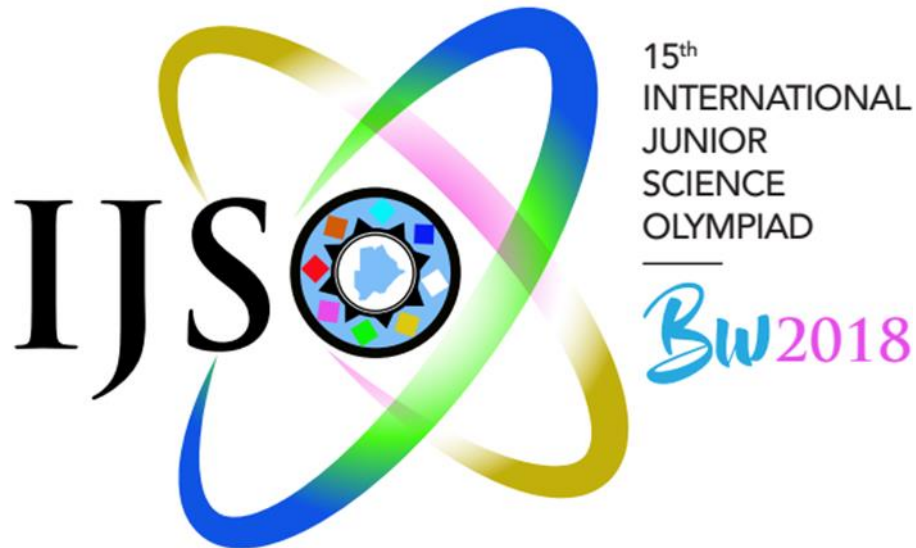


15^e INTERNATIONAL JUNIOR SCIENCE OLYMPIAD

IJSO-2018



Ontdekking, Innovatie en Milieu

Theorietoets

– Opgavenblad –

6 december 2018

Sla de pagina niet om voordat een fluitsignaal is gegeven.
Anders worden en strafpunten toegekend.

1. Je krijgt 10 minuten om de “TOETSREGELS”, “TOETSINSTRUCTIES” en “INSTRUCTIE REKENMACHINE” op pagina’s 1 t/m 3 door te lezen.
2. Begin NIET met het beantwoorden van de vragen, voordat het “START” fluitsignaal is gegeven. Anders worden en strafpunten toegekend.



15^e International Junior Science
Olympiad
University of Botswana
6 december 2018

Theorietoets
Tijd : 3 uur
Punten : 30
Pagina 1

Opgaven

TOETSREGELS

1. Je mag geen hulpmiddelen meenemen behalve persoonlijke medicijnen en/of medische hulpmiddelen.
2. Je moet gaan zitten op de plaats die aan jou is toegewezen.
3. Voor aanvang van de toets, controleer je de werkplek en de door de organisatie verstrekte hulpmiddelen (pen, rekenmachine en kladpapier).
4. Begin NIET met de toets voordat het “START” fluitsignaal is gegeven.
5. Tijdens de toets mag je het toetslokaal niet verlaten, behalve in noodgevallen. Bij een noodgeval zal een surveillant je begeleiden.
6. Je mag andere deelnemers niet hinderen. Als assistentie nodig is, steek dan je hand op en wacht op een surveillant die je zal helpen.
7. Er is geen discussie mogelijk over de opgaven. Je blijft tot het einde van de toets op je plaats zitten, ook al ben je klaar met de toets.
8. Aan het einde van de toets, wordt een “STOP” signaal gegeven. Als het signaal is gegeven mag er niets meer geschreven of gewijzigd worden. Laat de opgaven, antwoordbladen en de verstrekte hulpmiddelen (pen, rekenmachine en kladpapier) ordelijk op het bureau achter. Verlaat de zaal niet voor alle antwoordbladen zijn opgehaald



