

Voorbeeldtoets analysetechnieken (vwo)

Opgave 1 spectrofotometrie met fosfaat

Fosfaat is belangrijk voor planten. Het komt dan ook veel voor in (kunst)mest. Wereldwijd dreigt een tekort aan fosfaat. Een RWZI (rioolwaterzuiveringsbedrijf) probeert daarom fosfaat terug te winnen uit afvalwater. Het is daarvoor belangrijk om te weten hoeveel fosfaat er in het afvalwater zit. Een medewerkster van het RWZI wil dit meten en vindt daarvoor het volgende voorschrift:

Fosfaationen vormen in sterk zuur milieu met molybdaationen een geel gekleurd complex. Dat reageert met ascorbinezuur tot een blauw gekleurd complex. Met spectrofotometrie kan op deze manier de fosfaatconcentratie in een oplossing worden gemeten. De volgende oplossingen zijn noodzakelijk voor de meting:

Oplossing A: Aan 500 mL water wordt 112 mL zuiver zwavelzuur toegevoegd.

Aan 200 mL water wordt 9,6 gram ammoniumheptamolybdaattetrahydraat ($(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot \text{H}_2\text{O}$) toegevoegd.

Deze oplossingen van 500 mL en 200 mL worden bij elkaar gevoegd.

Oplossing B: 200 mg $\text{KSbOC}_4\text{H}_4\text{O}_6 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$ wordt opgelost in 500 mL water.

Mengreagens: 100 mL oplossing A + 50 mL oplossing B + 845 mg ascorbinezuur.

Standaardfosfaat-oplossing met daarin 100 mg/L PO_4^{3-} , gemaakt van natriummonowaterstoffosfaatdihydraat.

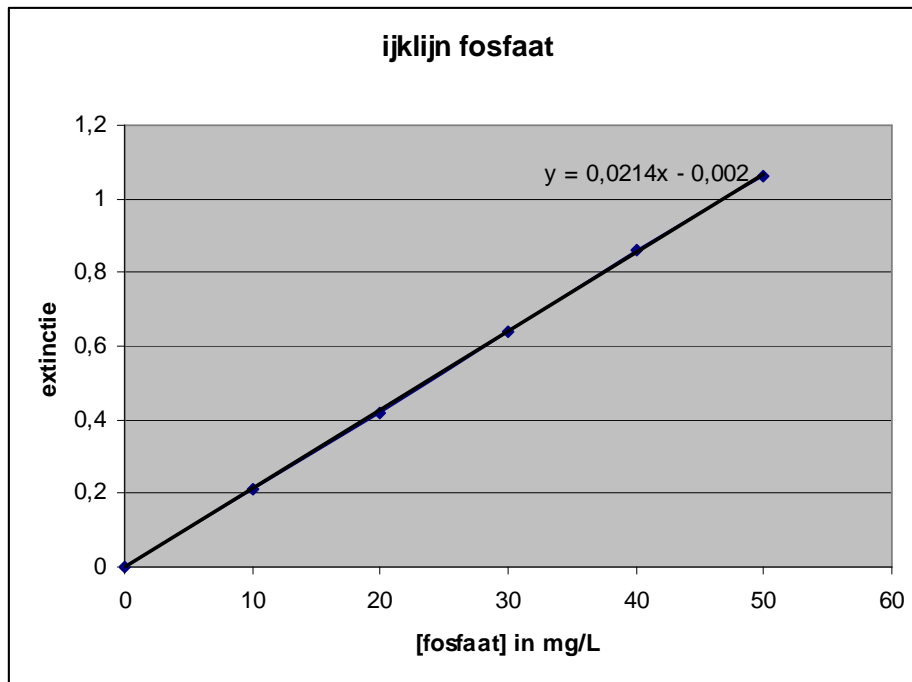
Maak oplossingen met daarin 0, 10, 20, 30, 40 en 50 mg/L PO_4^{3-} en gebruik voor elke oplossing van 100 mL steeds 20 mL van het mengreagens.

a(3p) Bereken hoeveel gram natriummonowaterstoffosfaatdihydraat ze af moet wegen om 500 mL van de standaardfosfaatoplossing te maken.

b(2p) Vertel hoe ze de oplossing met 30 mg/L PO_4^{3-} maakt.

c(2p) Leg uit welke oplossing ze hier als blanco moet gebruiken.

Hieronder staat de ijklijn die ze meet met behulp van de gemaakte oplossingen met 0,10, 20 etc. mg fosfaat/L en 20 mL van het mengreagens. Ook de formule die hoort bij de lijn die zo goed mogelijk door de gemeten punten heen gaat staat erbij.



