

Fosfine in binnenvaartschepen

Fosfine (PH_3) is een brandbaar en zeer giftig gas. Het wordt gebruikt voor bestrijding van ongedierte, bijvoorbeeld in de lading van een schip.

tekstfragment

Bij een meting op een schip in Utrecht werden concentraties fosfine gemeten van meer dan 300 massa-ppm. Voor mensen is de stof al gevaarlijk vanaf een concentratie van 0,5 massa-ppm. Fosfine wordt niet als gas in het ruim van een schip verspreid, maar er worden pillen met magnesiumfosfide in het ruim van het schip gelegd. Het magnesiumfosfide in de pillen zal langzaam reageren met waterdamp, waarbij gasvormige fosfine wordt gevormd.

naar: nos.nl (zomer 2021)

De verhoudingsformule van magnesiumfosfide is Mg_3P_2 .

- 2p **15** Leid met behulp van de verhoudingsformule Mg_3P_2 de formule van het fosfide-ion af.

Bij de reactie van magnesiumfosfide met waterdamp ontstaan uitsluitend de stoffen fosfine (PH_3) en magnesiumhydroxide ($\text{Mg}(\text{OH})_2$).

- 2p **16** Geef de vergelijking van deze reactie.

Op de website van een leverancier van magnesiumfosfidepillen staat het volgende vermeld:

1 magnesiumfosfidepil zal maximaal 0,20 gram fosfine vormen.

- 3p **17** Bereken hoeveel magnesiumfosfidepillen minimaal in het ruim van het schip uit het tekstfragment zijn gelegd om een concentratie fosfine van 300 massa-ppm te krijgen. Gebruik de volgende aannames:
- De dichtheid van de lucht in het ruim was $1,293 \text{ kg m}^{-3}$.
 - Het volume van het ruim van het schip was 925 m^3 .

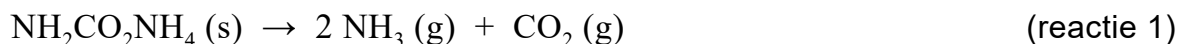
Een veiligheidsinspecteur die de lading van een binnenvaartschip controleert, moet rekening houden met de aanwezigheid en bijbehorende gevaren van fosfine. Op de veiligheidskaart van fosfine staan de volgende H-zinnen vermeld: H220, H250, H280, H314, H318, H330, H400. Niet alle H-zinnen zijn van belang voor de gezondheid van de veiligheidsinspecteur.

- 2p **18** Geef het nummer van een van deze H-zinnen die niet van belang is voor de gezondheid van de veiligheidsinspecteur **en** leg uit waarom deze H-zin niet van belang is. Gebruik Binas-tabel 97E of ScienceData-tabel 38.3.
Noteer je antwoord als volgt:
- nummer H-zin: ...
 - uitleg: ...

Ook de brandbaarheid van fosfine kan tot gevaarlijke situaties leiden. Als de concentratie fosfine in de lucht hoog genoeg wordt, kan fosfine spontaan ontbranden. Bij deze verbrandingsreactie wordt uitsluitend fosforzuur gevormd.

- 3p **19** Geef de vergelijking van de verbrandingsreactie van fosfine.

Spontane ontbranding komt doordat de reactie waarbij fosfine ontstaat exotherm is. De temperatuur stijgt als gevolg hiervan, waardoor fosfine kan ontbranden. Daarom bevatten magnesiumfosfidepillen ammoniumcarbamaat ($\text{NH}_2\text{CO}_2\text{NH}_4$). De aanwezigheid van ammoniumcarbamaat in de pillen verkleint de kans op spontane ontbranding. Als de temperatuur boven de 60°C komt, zal ammoniumcarbamaat ontleden volgens reactie 1.



- 3p **20** Bereken de reactiewarmte van reactie 1 per mol ammoniumcarbamaat. Gebruik:
- Binas-tabel 57 of ScienceData-tabel 9.2;
 - de vormingswarmte van ammoniumcarbamaat: $-6,43 \cdot 10^5 \text{ J mol}^{-1}$.

De kans op spontane ontbranding van fosfine is het grootst dicht bij de pil, waar de fosfineconcentraties hoog kunnen oplopen. De ontleding van ammoniumcarbamaat (reactie 1) verkleint deze kans op twee manieren:

- Manier 1: de ontleding van ammoniumcarbamaat is endotherm.
- Manier 2: bij de ontleding van ammoniumcarbamaat ontstaan gassen.

- 2p **21** Leg voor elke manier uit hoe deze de kans op spontane ontbranding van fosfine verkleint. Noteer je antwoord als volgt:
- Manier 1: ...
- Manier 2: ...