Opgaven

TOETSINSTRUCTIES

1. Na het “**START**” signaal heb je 3 uur de tijd.
2. Gebruik alleen de door de organisatie verstrekte pen en potlood.
3. Controleer of op je antwoordblad je naam, je code en de naam van je land genoteerd staat en zet een handtekening. Steek je hand op als je geen antwoordblad hebt.
4. Alleen het antwoordblad wordt beoordeeld. Gebruik het kladpapier voordat je je antwoorden op het antwoordblad schrijft.
5. Het totaal aantal vragen is 12. Controleer dat je een complete set hebt van alle toetsvragen (17 pagina's, pagina 5 – 17) nadat het “**START**” signaal is gegeven. Steek je hand op als je pagina's mist.

INSTRUCTIE REKENMACHINE

1. Zet aan: toets .
2. Zet uit: toets .
3. Wis gegevens: toets .
4. Optellen, aftrekken, vermenigvuldigen, delen

Voorbeeld 1) $45 + \frac{285}{3}$

45 285 3

140

Voorbeeld 2) $\frac{18+6}{15-8}$

(18 6 (15 8

3.428571429

Voorbeeld 3) $42 \times (-5) + 120$

42 5 120

-90

42 (- 5 120

-90



Opgaven

5. Exponent

Voorbeeld 1) $8,6^{-2}$

ON/C 8.6 y^x 2 +/- =

0.013520822

Voorbeeld 2) $6,1 \times 10^{23}$

ON/C 6.1 \times 10 y^x 23 =

6.1×10^{23}

6. Voor het wissen van een getal/functie, moet je de cursor naar (te wissen) getal/functie brengen, toets dan **DEL**. Als de cursor direct rechts van een getal/functie staat, functioneert de **DEL** toets als backspace toets.

Constanten en formules

$$R = 0.082 \text{ L} \cdot \text{atm} \cdot \text{mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$$

$$R = 8.314 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$$

$$1 \text{ atm.} = 101325 \text{ Pa}$$

De wet van Henry geeft de concentratie = $K \cdot P$

Met K een constante waarde voor een bepaalde vloeistof en P de druk van het gas.

Sla deze bladzijde NIET om, voordat het "START" fluitsignaal is gegeven.
Anders worden er strafpunten toegekend.

Opgaven

BIOLOGIE

Q1.[1,5 punten]

De Okavango delta in Botswana is 's werelds grootste binnendelta en in 2014 op de UNESCO werelderfgoedlijst geplaatst. Het is een leefomgeving voor verschillende planten- en diersoorten waardoor de omgeving een toeristische trekpleister is. De moerassen van de Okavango Delta kunnen wel 7 meter diep zijn, met op de bodem dode dieren en plantmateriaal welke worden afgebroken tot biogas, deze bellen die hierdoor ontstaan kunnen gezien worden door toeristen tijdens een boottocht.



Bron: <http://www.wafb.com/>

a) [0,3 punten] Kies twee (2) van de gassen uit onderstaande lijst welke de belangrijkste bestanddelen zijn van het gas in de bellen. Schrijf de juiste letters in de overeenkomstige vakken op het antwoordblad.

- A. C_3H_8
- B. CH_4
- C. CO
- D. CO_2
- E. H_2
- F. O_2



Opgaven

b) [0,3 punten] Waarvoor kan biogas op een nuttige manier gebruikt worden door mensen?

Selecteer drie (3) antwoorden door in de vakken op het antwoordblad de bijbehorende letters te schrijven.

- A. Verwarming
- B. Fermentatie
- C. Koken
- D. Brandstof voor auto's
- E. Kunstmest
- F. Zuivering

c) [0,4 punten] Plantaardig en dierlijk materiaal wordt afgebroken door bacteriën op de bodem van het moeras. Bepaal welk van de volgende stellingen, betreffende het afbraakproces, juist of onjuist zijn door een kruis te zetten in het bijbehorende vak op het antwoordformulier.