Ze mengt 25 mL afvalwater met 20 mL mengreagens en 55 mL water. Ze meet een extinctie van 0,541 onder dezelfde omstandigheden als waarbij ze de ijklijn heeft gemaakt.

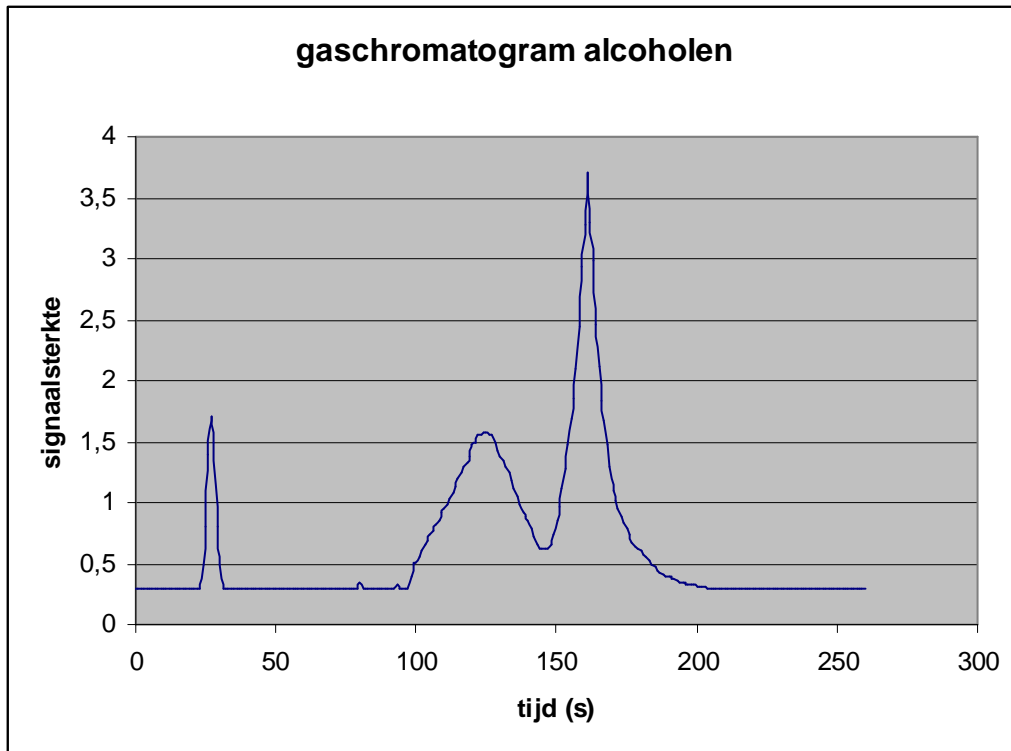
d(3p) Bereken de concentratie fosfaat in het afvalwater in mg/L.

Fosfaat kun je ook halen uit menselijke urine. Hiervoor wordt bijvoorbeeld urine uit urinoirs op festivals ingezameld. Urine is ook geel, net als het complex van fosfaat en molybdaat.

e(2p) Leg uit of dit een probleem is als je in urine volgens bovenstaand voorschrift het fosfaatgehalte wilt meten.

