

## الكرات ( الخرز ) القفازة ، نموذج A- للحالات الانتقالية وعدم الثبات ( 10 درجات )

من فضلك قم بقراءة التعليمات العامة في المظروف الآخر ( المنفصل ) قبل البدء بهذا السؤال.

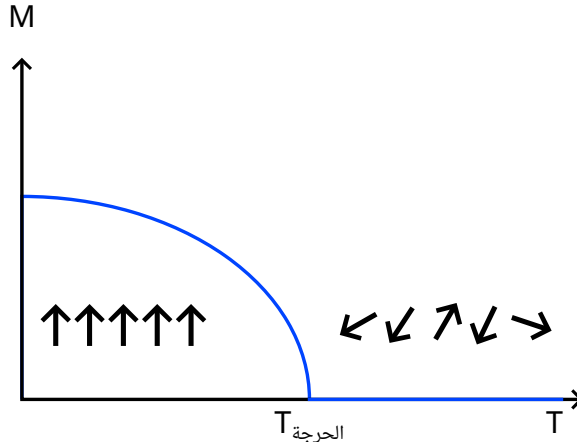
### مقدمة

الحالات الانتقالية هي ظاهرة معروفة بحياتنا اليومية ، فمثلاً يأخذ الماء حالات مختلفة مثل الحالة الصلبة والسائلة والغازية. هذه الحالات المختلفة تفصلها حالات انتقالية والتي يتغير عندها السلوك العام لجزيئات المادة. يرتبط وجود الحالات الانتقالية للمادة بدرجات الحرارة الحرجة ( التي يحدث عندها الانتقال من حالة لأخرى ) والتي عندها تتغير حالة المادة ، مثلاً درجات حرارة تجمد وجليان الماء في الأمثلة السابقة.

تنتشر الحالات الانتقالية وتحدث في أنظمة أخرى مثل المغناط أو أشباه الموصلات حيث يحدث تغيرات في خصائصها تحت درجات حرارة أقل من الدرجة الحرجة ( التي يحدث عندها الانتقال من حالة لأخرى ) حيث تتغير الحالة المجهرية من بارامغناطيسية إلى فيرومغناطيسية ويتغير الموصل العادي إلى موصل فائق التوصيل كذلك.

كل هذه التحولات يمكن وصفها في إطار مشترك عند التحدث عن ما يسمى متغير الانتظام ( باراميتز الانتظام). مثلاً، في المغناطيسية يرتبط متغير الانتظام بوضع العزم المغناطيسي للذرات بالنسبة للمغنطة المجهرية.

في الحالة المسماة بالحالة الانتقالية المستمرة تكون قيمة متغير الانتظام مساوية للصفر عند درجات حرارة أعلى من الدرجة الحرجة وتبدأ قيمته بالتزايد بشكل مستمر عند درجات حرارة أقل من الدرجة الحرجة كما هو موضح في الشكل التخطيطي لمغناطيس كما بالشكل (1). درجة الحرارة الانتقالية للحالة الانتقالية المستمرة تسمى درجة الحرارة الحرجة. يحتوي الشكل أيضاً على تمثيل تخطيطي للانتظام وعدم الانتظام المجهري في حالة المغناطيس، حيث تتحاذي ( تنتظم بمحاذاة بعضها ) العزوم المغناطيسية الفردية في الحالة الفرومغناطيسية لتظهر الخاصية المغناطيسية بينما تترتب بشكل عشوائي في الحالة البارامغناطيسية مما ينتج عنه حالة مغناطيسية مجهرية صفرية.



