts 920 kg/m^3 . Daarom moet de kolom met slaolie veel hoger zijn dan de kwikkolom in de echte barometer van Torricelli. Klaas bouwt een opstelling zoals hiernaast is afgebeeld. Hij hangt een doorzichtige tuinslang in het trappenhuis van een hoog gebouw. Ook zet hij op de keldervloer onder het trappengat een aquarium. Dit aquarium vult hij voor de helft met slaolie.

Bij het vullen van de tuinslang met slaolie gaat Klaas als volgt te werk. Als eerste sluit hij de onderkant van de slang luchtdicht af met behulp van een klem en legt het uiteinde van de slang in het aquarium. Daarna loopt Klaas naar de bovenste verdieping. Daar giet hij slaolie in de tuinslang totdat deze helemaal vol zit. Dan sluit hij de bovenkant van de slang luchtdicht af met een sterke klem. Hij zorgt ervoor dat er geen lucht in de slang opgesloten zit. Ten slotte loopt Klaas weer naar beneden. Daar haalt hij de onderste klem weer los. Hij zorgt er wel voor dat het (onderste) uiteinde van de slang ondergedompeld is (en blijft) in het aquarium met slaolie.

Nu is de barometer klaar. Na het loshalen van de onderste klem zal de slaoliekolom in de slang eerst nog een stuk(je) dalen. Maar nadat de evenwichtssituatie is bereikt kan de luchtdruk uit de hoogte van het slaolieniveau in de slang bepaald worden.

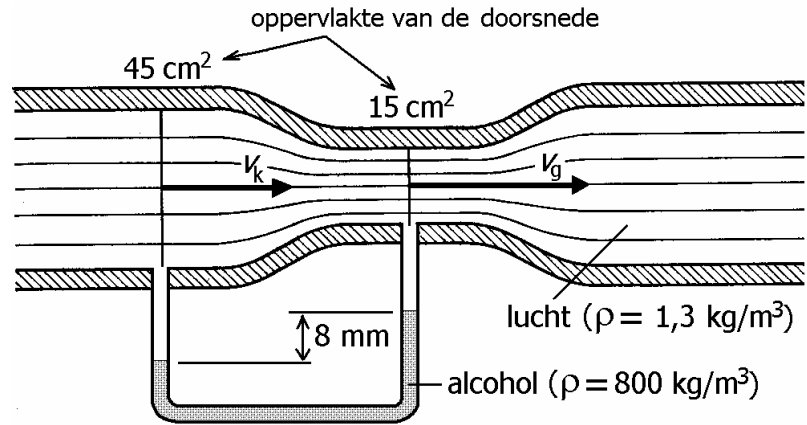
En dan eindelijk de opdracht.

Op een bepaalde dag is de luchtdruk van de dampkring 104500 Pa . Het slaolieniveau in het aquarium bevindt zich dan 35 cm boven de vloer van de kelder. Bereken hoe hoog het slaolieniveau in de slang zich dan boven de keldervloer bevindt.



Opgave 2

Deze opgave gaat over een venturimeter. Dat is een vernauwing in een buis waar vloeistof of gas doorheen stroomt. Door het drukverschil tussen de vernauwing en de brede buis te meten kan de stroomsnelheid van de vloeistof of het gas bepaald worden. Zie de figuur hiernaast.



In deze opgave stroomt er lucht door de buis. Het drukverschil tussen de brede buis en de vernauwing wordt bepaald met een U-buis die gevuld is met alcohol. Alle verdere gegevens staan in de figuur.

a.

Toon aan dat het drukverschil tussen de brede buis en de vernauwing 63 Pa is.

b.

Laat met een (kleine) berekening zien dat de lucht in de vernauwing drie keer zo snel stroomt als de lucht in de brede buis. Gebruik hierbij de gegevens uit de figuur. Gebruik niet de wet van Bernoulli.

c.

Bereken met de formule van Bernoulli de snelheid van de lucht in de brede buis.

Gebruik hierbij het volgende verband tussen v_k en v_g (dit volgt uit vraag b).

$$v_g^2 - v_k^2 = 8 \cdot v_k^2$$

Hierbij is v_k de snelheid in de brede buis en v_g de snelheid in de vernauwing (k = klein en g = groot).

Opgave 3

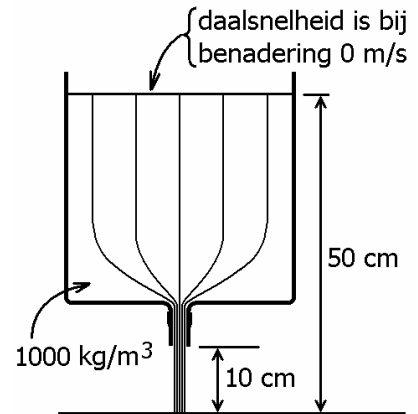
Als je een paraplu in de wind houdt, heeft de paraplu de neiging omhoog te bewegen. Zie bijvoorbeeld de tekening hiernaast waarin een waterskier door een paraplu de lucht in wordt getrokken.

Leg hieronder stapsgewijs (kort maar volledig) uit waarom de paraplu bij een zijwind gaat stijgen.



Opgave 4

In de figuur hiernaast stroomt er water uit een bak. Ook zijn een aantal stroomlijnen getekend. Aan de opening in de bodem is een stukje tuinslang bevestigd. Zie de figuur voor verdere gegevens. Bereken met de wet van Bernoulli de snelheid (in meter per seconde) waarmee het water uit de tuinslang stroomt. Verwaarloos hierbij de daalsnelheid van het wateroppervlak.



Antwoorden op de opgaven (VWO versie A)

Opgave 1

$$\Delta h = \frac{\Delta p}{\rho \cdot g} = \frac{104500 \text{ Pa}}{920 \text{ kg/m}^3 \cdot 9,8 \text{ N/kg}} = 11,59 \text{ m} = 1159 \text{ cm}$$

dus $1159 \text{ cm} + 35 \text{ cm} = 1194 \text{ cm}$.

Opgave 2

a.

$$\Delta p = \rho \cdot g \cdot \Delta h = 800 \text{ kg/m}^3 \cdot 9,8 \text{ N/kg} \cdot 0,008 \text{ m} = 63 \text{ Pa}$$

b.

$$\frac{45 \text{ cm}^2}{15 \text{ cm}^2} = 3$$

c.

$$\Delta p = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot (v_g^2 - v_k^2)$$

$$\Delta p = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot 8 \cdot v_k^2$$

$$63 = \frac{1}{2} \cdot 1,3 \cdot 8 \cdot v_k^2$$

$$v_k = 3,5 \text{ m/s}$$

Opgave 3

De lucht stroomt aan de bovenkant van de paraplu het snelst.

De druk is aan de bovenkant van de paraplu dus het kleinst.

Opgave 4

$$\Delta p_v = \Delta p_h$$

$$\frac{1}{2} \cdot \rho \cdot (v_g^2 - v_k^2) = \rho \cdot g \cdot \Delta h$$

$$\frac{1}{2} \cdot v_g^2 = g \cdot \Delta h$$

$$\frac{1}{2} \cdot v_g^2 = 9,8 \text{ N/kg} \cdot 0,40 \text{ m}$$

$$v_g = 2,8 \text{ m/s}$$