- A. De afbraak van plantaardig en dierlijk materiaal op de bodem van het moeras is een aeroob proces.
- B. De gassen geproduceerd tijdens de afbraak zijn afvalproducten van de stofwisseling van de bacterie.
- C. De biochemische afbraakprocessen van plantaardig en dierlijk materiaal door bacteriën hebben geen watermoleculen nodig.
- D. Bacteriën die plantaardig en dierlijk materiaal afbreken op de bodem van het moeras ontvangen meer energie door de afbraak in vergelijking met bacteriën die hetzelfde plantaardig en dierlijk materiaal afbreken aan het oppervlak.



Opgaven

d) [0,25 punten] De bacteriën verantwoordelijk voor de productie van biogas hebben een hogere activiteit bij bepaalde temperaturen, en daardoor ook een hogere snelheid van de biogasproductie. Gedurende een aantal jaren heeft een gids waargenomen dat het bubbelen intensiever is tijdens de zomermaanden.

Hieronder staan een aantal mogelijke verklaringen voor deze observatie. Geef op het antwoordformulier aan of de mogelijke verklaringen juist of onjuist zijn door en kruis te zetten in het bijbehorende vak.

- A. De bacteriën kunnen zich sneller vermenigvuldigen als gevolg van de hogere temperatuur.
- B. De enzymen in de bacteriën werken bijna op hun optimale snelheid.
- C. Er worden meer enzym-substraatcomplexen gevormd waardoor er meer biogas gevormd kan worden.
- D. De kinetische energie van het enzym en substraatmolecuul is omlaag gegaan.
- E. De enzymen in de bacteriën beginnen te af te breken.

e) Waterstofperoxide is een reactief type oxide dat bacteriën kan doden die niet de enzymatische mogelijkheden hebben om het af te breken. Wanneer een plaatselijk watermonster, welke bacteriën bevat die zonder aanwezigheid van zuurstof plantaardig en dierlijk materiaal kunnen afbreken, in een druppel waterstofperoxide wordt geplaatst was er geen luchtbelontwikkeling te zien.

[0,25 punten] Wat is de meest waarschijnlijke verklaring voor deze waarneming? Schrijf de bijbehorende letter in het vak op het antwoordblad.

- A. De aanwezigheid van een actief gen coderend voor katalase
- B. De afwezigheid van een actief coderend gen voor katalase
- C. Het vormen van bellen is niet afhankelijk van de aanwezigheid van katalase.



Opgaven

Q2. [3,25 punten]

De genetische structuur van een populatie kan bepaald worden met behulp van de genotype- en allelfrequenties binnen een populatie. In een populatie hebben 350 van de individuen het genotype AA, 100 hebben genotype Aa en 150 individuen het genotype aa.

a) Wat zijn de frequenties van de volgende genotypes in deze populatie?

a-1) [0,25 punten] AA

a-2) [0,25 punten] Aa

a-3) [0,25 punten] aa

b) Wat zijn de frequenties van de allelen in deze populatie?

b-1) [0,5 punten] A

b-2) [0,5 punten] a

c) Een populatie bereikt een genetisch evenwicht wanneer de genotype- en allelfrequenties niet veranderen in de loop van de tijd.

De Hardy-Weinberg formule ($p^2 + 2pq + q^2 = 1$; waarbij p staat voor de frequentie van het ene allel en q staat voor de frequentie van het andere allel) laat de verhouding van genotypes zien van een populatie in een genetisch evenwicht, wat betekent dat allel- en genotypefrequenties constant blijven gedurende de tijd. De verwachte frequenties van de homozygote genotypes worden aangeduid met p^2 en q^2 . De verwachte frequentie van het heterozygote genotype wordt aangeduid met $2pq$.

Welke genotypefrequenties worden er verwacht wanneer deze populatie in een genetisch evenwicht is?

c-1) [0,5 punten] AA

c-2) [0,5 punten] Aa

c-3) [0,5 punten] aa

Opgaven

Q3. [3,75 punten]

In het verleden is de populatie van de Afrikaanse olifant (*Loxodonta africana*) uit Chobe Nationaal Park in Botswana bijgehouden, de data staan weergegeven in onderstaande tabel. Het Chobe Nationaal Park neemt een gebied van 11700 km² in beslag.

