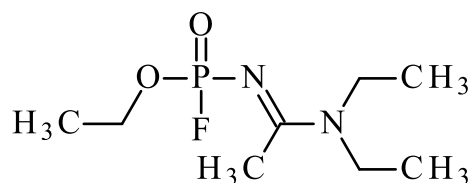


## Novichok

Op 20 augustus 2020 werd Alexei Navalny (een Russisch oppositieleider) ernstig ziek tijdens een vlucht naar Moskow. Zeer waarschijnlijk was hij vergiftigd met het gifgas Novichok. De naam Novichok wordt voor meerdere gifgassen gebruikt, elk met een andere



Novichok A-234

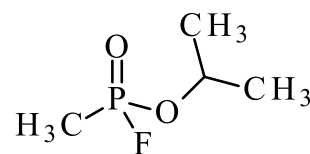
code. A-234 heeft een lethale concentratiemediaan van  $7 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ . Dat wil zeggen dat bij deze concentratie de helft van een populatie mensen van 70 kg met een licht verhoogde ademhaling binnen 2 minuten overlijdt. Een licht verhoogde ademhaling houdt in dat men 15 liter lucht per minuut inademt.

- 1 Bereken de LD-50 voor A-234 in microgram per kilogram lichaamsgewicht.

## Sarin

Sarin is een gifgas, ontwikkeld om als wapen gebruikt te kunnen worden. Sinds 1997 is het verboden om als wapen te gebruiken onder de Genève Conventie. Het is daarna echter nog enkele keren gebruikt, onder andere in de oorlog in Syrië.

Sarin is een kleurloze geurloze vloeistof met een dichtheid van  $1,1 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$ . De LD-50 voor ratten via intraveneuze toediening is vastgesteld op  $39 \text{ } \mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ .



Sarin ( $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{FO}_2\text{P}$ )

- 2 Bereken hoeveel  $\mu\text{L}$  Sarin een rat ingespoten moet krijgen om 50% kans op overlijden te hebben. Gebruik ook Binastabel 96. Ter vergelijking: een druppel heeft een volume van ongeveer 50 microliter.

De grenswaarde (TGG-8) voor Sarin is natuurlijk heel laag:  $0,03 \text{ } \mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$ .

- 3 Bereken de maximale molariteit van Sarin in een ruimte.

## Chloorgas

---

Chloor is een gas met een duidelijk herkenbare geur. De reukgrens van chloorgas is 3,5 vol-ppm.

- 4 Reken deze reukgrens om naar  $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$  en vergelijk met de grenswaarde in Binas. Wat betekent je vergelijking?

In een fabriek, waar men vinylchloride maakt (grondstof voor PVC), wordt chloorgas gebruikt als grondstof. Omdat chloor giftig is, wordt er in de fabriekshal van  $10 \times 25 \times 3,5$  m regelmatig gecontroleerd of de grenswaarde (TGG-15) niet wordt overschreden.

- 5 Bereken met de grenswaarde uit Binas hoeveel gram chloorgas er maximaal in de fabriekshal aanwezig mag zijn gedurende 15 minuten.

De grenswaarde (TGG-15) die in Binas staat, is natuurlijk “aan de veilige kant”. De Amerikaans overheid hanteert ook een IDLH-waarde. IDLH staat voor Immediately Dangerous to Life or Health. Voor chloorgas is dit vastgesteld op 10 vol-ppm.

- 6 Reken deze IDLH-waarde om naar molariteit.

## Giftige boterbloem

---

Boterbloemen kunnen giftig zijn voor vee. Dat komt omdat ze de giftige stof protoanemonine kunnen bevatten. Sommige soorten wat meer dan andere, maar de blaartrekkende boterbloem (*Ranunculus sceleratus*) kan wel 2,5 massa% protoanemonine bevatten. De orale LD50 voor protoanemonine is voor muizen vastgesteld op  $190 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ .



- 7 Bereken hoeveel kilogram een rund van deze boterbloem moet eten om 50% kans op overlijden te hebben. Maak bij je berekening van de volgende zaken:
- Ga ervan uit dat de LD50 voor muizen en runderen gelijk is.
  - Binastabel 96

## Vitamine B-deficiëntie

---

Vitamine B12 krijg je vooral binnen via voedingsproducten zoals vlees, vis en zuivel. Veganisten moeten dus oppassen dat ze geen tekort krijgen aan deze vitamine, deficiëntie genoemd. De ADH (Aanbevolen Dagelijkse Hoeveelheid) van vitamine B12 is voor een volwassene  $2,5 \mu\text{g} \cdot \text{dag}^{-1}$ .

Vitamine B12-moleculen zijn heel grote moleculen met een molaire massa van  $M = 1355 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ . Volgens de verpakking bevat één tablet 400% van de ADH.

- 8 Bereken hoeveel vitamine B12-moleculen één tablet bevat.



## Uitwerkingen

---

- 1  $3 \mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$
- 2  $0,010 \mu\text{L}$  (past dus ongeveer 5000x in een druppel!)
- 3  $2 \cdot 10^{-13} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
- 4 Reukgrens =  $11 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$   
Grenswaarde (TGG-15) =  $1,5 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$   
Als je het ruikt, is de TGG-15 al overschreden!
- 5  $1,3 \text{ g}$
- 6  $4,5 \cdot 10^{-7} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
- 7  $4,6 \text{ kg}$
- 8  $4,4 \cdot 10^{15}$  moleculen