الشكل (1): التمثيل التخطيطي لارتباط درجة الحرارة لمتغير الانتظام  $M$  عند الحالة الانتقالية. عند درجة حرارة أقل من الدرجة الحرجة  $T_{crit}$  يتزايد متغير الانتظام ويصبح غير صفري بينما يساوي الصفر عند درجات الحرارة الأعلى من الدرجة الحرجة  $T_{crit}$

للحالات الانتقالية المستمرة، يتبع متغير الانتظام قانون الأس للتغير. فمثلاً في المغناطيسية فإن قيمة  $M$  التمنظت عند درجة أقل من الدرجة الحرجة  $T_{crit}$  يعطى من العلاقة :

$$M \begin{cases} \sim (T_{crit} - T)^b, & T < T_{crit} \\ = 0, & T > T_{crit} \end{cases} \quad (1)$$

حيث تعبر  $T$  عن درجة الحرارة. الشيء الأكثر غرابة هو أن هذا السلوك سلوكاً عاماً، بمعنى أن قيمة الأس بهذا القانون هو نفسه لأنواع عديدة من الحالات الانتقالية.

## المهمة

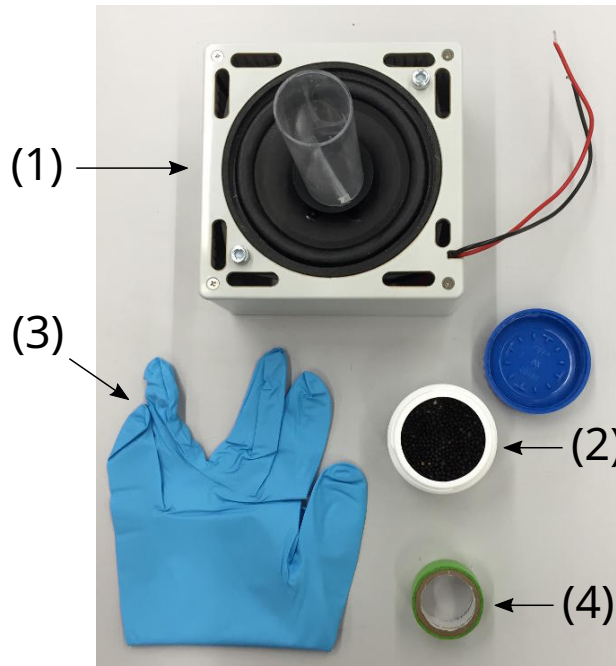
سنقوم بدراسة مثال بسيط حيث يمكن تفحص بعض أشكال الحالات الانتقالية المستمرة. فمثلاً يمكن دراسة تأثير عدم الثبات على السلوك العام للجزيئات ومن ثم الحالة الانتقالية بالإضافة إلى كيفية اعتماد التغيرات المجهرية على مدى إستثارة الجزيئات.

في حالات الانتقال الشائعة فإنه من المعتاد ارتباط مدى استثارة الجزيئات بدرجة الحرارة. في نموذجنا الحالي، تتمثل الاستثارة في طاقة الحركة للجزيئات المعجلة بواسطة السماعات. تتشابه التغيرات المجهرية مع الحالة الانتقالية التي نقوم بدراستها هنا (في النموذج الحالي) والتي تتكون من فرز (تجميع) الكرات (الخرز) في نصف واحد من نصفي الاسطوانة، حيث يفصل بين النصفين جدار صغير.

وبزيادة سعة الاهتزاز والتي تسببت في فرز الكرات (الخرز) في أحد نصفي الاسطوانة، ستجد في النهاية أن الكرات (الخرز) سيتوزع بالتساوي بين نصفي الاسطوانة. إن هذا التمثيل يتشابه مع التسخين لدرجات حرارة أعلى من الدرجة الحرجة.

هدفك الآن هو تعيين الأس الحرج لنموذج الحالة الانتقالية التي تقوم بدراستها هنا.

## قائمة الأدوات



الشكل (2): أجهزة إضافية للتجربة الحالية

- 1- سماعة مثبت بها من أعلى اسطوانة بلاستيكية.
- 2- حوالي 100 كرة (خرزة) (موجودة بالعلبة البلاستيكية)
- 3- قفاز.
- 4- شريط لاصق.