Jaar	1990	1995	2000	2005	2008	2010
Populatiegrootte	24500	26650	28650	29000	29500	31000

- a-1) [1,0 punten]** Teken een grafiek met behulp van bovenstaande data waarin de populatiegrootte is uitgezet tegen het jaartal. Gebruik hiervoor het gekregen grafiekpapier.
- a-2) [0,5 punten]** Teken een trendlijn met behulp van deze data en bepaal de vergelijking van de trendlijn.
- a-3) [0,25 punten]** Wat was de gemiddelde groeisnelheid van de olifantenpopulatie van 1990 tot en met 2010?
- a-4) [0,5 punten]** Wat is de verwachte grootte van de olifantenpopulatie in 2019?
- b) [0,5 punten]** Bereken het verschil in dichtheid van de olifantenpopulatie in het Chobe Nationaal Park in 1995 en 2010.
- c) [0,5 punten]** In een vegetatie bewoond door olifanten zijn veel dode grote bomen te zien. Dit komt doordat olifanten gedurende de droge maanden boomschors gebruiken als voeding. Waardoor de bomen uiteindelijk sterven. Olifanten consumeren gemiddeld 200 kg/dag aan voedsel, waarvan 35% bestaat uit boomschors.

Bereken de totale hoeveelheid afgestroopte boomschors in 1995.

- d) [0,5 punten]** Van de 200 kg geconsumeerd materiaal komt zo'n 136 kg terug in het milieu als afval. Hoewel dit misschien goed is op het gebied van voedingsdynamiek, is er risico op brandgevaar vanwege opeenhoping van al het dode materiaal.

Bereken het percentage daadwerkelijk materiaal benut door de olifant per dag.



Opgaven

Q4. [1,5 punten]

Dierlijke cellen worden omgeven door een celmembraan. Moleculen in het membraan zijn op een specifieke manier georiënteerd of gepositioneerd afhankelijk van hun eigenschappen en functies.

Hieronder staat een lijst met termen die geassocieerd kunnen worden met het celmembraan. Bepaal voor elk van deze termen of ze overeenstemmen met de binnenzijde van het membraan (in het membraan) of het buitenoppervlak van het membraan. Zet dit in de daarvoor bestemde tabel op het antwoordformulier. De onderstaande termen worden geassocieerd met één, beide of geen van de gedeeltes. Vul de tabel op het antwoordblad in, gebruik “+” als de term van toepassing is en “0” als de term niet van toepassing is.

	Binnenzijde	Buitenoppervlak
Hydrofoob		
Hydrofiel		
Vetzuurstaarten		
Ribosomen		
Ionkanalen		
Oligosacchariden		

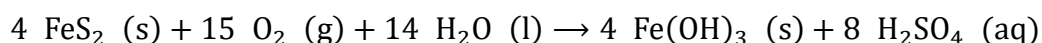


Opgaven

SCHEIKUNDE

AMD en luchtvervuiling in een nikkelmijn

Q5 [8 punten] Zuur afval uit de mijnbouw (Acid Mine Drainage, AMD) is algemeen erkent als een van de grootste milieuproblemen veroorzaakt door mijnbouw wereldwijd. IJzersulfides (pyriet) zijn mineralen die AMD veroorzaken. Deze mineralen zijn stabiel en onoplosbaar als ze niet in contact komen met water en zuurstof uit de atmosfeer. Als pyrietrijk afval wordt blootgesteld aan zuurstof en water, in aanwezigheid van *Thiobacillus ferrooxidans* bacteriën, wordt AMD geproduceerd door oxidatie van pyriet:



BCL Limited, een koper-nikkelmijn in Botswana, delft en produceert 450 ton erts per dag en heeft last van dit AMD probleem. Het vaste afval dat in de koper-nikkelconcentreringsfabriek wordt geproduceerd bevat 5,00% pyriet. Hierdoor heeft BCL de volgende problemen:

- Geneutraliseerd water werd geloosd in openbaar water met een snelheid van 300 m³ per uur. De kwaliteit van het afvoerwater voldeed niet aan de gestelde voorwaarde van maximaal 500 mg/L sulfaat.
- De kosten van de neutralisatie waren te hoog door kalk dat moest worden geïmporteerd.
- Overmatige zuurlekkage resulteerde in achteruitgang van de grond rondom de mijn.

