

Eigenschappen van waterstof



Wij hechten veel belang aan kennisdeling. Delen uit deze publicatie mogen dan ook worden overgenomen op voorwaarde van bronvermelding.

april 2024

De 10 eigenschappen van waterstof (1)

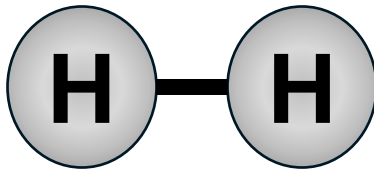
1. Kleinste molecuul
2. Lage dichtheid
3. Geurloos en kleurloos
4. Niet giftig
5. Verbranding geeft water (H_2O)

De 10 eigenschappen van waterstof (2)

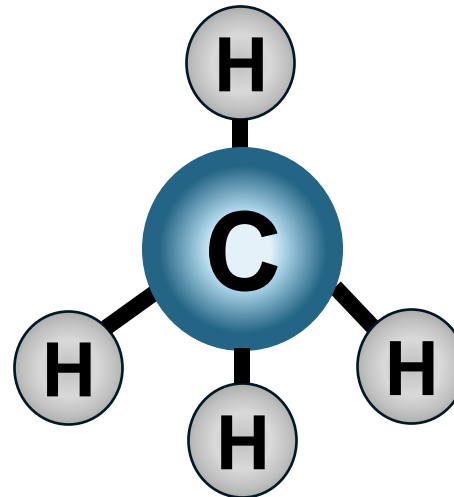
6. Lage ontstekingsenergie
7. Breed ontvlambaarheidsgebied: 4 – 75 vol.%
8. Een waterstofvlam straalt weinig warmte uit
9. De warmte van een waterstofvlam blijft in de vlam
10. Waterstof brandt met een hoge snelheid

1. Waterstof is kleinste molecuul

- ▶ Diameter waterstofmolecuul is 2,9 Å (= $2,9 \cdot 10^{-10}$ m).
- ▶ Ter vergelijking: diameter methaanmolecuul (aardgas) is 3,8 Å.
- ▶ Waterstof is het kleinste molecuul dat er bestaat.



waterstof



methaan

2. Waterstof is een gas en heeft een lage dichtheid

- ▶ Waterstof is onder gewone omstandigheden een gas.
- ▶ Waterstof heeft een lage dichtheid: 1 liter weegt 0,083 g (83 mg).
- ▶ 1 liter lucht weegt ongeveer 1,2 gram, dus waterstof is 14x lichter dan lucht.
- ▶ Waterstof stijgt van alle gassen het snelste op.

3/4. Waterstof is geurloos, kleurloos en niet giftig



Geurloos



Kleurloos



Niet giftig

5. Verbranding van waterstof geeft water

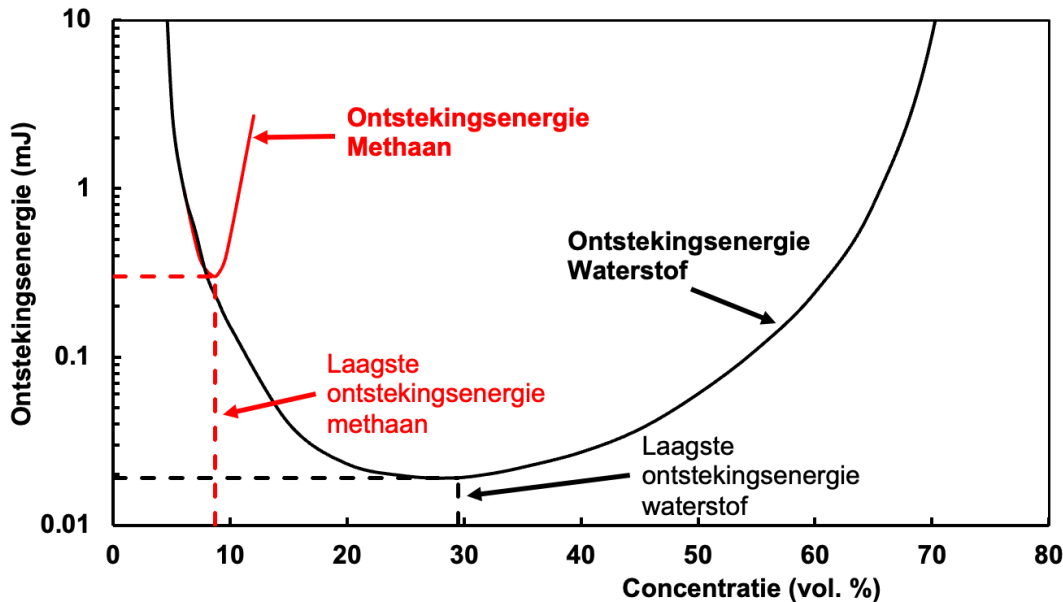
- ▶ Bij de verbranding van waterstof ontstaat water:
 $2 \text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O}$
- ▶ Waterstof bevat geen koolstof en bij de verbranding komt daarom geen CO_2 vrij.