## تحذيرات هامة

- لا تؤثر بأي قوة إضافية جانبية على الاسطوانة البلاستيكية المثبتة على السماعة. لاحظ أنه لن يتم تزويدك بسماعة أخرى في حالة تلف غشاء السماعة أو تلف الاسطوانة البلاستيكية.
- أغلق السماعة في حالة عدم استخدامها للحفاظ على كفاءة البطارية.
- في هذه التجربة تتولد ذبذبة ترددها 4 Hz على أطراف السماعة الموجودة بجانب مولد الذبذبات
- يمكن التحكم بسرعة الاهتزازة للذبذبة باستخدام مجزئ الجهد الأيمن المسمى ب (4 speaker amplitude). الجهد المستمر DC والذي يتناسب مع سعة الاهتزازة للذبذبة هو الخرج على منفذ مراقب سعة الاهتزازة للسماعة ( speaker amplitude monitor) بالترتيب مع منفذ الأرضي (7). الأرقام التي تشير إلى الشكل (2) موضحة في صفحة التعليمات العامة.
- غشاء السماعة رقيق. لا تولد ضغطاً عليه غير مطلوب باستخدام أى وسيلة سواء رأسياً أو جانبياً.

## الجزء (A). سعة الاهتزازة للاستثارة الحرجة - 3.3 points

قبل البدء في المهام الفعلية لهذا السؤال، قم بتوصيل أطراف السماعة بمولد الذبذبات ( تأكد من توصيل الأقطاب بشكل صحيح ). ضع بعض الكرات ( الخرز ) ( مثلاً 50 ) داخل الاسطوانة المثبتة أعلى السماعة واستخدم قطعة من القفاز الموجود بالأدوات لفلق فوهة الاسطوانة من الأعلى لضمان عدم خروج أي كرة ( خرزة ) من الاسطوانة أثناء التجربة. قم بالبدء باستثارة الكرات ( الخرز ) عن طريق تشغيل مفتاح التشغيل ثم قم بتعديل سعة الاهتزازة لغشاء السماعة عن طريق تدوير مجزئ الجهد الأيمن المسمى ب (4) (speaker amplitude) باستخدام المفك الموجود بالأدوات. لاحظ عملية فرز وتوزيع الكرات ( الخرز ) باستخدام ساعات اهتزازة مختلفة.

المهمة الأولى هي تعيين سعة الاهتزازة الحرجة لهذه الحالة الانتقالية. لعمل ذلك ينبغي عليك تعيين عدد الكرات ( الخرز )  $N_1$  و  $N_2$  في كلا النصفين ( باختيار تسمية النصفين بحيث  $N_1 \leq N_2$  ) كدالة في سعة الاهتزازة  $A_D$ ، والتي تمثل فرق الجهد المقاس عند منفذ سعة الاهتزازة للسماعة (6) (speaker amplitude socket). هذا الفرق في الجهد يتناسب مع سعة الاهتزازة للموجة المسببة لحركة غشاء السماعة. قم بخمسة قياسات على الأقل لكل قيمة للجهد.

تنويه:

- للحصول دوماً على حركة للجزيئات محل الدراسة قم فقط بتفحص ساعات الاهتزازة المرتبطة بقيم فرق الجهد لسعة الاهتزازة للسماعة والتي تزيد عن 0.7 V. ابدأ بمراقبة سلوك النظام عن طريق تغيير فرق الجهد ببطء بدون إحصاء للكرات ( الخرز ). يمكن أحياناً التصاق بعض الخرز بالغشاء بسبب تجاذب كهروستاتيكي، لا تقم بإحصاء هذه الكرات ( لا تحسب الخرز الملتصق ).

|       |  |            |
|-------|--|------------|
| 1.2pt | سجل قياساتك لعدد الجزيئات $N_1$ و $N_2$ في كل نصف مع قيم مختلفة من ساعات اهتزازة $A_D$ في الجدول A.1   | <b>A.1</b> |
| 1.1pt | احسب الانحراف المعياري لقياساتك لكل من $N_1$ و $N_2$ ثم قم برصد نتائجك في الجدول A.1. ارسم بيانياً $N_1$ و $N_2$ كدالة في سعة الاهتزازة $A_D$ المعروضة في الرسم البياني A.2 متضمناً عدم اليقين لهذه النتائج. | <b>A.2</b> |
| 1pt   | بناء على الرسم البياني قم بتعيين سعة الاهتزازة الحرجة $A_{D,crit}$ من الرسم عند $N_1 = N_2$ بعد الانتظار حتى الوصول لحالة الثبات.  | <b>A.3</b> |