Om deze problemen tegen te gaan, heeft BCL een nieuwe chemische neutralisatiefabriek gebouwd, die 50 m³ AMD per uur behandelt. Dit verloopt in verschillende stappen, zoals hieronder is weergegeven:

- Neutralisatie van zuur met kalksteen:
$$\text{CaCO}_3(\text{s}) + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq}) \rightarrow \text{CaSO}_4(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$$
- IJzer(III) vormt een neerslag volgens de reactievergelijking hieronder:
$$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 (\text{aq}) + 3 \text{CaCO}_3(\text{s}) + 3 \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow 2 \text{Fe}(\text{OH})_3(\text{s}) + 3 \text{CaSO}_4(\text{s}) + 3 \text{CO}_2(\text{g})$$

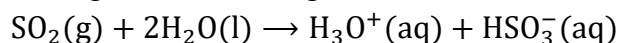


Opgaven

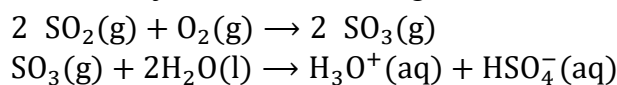
Tijdens het draaien van deze fabriek (met stroomsnelheid van 50 m³ per uur) werd rood meerwater als looswater gebruikt. Dit water heeft een lage concentratie ijzer(II) (100 mg/L). Het volgende werd vastgesteld:

- Het zuurgehalte ging omlaag van 1100 mg/L naar 50,0 mg/L (gemeten in CaCO₃-omzetting)
- De pH ging omhoog van 1,9 naar 6,0

Verder is vastgesteld dat de BCL smelterij per jaar, direct en indirect, 534.000 ton zwaveldioxide en 330.000 ton koolstofdioxide uitstootte in de atmosfeer. Zwaveldioxide kan met water worden omgezet tot zwaveligzuur, een zwak zuur:



Daarnaast kan zwaveldioxide, in de aanwezigheid van specifieke materie en aerosolen, reageren met zuurstof uit de atmosfeer, waarbij zwaveltrioxide wordt gevormd. Dit kan op zijn beurt reageren met water, waarbij zwavelzuur wordt gevormd:



Zwavelzuur is een sterk zuur dat bijzonder schadelijk is voor de grond, omdat het ervoor zorgt dat de calciumionen uit de grond gespoeld worden. De meeste grond bevat kleideeltjes, die omgeven zijn door lagen van ionen, waaronder Ca²⁺. De meeste calciumionen worden vervangen door waterstofionen, afkomstig van zwavelzuur.

[Vragen]

5a. [0,5 punten] In plaats van kalksteen kan ook calciumhydroxide worden gebruikt. Geef de kloppende reactievergelijking voor de neutralisatiereactie en voor de neerslagreactie.

5b. [1,75 punten] Stel de BCL produceert 1,00 ton vast afval in de koper-nikkelfabriek, wat is dan de massa in kilogrammen aan Fe(OH)₃ dat wordt geproduceerd door de oxidatie van pyriet?

5c. [0,5 punten] Bereken de massa (in grammen) van opgelost ijzer(II) dat in de chemische neutralisatiefabriek wordt gepompt in 2 uur, met de eerder genoemde stroomsnelheid waarbij rood meerwater als looswater wordt gebruikt?

5d. [1,0 punten] Als rood meerwater met een ijzer(II) concentratie van 100 mg/L wordt



Opgaven

gebruikt als looswater in de chemische neutralisatiefabriek blijkt dat de pH van het afvalwater stijgt van 1,9 naar 6,0. Hoeveel mol H⁺ ionen wordt er dan geneutraliseerd per liter oplossing?

