Name: Hamza AlHasan
ID: 1181636

The Equipartition of Energy

لقد نتج من النظرية الحركية للغازات وتوزيع ماكسويل-بولتزمان أن معدل الطاقة الحركية في المحاور x,y,z لغاز أحادي الذرة متساو، ويملك كل محور القيمة نفسها من الطاقة، وهي كالآتي:

$$\frac{1}{2}m\overline{v_x^2} = \frac{1}{2}m\overline{v_y^2} = \frac{1}{2}m\overline{v_z^2} = \frac{1}{2}k_BT \quad (١)$$

حيث أن k_B هو ثابت بولتزمان، و T هي درجة الحرارة. يمثل كل محور من هذه المحاور درجة واحدة من الحرية، ودرجة الحرية للغاز تعرف على أنها كل مساهمة مستقلة في طاقة الجزيء، وهي تقابل حد تربيعي واحد في تعبير الطاقة(سواء كانت السرعة تربيع، أو الازاحة تربيع)، وفي القانون السابق، لدينا ثلاث حدود تربيعية، كل حد منها يمثل درجة حرية واحدة، فيكون عدد درجات الحرية لغاز أحادي الذرة يتحرك حركة انتقالية هو ثلاث. أما نص نظرية The Equipartition of Energy هو الآتي:

عند درجة حرارة T، معدل الطاقة لكل درجة من درجات الحرية ذات الحد التربيعي هو $\frac{1}{2}k_BT$.

معدل الطاقة للجزيء الواحد هو عدد درجات الحرية(f) مضروبا ب $\frac{1}{2}k_BT$، فيكون طاقة الغاز كله هو عدد الغازات(N) مضروبا بطاقة الجزيء:

$$U_{thermal} = Nf\frac{1}{2}k_BT \quad (٢)$$

إذا فرضنا أن الجزيء يتحرك فقط حركة انتقالية بشكل حر عبر الثلاث محاور، تكون طاقة الغاز عندها $U_{thermal} = 3.N\frac{1}{2}k_BT$ ، أما إذا فرضنا أنه يتحرك حركة دورانية وانتقالية، فإن $f = 5$، أما إذا تحرك حركة انتقالية ودورانية واهتزازية فتكون $f = 7$.

حسب هذه النظرية، كل ما يلزم لحساب طاقة الغاز هو معرفة عدد درجات الحرية، فمثلاً الغازات أحادية الذرة كالهيليوم والآرجون لديها فقط ثلاث درجات حرية، حيث أنها تتحرك فقط بحركة انتقالية، أما جزيئات الغاز ثنائية الذرة، مثل الأكسجين والنيتروجين، يضاف إلى حركته الانتقالية حركة دورانية حول محورين، أي أن $f = 5$، كما يمكن حساب طاقة المواد الصلبة مثل الكريستال بنفس الطريقة.

المصادر:

-Kenneth S.Krane, Modern Physics (John Wiley and Sons, USA, 2012)
-Daniel V. Schroeder, An Introduction to Thermal Physics (Addison-Wesley, USA, 2000)
-Raymond A.Serway, Physics for Scientists and Engineers (Brooks Cole, USA, 2009)