

ntr:schooltv

Examentraining voor natuurkunde, 4-5-6 vwo

Het absolute nulpunt

Bekijk het tv-programma 'Het absolute nulpunt'. Beantwoord daarna onderstaande vragen. Het programma vind je hier: [Labyrint](#). Of ga naar www.schooltv.nl/labyrint_afleveringen. 'Het absolute nulpunt' is aflevering 14.

1. Het absolute nulpunt

In de aflevering zien we het lab van Heike Kamerlingh Onnes. Hier ontdekte hij in het begin van de 20^{ste} eeuw het absolute nulpunt.

1a. Leg uit waarom kouder dan het absolute nulpunt niet bestaat.

De methodes die tegenwoordig worden gebruikt om hele lage temperaturen te bereiken, zijn gebaseerd op die van Kamerlingh Onnes.

1b. Noem een principe dat Kamerlingh Onnes gebruikte voor het afkoelen van helium dat nog steeds gebruikt wordt.

Met het bereiken van het absolute nulpunt komt de wereld van de kwantummechanica binnen handbereik.

1c. Noem twee kwantummechanische verschijnselen uit de aflevering die bij zeer lage temperaturen plaatsvinden.

1d. Noem twee toepassingen die niet mogelijk zouden zijn geweest zonder vloeibaar helium.

2. Deodorant

De methode die Kamerlingh Onnes gebruikte om zijn helium af te koelen, komen sommigen van jullie dagelijks tegen. Als je tenminste deodorant of iets anders uit een spuitbus met drijfgas gebruikt. Je kunt dan voelen dat het spul buiten de bus kouder is dan toen het nog in de bus zat. Hier kunnen we mee rekenen. Daarvoor hebben we de algemene gaswet nodig.

2a. Geef de formule van de algemene gaswet.

We gaan kijken naar een bus deodorant. De bus is een ronde cilinder met een hoogte van 13 cm en een diameter van 5 cm. De gemiddelde gebruiker spuit ongeveer een millimeter van de inhoud per keer.

2b. Bereken hoeveel milliliter van de inhoud per keer gebruikt wordt.

In veel deodorantbussen wordt drijfgas gebruikt om de deodorant naar buiten te spuiten. In onze deodorantbus zit het drijfgas propaan. Het propaan in gasvorm levert een druk van $4 \cdot 10^6$ Pa. Ongeveer 60 % van het volume van de spuitbus is drijfgas.

2c. Bereken hoeveel mol propaan er per keer wordt uitgespoten door de spuitbus. Ga er vanuit dat de deodorant en propaan gemengd zijn.

Buiten de deodorantbus zet het gas door het gebrek aan tegendruk uit tot 180 ml.

2d. Bereken de temperatuur van het gas nadat het is uitgezet.