5e. Onderzoeken hebben laten zien dat de reactiesnelheid van een biologische oxidatie van ijzer(II) kan worden weergegeven als:

$$\text{reactiesnelheid} = -\frac{d[\text{Fe}^{2+}]}{dt} = kA[\text{Fe}^{2+}][\text{O}_2]^{0,5}$$

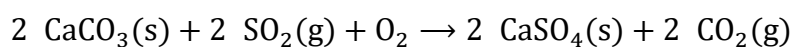
Hierin is k de snelheidsconstante, A het reactoroppervlak, $[\text{Fe}^{2+}]$ de concentratie ijzer(II) en $[\text{O}_2]$ de concentratie zuurstof.

5e-1. [0,15 punten] Wat is de orde van de reactie met betrekking tot ijzer(II)? Druk je antwoord uit in een nummer.

5e-2. [0,25 punten] De maximum snelheid van de ijzer(II) oxidatie bij BCL is bepaald op 16,1 molL⁻¹s⁻¹. Wat is de reactiesnelheid als het reactoroppervlak wordt verdubbeld, waarbij het volume constant wordt gehouden?

5e-3. [0,5 punten] Wat is de reactiesnelheid als de druk van het zuurstofgas wordt verdubbeld?

5f. [2,0 punten] Bij een proces, waarbij SO₂ wordt verwijderd uit de uitstoot van kolengestookte fabrieken, wordt de uitstoot door een natte calciumcarbonaatslurrie geleid, waarbij de volgende reactie optreedt:



De BCL heeft verpoederd calciumcarbonaat gebruikt, een bijproduct van de papierindustrie. Het bevatte 35,0 massa-% onzuiverheden. Wat is de massa in ton van het calciumcarbonaat dat nodig is om één ton zwaveldioxide te verwijderen als het verwijderingsproces voor 90,0% efficiënt is?



Opgaven

Een student doet een onderzoek naar de ontleding van calciumcarbonaat. Hiervoor deed de student een monster van 50,0 gram verpoederd CaCO_3 in een stevig vat van 1,00 L. De student sloot het vat af en pompte alle gassen eruit. Daarna verwarmde de student het vat in een oven op 1100 K. Tijdens het opwarmen van het vat werd de totale druk van het CO_2 gas gemeten gedurende de tijd. De druk liep gestaag op en bereikte een maximum van 1,04 atm. na 12 minuten. Bij verder verwarmen bleef de druk constant.

De student herhaalde dit experiment, maar deze keer gebruikte de student een monster van 100,0 g verpoederd CaCO_3 . In dit experiment was de uiteindelijke druk 1,04 atm., dezelfde uiteindelijke druk als in het eerste experiment.

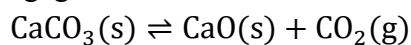
5g. [0,6 punten] Bereken het aantal mol CO_2 gas aanwezig in het vat na 20 minuten verwarmen.

5h. Na 20 minuten werd er een beetje CO_2 gas in het vat geïnjecteerd, waardoor de druk in eerste instantie steeg tot 1,5 atm., bij constante temperatuur.

5h-1. [0,25 punten] Wat zal de uiteindelijke druk in het vat zijn? Kruis het juiste antwoord aan.

Kleiner dan 1,04 atm.	<input type="checkbox"/>
Groter dan 1,04 atm.	<input type="checkbox"/>
Gelijk aan 1,04 atm.	<input type="checkbox"/>

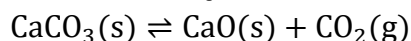
5h-2. [0,25 punten] In welke richting zal het evenwicht verschuiven, in de hieronder weergegeven reactie?



Kruis het juiste antwoord aan.