Uitstoot van water

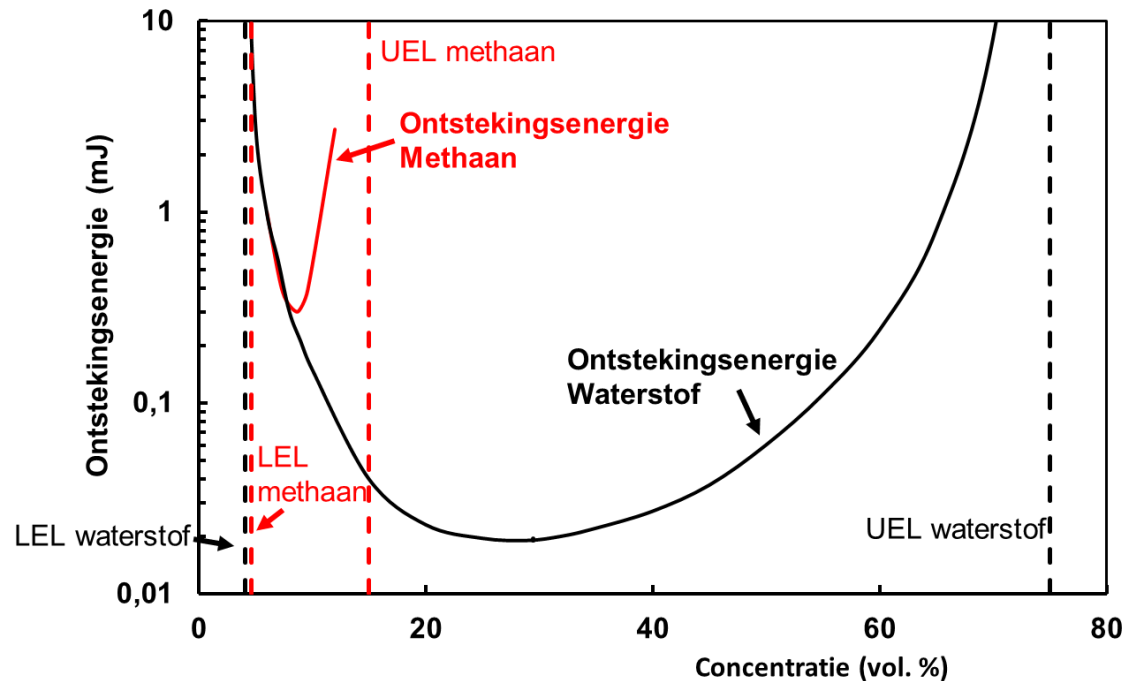
6. Waterstof heeft een lage ontstekingsenergie

- ▶ De ontstekingsenergie van waterstof is afhankelijk van de waterstofconcentratie.
- ▶ De laagste ontstekingsenergie is bij 30 vol.% en is 0,019 mJ.
- ▶ De laagste ontstekingsenergie van aardgas is hoger, 0,3 mJ.



7. Waterstof heeft een breed ontvlambaarheidsgebied

- ▶ De onderste explosiegrens (LEL) van waterstof is 4 vol.%.
- ▶ De bovenste explosiegrens (UEL) van waterstof is 75 vol.%.
- ▶ Dit is breder dan het ontvlambaarheidsgebied van aardgas.





