كلية العلوم

القسم : **الفيزياء**

السنة : **الثانية**

المادة :ترموديناميك

المحاضرة : الخامسة /نظري/كتابة

{{ مكتبة A to Z }}

Facebook Group : مكتبة A to Z

يمكنكم طلب المحاضرات برسالة نصية (SMS) أو عبر(What's app-Telegram)على الرقم 0931497960

تكملة المحاضرة السابقة:

في حال الغازات ثلاثية الذرة والتي لا تكون ذراتها واقعة على استقامة واحدة يكون لدينا ثلاث درجات حرية انسحابية و ثلاث درجات حركة دورانية وبالتالي فإن الطاقة الحركية لجزيئة واحدة ثلاثية الذرة تعطى بالعلاقة الرياضية:

$$\bar{E} = 3kT$$

* أما عدد درجات حرية جزيئات الغاز والتي تحتوي جزيئاتها على أكثر من ثلاثة ذرات فلا يمكن أن يتجاوز الست درجات حرية (ضمن حدود) وبالتالي فإن حساب الطاقة الحركية الوسطية لجزيئة واحدة من غاز عدد درجات حريتها f يعطى بالعلاقة:

$$\bar{E} = \frac{f}{2}kT$$

* الطاقة الحركية لمول واحد يعطى بالعلاقة:

$$N_A\bar{E} = \frac{f}{2}\underbrace{(N_A k)}_{R}T \Rightarrow N_A\bar{E} = \frac{f}{2}RT$$

مكتبة A to Z - كلية العلوم (جامعة طرطوس) - TEL:0931497960

سرعات جزيئات الغاز:

- كمين في الغاز بتوازن ترموديناميكياً وهو الذي يكون فيه الضغط نفس القيمة في جميع النقاط وكذلك درجة الحرارة يكون لدينا سعاع السرعة $\vec{v}$ مقرط سعاع السرعة

2- السرعة التربيعية الوسطية الانسحابية لجزيئة واحدة:

$$v^* = \sqrt{\overline{v^2}} = \sqrt{\frac{3KT}{m}}$$

* يمكننا كتابة هذه العلاقة بإدخال ثابتة الغاز المثالي R والتي هي R وكتلة المولية M على الشكل التالي:

$$v^* = \sqrt{\frac{3RT}{M}}$$

يمكننا أيضاً بدلاً من الحساب القيمة الوسطية لـ v في لحظة ما لعدد كبير من الجزيئات حساب هذه القيمة لجزيئة واحدة خلال فترة زمنية معينة $t - t_0$ حيث نعاني خلالها الجزيئة عدداً كبيراً من الاصطدامات تتبادل الطاقة الحركية مع الجزيئات بنفس التي اصطدمت بها ونكتب العلاقة بالشكل التالي:

$$v^2 = \frac{1}{t - t_0} \int_{t_0}^{t} v^2 \, dt$$

TEL:0931497960 - Facebook Group: A to Z مكتبة

* لذلك تدعى السرعة v^2 بالسرعة المنتجة حيث لذلك بالمقارنة مع السرعة المنتجة للتيار الكهربائي حيث تكون محملة بشدة التيار الآنية فلذلك زمن قدره الدور مساوية للصفر كذلك يؤثر بالنسبة لشعاع سرعة جزيئات الغاز بينما تبقى السرعة المنتجة للتيار الجيبي مساوية الصفر.

ج-) السرعة الوسطية $\bar{v}$: التي تحسب في الفيزياء الإحصائية تبعاً لقانون ماكسويل:

$$\bar{v} = \sqrt{\frac{8kT}{\pi m}}$$

نلاحظ أن هذه السرعة أصغر بقليل من السرعة التربيعية الوسطية.

4) السرعة النسبية: لجزيئات الغاز بالنسبة لبعضها البعض تحسب في الفيزياء الإحصائية بالشكل التالي:

$$\bar{v}_r = \sqrt{2}\,\bar{v}$$

5) السرعة الأكثر احتمالاً وتحسب من قانون ماكسويل:

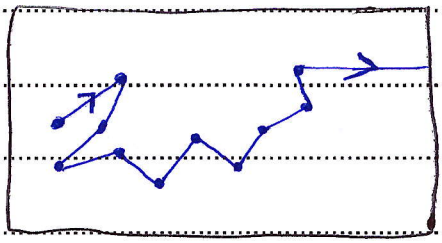
$$v_m = \sqrt{\frac{2kT}{m}}$$

TEL:0931497960 - Facebook Group: A to Z مكتبة

* المسار الحر الوسطي: لنفرض أن جزيئات [illegible] عبارة عن كرات ناعمة قطرها R فيكون حجم هذه الجزيئات مول واحد من الغاز

$$\text{حجم الكرة} = \frac{4}{3}\pi R^3 N_A$$

* لنحسب المسار الحر الوسطي والذي نعرفه بأنه المسافة الفاصلة بين اصطدامين متتاليين أي المسافة التي تقطعها وسطياً جزيئة واحدة من غير اصطدام لكن هذه المسافة ليست ثابتة لذلك نعتبر الجزيئة متجاهلة وجهة أثناء الاصطدام