Rechts (kant van de producten)	<input type="checkbox"/>
Links (kant van de beginstof)	<input type="checkbox"/>
Geen verschuiving	<input type="checkbox"/>

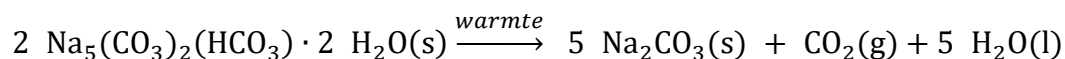
5i. [0,25 punten] De evenwichtsconstante kan worden uitgedrukt in partiële druk (K_p), op dezelfde manier als deze kan worden uitgedrukt in concentratie (K_c). Bereken de waarde van de evenwichtsconstante, K_p , voor de ontleding van CaCO_3 bij 1100 K.





Opgaven

6. [1,5 punten] Het mineraal trona is een bron van natriumcarbonaat. Zie de reactievergelijking hieronder:



Wat is de massa in kilogram natriumcarbonaat dat kan worden gevormd uit 0,850 ton trona?

7. [0,5 punten] Door het oplossen van koolstofdioxide uit de atmosfeer in water ontstaat koolzuur in regenwater.

De partiële druk van CO_2 in lucht verzadigd met waterdamp bij 25 °C is $3,04 \cdot 10^{-4}$ atm. De constante van Henry voor CO_2 in water is $2,3 \cdot 10^{-2}$ mol L^{-1} atm $^{-1}$. Wat is de concentratie van koolzuur in lucht verzadigd met waterdamp bij 25 °C?

Opgaven

NATUURKUNDE

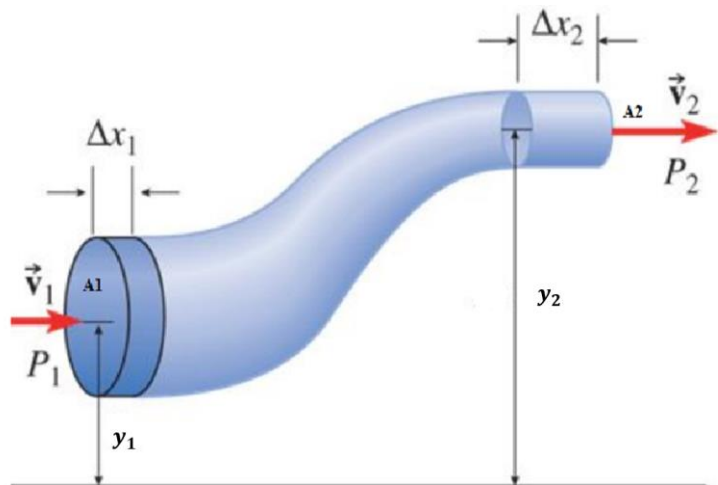
Q8 [1,40 punten] De sirene van een ambulance zendt een geluid van 300,0 Hz uit. De ambulance beweegt met een snelheid van 90,0 km/h naar een stilstaande waarnemer. De temperatuur van de lucht is 38,0 °C en de snelheid van geluid kan worden berekend met:

$$v_s = 331,3 + 0,606 \cdot T_c$$

Bereken de frequentie van het geluid dat de waarnemer hoort wanneer de ambulance de waarnemer nadert.

Q9 [1,55 punten] Een autobestuurder rijdt over een vlakke weg met een snelheid van 33,2 m/s en ziet dat 60,0 m voor de auto een koe de weg oversteekt. De reactietijd van de bestuurder is 0,20 s. Neem aan dat de auto met een eenparig versnelde beweging afremt. Bereken de versnelling van de auto als deze vlak voor de koe stil staat.

