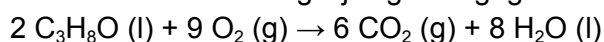


Examenvragen energie havo

IPA 2023 I

IPA is een energiedrager en heeft een hoge energiedichtheid. De energiedichtheid van een brandstof is de hoeveelheid energie die vrijkomt bij de volledige verbranding van een bepaalde hoeveelheid van die brandstof. De energiedichtheid van vloeibare brandstoffen wordt vaak uitgedrukt in megajoule per liter (MJ L^{-1}). De volledige verbranding van IPA is hieronder met een vergelijking weergegeven.



De reactiewarmte van deze reactie is $-20,1 \cdot 10^5 \text{ J mol}^{-1}$ IPA.

3p 8 Laat door middel van een berekening zien dat de reactiewarmte van de volledige verbranding van IPA gelijk is aan $-20,1 \cdot 10^5 \text{ J mol}^{-1}$ IPA.

– Gebruik Binas-tabel 57A of ScienceData-tabel 9.2.

– Gebruik voor de vormingswarmte van IPA: $-3,18 \cdot 10^5 \text{ J mol}^{-1}$.

3p 9 Bereken de energiedichtheid van IPA in MJ L^{-1} . Gebruik de volgende gegevens:

– de reactiewarmte voor de volledige verbranding van IPA: $-20,1 \cdot 10^5 \text{ J mol}^{-1}$ IPA

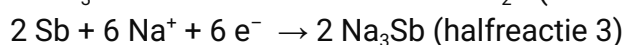
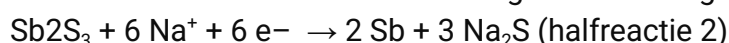
– de dichtheid van IPA: 785 g L^{-1}

– $1 \text{ MJ} = 10^6 \text{ J}$

uitlegfilmpje https://youtu.be/lrVr8_re6Mc?si=kZuBHMzrONnkQba2&t=646

2025 II

Vanwege de risico's van het gebruik van natriumelektroden is onderzoek gedaan naar het gebruik van andere elektroden in zeewater-accu's. Een van de onderzochte elektroden is een elektrode van di-antimoontrisulfide (Sb_2S_3). Deze stof reageert bij opladen met Na^+ -ionen tot het metaal antimoon (Sb) en een zout (halfreactie 2). Daarna worden Sb-atomen en Na^+ -ionen omgezet tot de legering Na_3Sb (halfreactie 3).



Uit halfreacties 2 en 3 blijkt dat per mol Sb_2S_3 veel elektronen worden opgenomen. Dit is een belangrijk gegeven voor de energiedichtheid van een accu. De energiedichtheid van deze accu is de hoeveelheid energie die per kg elektrodemateriaal (Sb_2S_3) kan worden geleverd. De energiedichtheid wordt uitgedrukt in Wh kg^{-1} (wattuur per kg). De maximale energie die deze accu per mol elektronen kan leveren, is 51 Wh.

4p 15 Bereken de energiedichtheid van deze accu. Geef je antwoord in het juiste aantal significante cijfers. Gebruik halfreacties 2 en 3 en het volgende gegeven: De molaire massa van Sb_2S_3 is 340 g mol^{-1} .

uitlegfilmpje <https://youtu.be/sKh0ynGYPgE?si=PT4ARDj62fN4BLrM&t=831>

2025 I

De H₂-halfcellen zijn aangesloten op 4 voorraadvaten met waterstof. Het volume van elk vat is 50 m³. De dichtheid van H₂ in een opgeladen HBFB is 0,732 kg m⁻³. Uiteindelijk wordt 89% van deze hoeveelheid H₂ omgezet tijdens stroomlevering. Hierbij komt 2,4·10⁵ J per mol H₂ vrij.

4p 30 Bereken de maximale hoeveelheid elektrische energie in kWh die kan worden geleverd door de HBFB. 1,0 kWh = 3,6·10⁶ J.

uitlegfilmpje <https://youtu.be/JduICDJmdR0?si=BKZdMwd6GDmdX0CM&t=1876>

antwoorden

2023 I

8

$$3,18 \cdot 10^5 - 3 \times 3,94 \cdot 10^5 - 4 \times 2,86 \cdot 10^5 = -20,1 \cdot 10^5 \text{ (J per mol IPA)}$$

9

De chemische hoeveelheid IPA per liter is $\frac{785}{60,1} = 1,306 \cdot 10^1 \text{ (mol L}^{-1}\text{)}$

De energie die vrijkomt bij de verbranding van IPA is

$$1,306 \cdot 10^1 \times 20,1 \cdot 10^5 = 2,625 \cdot 10^7 \text{ (J L}^{-1}\text{)}.$$

De energiedichtheid in MJ per liter IPA is $\frac{2,625 \cdot 10^7}{10^6} = 26,3 \text{ (MJ L}^{-1}\text{)}.$

2025 II

15

Per mol Sb₂S₃ wordt 12 mol elektronen overgedragen. De energie die per mol Sb₂S₃ wordt geleverd, is $12 \times 51 = 6,12 \cdot 10^2 \text{ (Wh mol}^{-1}\text{)}.$

De energie die per gram Sb₂S₃ wordt geleverd, is $\frac{6,12 \cdot 10^2}{340} = 1,80 \text{ (Wh g}^{-1}\text{)}.$

De energiedichtheid van Sb₂S₃ is $1,80 \times 10^3 = 1,8 \cdot 10^3 \text{ (Wh kg}^{-1}\text{)}.$

2025 I

30

Het volume aan H_2 in de voorraadvaten is $4 \times 50 = 2,00 \cdot 10^2 \text{ (m}^3\text{)}$.

Dit komt overeen met $2,00 \cdot 10^2 \times 0,732 = 1,46 \cdot 10^2 \text{ (kg)}$.

De massa H_2 die wordt omgezet is

$$1,46 \cdot 10^2 \times \frac{89}{10^2} = 1,30 \cdot 10^2 \text{ (kg)}.$$

De chemische hoeveelheid waterstof is

$$\frac{1,30 \cdot 10^2 \times 10^3}{2,02} = 6,45 \cdot 10^4 \text{ (mol waterstof)}.$$

De vrijgekomen energie is $6,45 \cdot 10^4 \times 2,4 \cdot 10^5 = 1,55 \cdot 10^{10} \text{ (J)}$.

Dat komt overeen met $\frac{1,55 \cdot 10^{10}}{3,6 \cdot 10^6} = 4,3 \cdot 10^3 \text{ (kWh)}$.