

Uitwerkingen Wij gaan naar de sauna!

OPGAVE 1

$\Delta T_{max} = 30\text{K}$. Dus de maximale energie die de stenen af kunnen staan voordat de sauna dood gaat, bedraagt: $E=840 \cdot 20 \cdot 30 = 5,04 \cdot 10^5\text{J}$. Om 1kg water 80K op te warmen is $4,2 \cdot 10^3 \cdot 1 \cdot 80 = 3,36 \cdot 10^5\text{J}$ nodig. Er blijft dus $1,68 \cdot 10^5\text{J}$ over voor verdamping door koken. Hiermee kan $1,684 \cdot 10^5 / 2,256 \cdot 10^6 = 0,074\text{kg}$ water worden verdampt. Dit is veel minder dan 1kg, dus de sauna gaat 'dood'

OPGAVE 2

De relatieve vochtigheid is 20% dus $p_{water} = 0,20 \cdot 10^5\text{ Pa}$. n_{water} is dus: $n = p \cdot V / (R \cdot T) = 0,2 \cdot 10^5 \cdot 20 / (8,31 \cdot 373) = 129\text{mol}$. Daar komt 1kg waterdamp bij. De molmassa van water is 18g/mol dus dat is 55,6 mol. In totaal is er 184,6 mol waterdamp in de sauna. Dit vertegenwoordigt een dampdruk van:

$$p = n \cdot R \cdot T / V = 84,6 \cdot 8,31 \cdot 363 / 20 = 0,278 \cdot 10^5\text{Pa}.$$

De maximale dampdruk bij 90°C bedraagt $0,70 \cdot 10^5\text{ Pa}$. Dus de relatieve vochtigheid bedraagt: $0,278 \cdot 10^5 / 0,70 \cdot 10^5 = 0,398 = 39,8\%$. De grap is dus dat de molaire massa van lucht bij deze opgave er niet toe doet maar de molaire massa van water juist wel!

OPGAVE 3

De straal van de ballon is 10m. Het volume van de ballon bedraagt $4/3 \cdot \pi \cdot R^3 = 4/3 \cdot \pi \cdot 10^3 = 4,19 \cdot 10^3\text{ m}^3$. Het aantal mol lucht in de ballon bij 280K is dus: $n = p \cdot V / (R \cdot T) = 1,0 \cdot 10^5 \cdot 4,19 \cdot 10^3 / (8,31 \cdot 280) = 1,80 \cdot 10^5\text{ mol}$. De luchtmassa is dus $0,029 \cdot 1,80 \cdot 10^5 = 5,22 \cdot 10^3\text{kg}$. Als de massa 420kg lager wordt kan de ballon opstijgen. De luchtmassa in de ballon mag dus maximaal $4,80 \cdot 10^3\text{ kg}$ zijn. Dit komt overeen met $4,80 \cdot 10^3 / 0,029 = 1,66 \cdot 10^5\text{ mol}$ lucht. De minimale temperatuur van de lucht in de ballon moet dus zijn: $T = p \cdot V / (n \cdot R) = 1,0 \cdot 10^5 \cdot 4,19 \cdot 10^3 / (1,66 \cdot 10^5 \cdot 8,31) = 304,5\text{K}$.