Q10 [2,55 punten] Een boer in Molembo pompt water vanuit de Okavango rivier naar zijn boerderij. De diameter van de buis neemt af van 0,35 m tot 0,25 m (zie figuur rechts). De boerderij ligt op een hoogte van 960,0 m en de rivier ligt op een hoogte van 940,0 m boven zeeniveau. De pomp geeft een overdruk van 670 kPa. De druk P , de snelheid v , en de dichtheid van het water ρ (1000 kg/m³) en de hoogte y kunnen uitgedrukt worden in de vergelijking van Bernoulli:



$$\frac{P}{\rho} + \frac{1}{2}v^2 + gy = \text{constant}$$



Opgaven

Het volumedebiet Q van het water dat door de buis stroomt kan beschreven worden met de continuïteitsvergelijking:

$$Q = A_1 v_1 = A_2 v_2$$

Hierin zijn A_1 en A_2 de oppervlaktes van de dwarsdoorsnedes van de buis. (neem aan dat het water niet samendrukbaar is en laminair stroomt. Neem voor de versnelling ten gevolge van de zwaartekracht $g = 9,80 \text{ m/s}^2$)

Stel dat de water met een snelheid $v = 1,30 \text{ m/s}$ uit de rivier in de buis wordt gepompt.

- [0,85 punten]** Bereken de snelheid van het water door de buis bij de boerderij.
- [0,9 punten]** Bereken de overdruk van het water bij de boerderij.
- [0,8 punten]** Bereken de tijd die nodig is om een reservoir van 50.000 liter bij de boerderij te vullen.

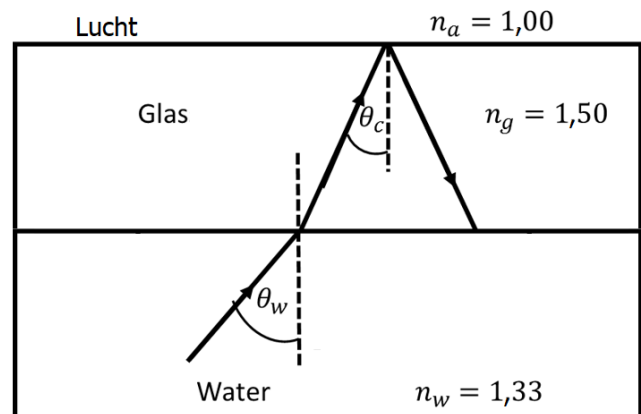
Q11 [1,9 punten] Een spel is zo ontworpen, dat een bal A met een massa van 60 g botst centraal op een bal B met een massa van 20 g. Bal B ligt stil op de rand van een tafel met hoogte 1,225 m. Om het spel te winnen dient bal A na de centrale botsing op de grond te vallen op een horizontale afstand van 1,0 m vanaf de rand van de tafel. Bal B dient op de grond te vallen op een horizontale afstand van 2,0 m vanaf de rand van de tafel. Bereken de snelheid van bal A vlak voordat deze bal B raakt zodat de speler kan winnen. (Neem voor de versnelling ten gevolge van de zwaartekracht $g = 9,80 \text{ m/s}^2$)

Opgaven

Q12 [2,6 punten]

- a) [1,1 punten] Een student plaatst een zaklamp onder water met een hoek θ_w . De lichtstraal valt in op een glazen plaat zoals in het figuur hiernaast te zien is. De student ziet dat de lichtstraal intern wordt gereflecteerd of door het glas heen gaat wanneer de hoek θ_w wordt gevarieerd.

Wat is de minimale hoek θ_w waarbij de lichtstraal volledige interne reflectie ondervindt bij de glas-lucht grenslaag.



- b) [1,5 punten] Wanneer een inkomende lichtstraal vanuit lucht onder een invalshoek θ_1 invalt op een rechthoekig stuk glas met dikte t , wordt deze gebroken op het oppervlak lucht-glas onder een hoek van breking θ_2 .
- b-1) [0,6 punten]** Maak een schematische tekening met een invallende lichtstraal en teken het pad van deze lichtstraal door en na het stuk glas. Geef de hoeken θ_1 en θ_2 aan in de tekening.
- b-2) [0,9 punten]** Bepaal de formule voor de loodrechte verschuiving s tussen de verlengde invallende lichtstraal en de uitredende lichtstraal vanuit het stuk glas. Geef de formule in termen van θ_1 , θ_2 en t .