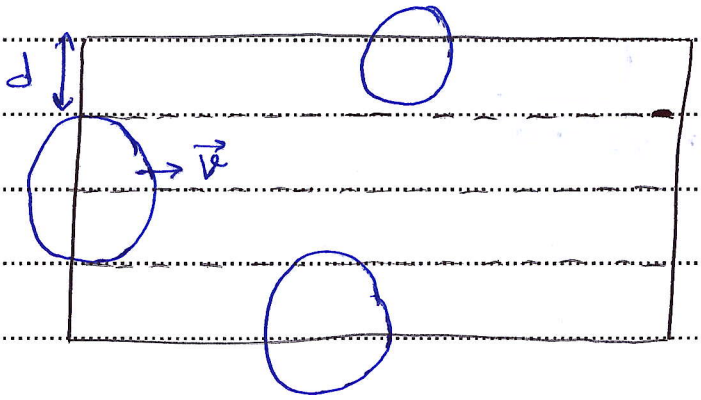


* لنفترض أن الاصطدام مرن تماماً فإن الطاقة الحركية للجملة تبقى ثابتة قبل الاصطدام أو بعده وكذلك الأمر للكمية الحركة.

* ليكن d قطر الجزيئة فيكون πd^2 هو سطح الدائرة العظمى (سطح المقطع الفعال) أي يجب أن تكون مراكز بقية الجزيئات واقعة خارج سطح هذه الدائرة كي لا يحيل الاصطدام.

TEL:0931497960 - Facebook Group: A to Z مكتبة

* لنفرض أن إحدى الجزيئات تتحرك بسرعة وسطية $\bar{v}$ وإن بقية الجزيئات ساكنة فتقطع هذه الجزيئة خلال زمن Δt مسافة قدرها $\bar{v}.\Delta t$ ويكون عدد الاصطدامات هذه الجزيئة مساوياً عدد الجزيئات الموجودة في الإسطوانة والتي سطح مقطعها $\pi.d^2$ والارتفاع



* وإذا فرضنا أن n تمثل عدد الجزيئات في واحدة الحجم فيكون عدد الاصطدامات خلال زمن Δt مساوياً إلى:

$$n.\pi.d^2.\bar{v}.\Delta t$$

* وبالتالي فإن المسار الحر الوسطي يعطى بالعلاقة التالية:

$$\bar{l} = \frac{\bar{v}.\Delta t}{n.\pi.d^2.\bar{v}.\Delta t} \Rightarrow \bar{l} = \frac{1}{n.\pi.d^2}$$

TEL:0931497960 - Facebook Group: A to Z مكتبة

* إن هذا الحساب صحيح من أجل أن جميع الجزيئات ساكنة وجزيئة واحدة متحركة في الواقع تكون جميع الجزيئات في حالة حركة حسب النظرية الحركية للغازات وتدل قوانين الديناميك الإحصائي أنه يجب أن نأخذ بعين الاعتبار السرعة النسبية v_r للجزيئات من أجل حساب عدد الجزيئات الموجودة في الإسطوانة السابقة فنحصل على العلاقة التالية:

$$\bar{l} = \frac{1}{n\sqrt{2}\pi d^2}$$

* وإذا عبرنا عن n بتابعية الضغط ودرجة الحرارة وبتطبيق قانون الغاز المثالي:

$$\bar{l} = \frac{1\,kT}{\pi\sqrt{2}\,pd^2}$$

أي أن المسار الحر الوسطي يتناسب طرداً مع درجة الحرارة وعكساً مع الضغط (عند ثبوت)

* إن طول المسار الحر الوسطي لجزيئات الأكسجين في الشرطين النظاميين درجة الحرارة والضغط يساوي تقريباً: $5\times10^{-8}\,m$

والسرعة الوسطية لهذه الجزيئات:

$$\bar{v} = 450\,m/s$$

TEL:0931497960 - Facebook Group: A to Z مكتبة

وبالتالي فإن تواتر الاهتزازات:

$$f = \frac{v}{e} = \frac{450}{5\times10^{-8}} = 10^{10}\ s^{-1}$$

وظيفة تمرين 1: احسب في درجة الصفر مئوية السرعتين التربيعيتين الوسطيتين لجزيئة الأكسجين وجزيئة الهيدروجين علماً أن الكتلة المولية للهيدروجين 2 ولأكسجين 32

2. احسب في الشرطين النظاميين تركيز جزيئات الأكسجين وطول المسار الحر الوسطي لهذه الجزيئات علماً أن قطر جزيئة الأكسجين $d = 3.6\ \mathring{A}$ وثابت فولتزمان $k = 1.38\times10^{-23}\ J/K^{\circ}$

TEL:0931497960 - Facebook Group: A to Z مكتبة