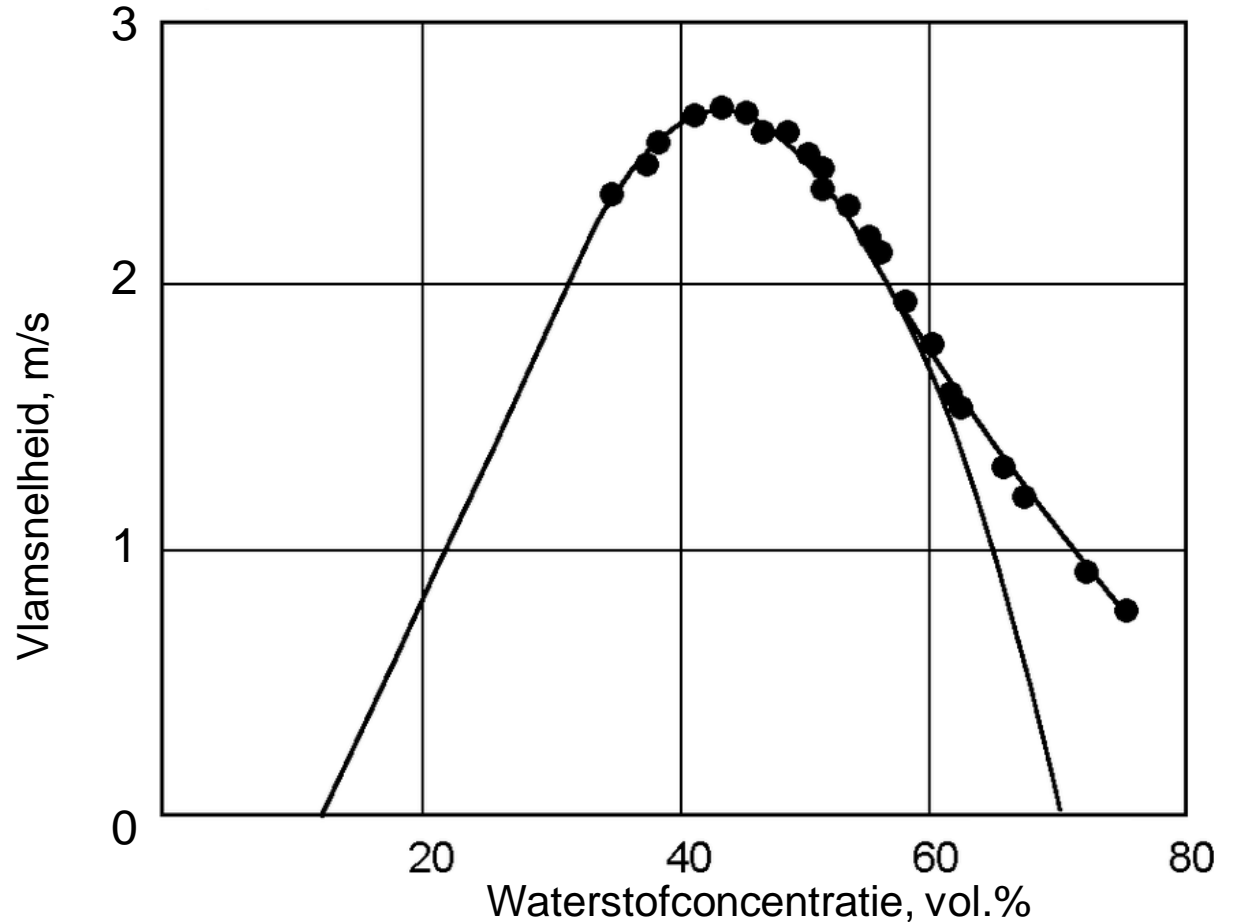
8/9. Warmte waterstofvlam

- ▶ Waterstof bevat geen koolstof. Bij het verbranden van waterstof worden daarom geen roetdeeltjes gevormd.
- ▶ Door de afwezigheid van roetdeeltjes is een waterstofvlam kleurloos.
- ▶ Roetdeeltjes zorgen normaal gesproken voor warmtestraling. Een waterstofvlam straalt daarom weinig warmte uit.



10. Waterstof brandt met een hoge snelheid

- ▶ De vlamsnelheid van een waterstofvlam is afhankelijk van de waterstofconcentratie.
- ▶ De vlamsnelheid kan oplopen tot meer dan 2 m/s.



Bron: B. Lewis & G. von Elbe (1987)



Waterstof vergeleken met aardgas

- ▶ Waterstof en aardgas hebben een aantal vergelijkbare eigenschappen:
 - ❑ Het zijn het allebei kleur- en geurloze gassen die niet giftig zijn.
 - ❑ Ze zijn allebei lichter dan lucht.
 - ❑ De gassen zijn brandbaar, waarbij de LEL vergelijkbaar is.
- ▶ Sommige eigenschappen verschillen wel:
 - ❑ Van waterstof is het ontvlambaarheidsgebied groter en de brandsnelheid hoger
 - ❑ Aardgas bevat koolstof en waterstof niet, waardoor een aardgasvlam zichtbaar is.



Vergelijking eigenschappen waterstof – aardgas

Eigenschap	Waterstof	Aardgas
Ontvlambaar	Ja	Ja
Ontvlambaarheidsgrenzen	4-75 vol.%	5-15 vol.%
Verbrandingssnelheid maximaal	2,5 m/s	0,3 m/s
Minimale ontstekingsenergie	0,02 mJ	0,29 mJ
Ontstekingsenergie bij LEL	~ 10 mJ	~ 10 mJ
Geurloos en kleurloos	Ja	Ja
Dichtheid t.o.v. lucht	~ 14x lager	~ 1,5x lager
Grootte	Kleiner	Klein
Stijgen in lucht	Sneller	Snel
Verspreiding in lucht	Sneller	Snel

Meer weten over waterstof?

Ga naar de Toolbox waterstof op www.nipv.nl/toolbox-waterstof



Algemene informatie waterstof



Eigenschappen van waterstof



Gevaren van waterstof



Herkennen van waterstof



Maatregelen bij waterstof



Waterstofincidenten



Beeldbank waterstof

Het NIPV heeft zijn uiterste best gedaan om bronnen en rechthebbenden van beeldmateriaal dat wordt gebruikt te achterhalen. Wanneer desondanks beeldmateriaal wordt getoond waarvan u (mede-)rechthebbende bent en u geen toestemming voor het gebruik hebt verleend, kunt u contact opnemen met info@nipv.nl.