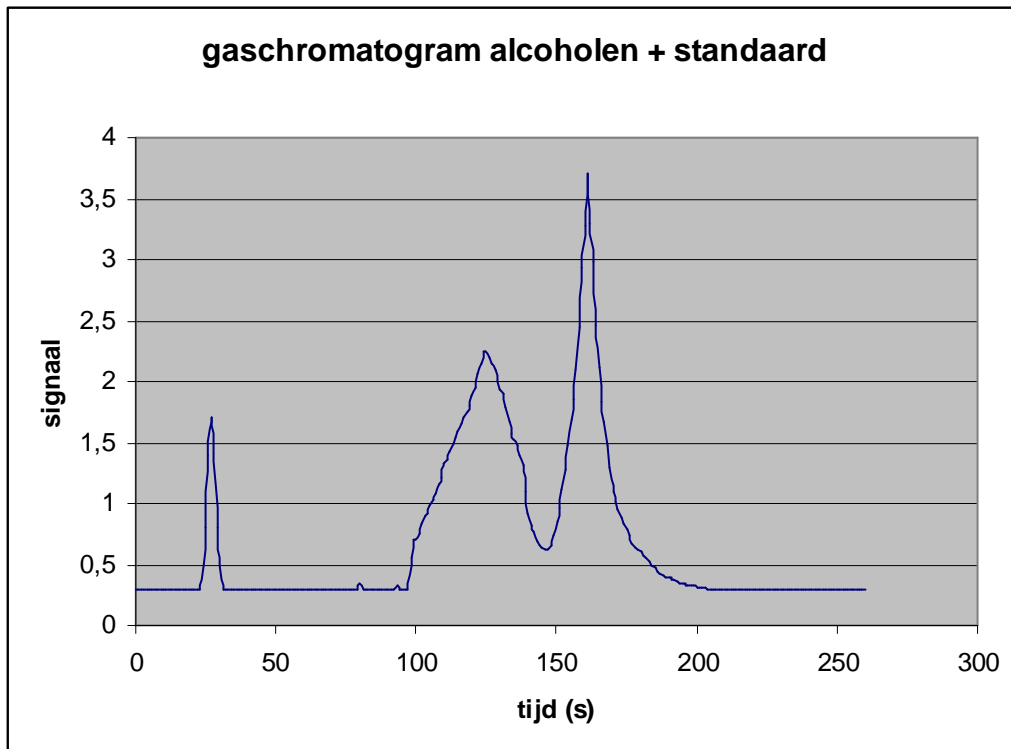
Opgave 2 alcoholen uit afval

Het Britse bedrijf Ineos wil als eerste fabrieken bouwen die biologisch afbreekbaar huishoudelijk afval op industriële schaal gaan omzetten in ethanol voor in de benzinetank. Ze gebruiken hiervoor een bacterie die GFT afval kan omzetten in ethanol. Na een aantal stappen hebben ze een mengsel van methanol, ethanol en propaan-1-ol. Een laborant wil de hoeveelheden van deze drie alcoholen meten met gaschromatografie. Hij gebruikt hiervoor een polaire kolom en krijgt, als hij 1,0 mL van het alcoholmengsel injecteert, het volgende gaschromatogram:



a(2p) Leg uit welk van de drie alcoholen de piek bij 35 seconden veroorzaakt.

Hij concludeert dat de drie alcoholen alle drie aanwezig zijn en wil nu weten hoeveel ethanol er in het mengsel zit. Daarvoor herhaalt hij de proef waarbij hij 1,0 mL van het alcoholmengsel met daaraan toegevoegd 0,200 mL ethanol gebruikt. Hij krijgt het volgende resultaat:



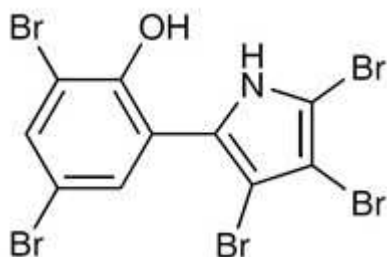
De oppervlakten onder de pieken in de gaschromatogrammen staan in de volgende tabel:

	zonder 0,200 mL ethanol	met 0,200 mL ethanol
27 s	0,24 cm ²	0,24 cm ²
124 s	1,24 cm ²	1,88 cm ²
161 s	1,12 cm ²	1,13 cm ²

b(3p) Bereken het volumepercentage ethanol in het mengsel van de drie alcoholen.

Opgaven 3 broomverbindingen in de massaspectrometer

Bacteriën in de oceaan produceren broomverbindingen die sprekend lijken op vlamvertragers in kunststoffen. Dat bewijst een publicatie in *Nature Chemical Biology*. Een van de aangetroffen broomverbindingen heeft de volgende structuurformule:



Dat er ergens een natuurlijke bron van zulke polybroomdifenylethers (PBDE's) moest bestaan, werd al langer vermoed. Onderzoekers van het Scripps-instituut voor oceanografie in La Jolla hebben zo'n bron geïdentificeerd. Ze kweekten twee *Pseudoalteromonas*-soorten in een broomhoudend medium, waar ze vervolgens de organische stoffen uit extraheerden. Analyse met massaspectrometrie toonde aan dat de bacteriën inderdaad PBDE's produceerden.

a(2p) Laat met een berekening zien dat de gemiddelde molecuulmassa van deze stof afgerond 554 u is.

b(2p) Leg uit waarom de onderzoekers in het massaspectrum ook pieken met een m/z waarde van 559 vinden. Gebruik tabel 25 van binas.

c(3p) Bereken (afgerond op een heel getal) de verhouding in intensiteit tussen de pieken die ze vinden bij $m/z = 557$ en $m/z = 559$.

EINDE

maximumscore: 24