## الجزء B. المعاييرة - 3.2 points

سعة الاهتزازة المعروضة  $A_D$  ترتبط بفرق الجهد بين طرفي السماعة. وحيث أن القيمة الفيزيائية لسعة الاهتزازة تمثل أقصى إزاحة  $A$  لاهتزاز غشاء السماعة، لذا فإنها تعبر عن مدى قوة إستثارة الكرات ( الخرز ). من هنا فإنك تحتاج أن تعابير سعة الاهتزازة المعروضة، وللقيام بذلك يمكنك استخدام الأدوات والمواد المعطاة لك.

|       |  |            |
|-------|--|------------|
| 0.5pt | ارسم الإعدادات المستخدمة لقياس سعة الاهتزازة للاستثارة، بمعنى آخر مسافة الحركة القصوى $A$ بوحدة mm للسماعة في فترة زمنية واحدة للاهتزازة.  | <b>B.1</b> |
| 0.8pt | عين سعة الاهتزازة $A$ بوحدة mm لعدد مناسب من النقاط، بمعنى آخر سجل سعة الاهتزازة $A$ كدالة في سعة الاهتزازة المعروضة $A_D$ بالجدول B.2 ثم قم بالإشارة إلى عدم اليقين في قياساتك. | <b>B.2</b> |
| 1.0pt | ارسم بياناتك بيانياً في الشكل B.3 متضمناً عدم اليقين.  | <b>B.3</b> |
| 0.8pt | عين المتغيرات ( البارامترات ) للمنحنى الناتج مستخدماً تحديد مناسب لتعيين دالة المعاييرة $A(A_D)$   | <b>B.4</b> |

0.1pt

B.5 عين سعة الاهتزازة للاستثارة الحرجة  $A_{crit}$  للكرات (الخرز)

### الجزء C. الأس الحرج - 3.5 points

في نظامنا، ترتبط درجة الحرارة بقيمة الطاقة الحركية الداخلة للاستثارة. تتناسب هذه الطاقة مع مربع سرعة غشاء السماعة، أي أن:  $v^2 = A^2 f^2$  حيث أن  $f$  هي تردد الاهتزازة. سنقوم الآن باختبار هذه العلاقة ثم نقوم بتعيين الأس  $b$  لقانون الأس والذي يتحكم بسلوك متغير الانتظام. (لاحظ المعادلة 1)

C.1 نسبة اختلال التوازن  $\left| \frac{N_1 - N_2}{N_1 + N_2} \right|$  هي ممثل جيد لمتغير (بارامتر) الانتظام لنظامنا الحالي في ذلك والذي يساوي صفراً أعلى سعة الاهتزازة الحرجة ويساوي 1 عند الاستثارة الدنيا. عين متغير الانتظام كدالة في سعة الاهتزازة  $A$ . سجل نتائجك في الجدول C.1

1.1pt

C.2 ارسم بيانياً نسبة اختلال التوازن  $\left| \frac{N_1 - N_2}{N_1 + N_2} \right|$  كدالة في  $|A_{crit}^2 - A^2|$  في الشكل C.2 حيث يكون لكلا المحورين نفس المدى اللوغاريتمي (رسم لوغاريتم ثنائي). يمكنك استخدام الجدول C.1 لإجراء حساباتك. يمكن أن تبدو النقاط على الرسم غير متناسبة مع العلاقة الخطية، لكن عليك رسم الانحدار الخطي لمطابقته بالصيغة الرياضية للأس الحرج.

1pt

C.3 عين الأس  $b$  ثم قم بتقدير الخطأ.

1.4pt