

ការលោតគ្រាប់: គំរូមួយចំពោះការឆ្លងជាស(អន្តរកាល) និងអស្ថិរភាព(ភាពគ្មានលំនឹង)

សូមអានការណែនាំទូទៅមុនពេលធ្វើពិសោធន៍។

សេចក្តីផ្តើម

ការឆ្លងជាសកើតមានឡើងជារៀងរាល់ថ្ងៃនៅក្នុងជីវិតប្រចាំថ្ងៃ ដូចជាជាស រាវរឹង និងឧស្ម័ន របស់ទឹក។ ភាពទាំងនេះ ញែកគ្នាដោយការឆ្លងជាសដែលលក្ខណៈរបស់មូលេគុលត្រូវបានផ្លាស់ប្តូរ។ ការប្តូរជាសនេះគឺជានិច្ចកាលទាក់ទងទៅនឹងសីតុណ្ហភាពកំរិត ដែលប្រាប់អំពីការប្តូរភាពរបស់សារធាតុ។ ដូចជាសីតុណ្ហភាព នៅចំនុចរំពុះ និងកំណក របស់ទឹក។

ការឆ្លងជាសនេះក៏កើតឡើងនៅក្នុងប្រព័ន្ធផ្សេងៗទៀតផងដែរ ដូចជានៅក្នុងមេដែក និងអង្គធាតុចំលងខ្ពស់ ដែលសីតុណ្ហភាពទាបជាងសីតុណ្ហភាពកំរិត មេដែកប្តូរភាពពីប៉ារ៉ាម៉ាញ៉េទិចទៅជាដែកម៉ាញ៉េទិច ហើយអង្គធាតុចំលងធម្មតាប្តូរទៅជាអង្គធាតុចំលងខ្ពស់។

ការឆ្លងជាសនេះត្រូវបានគេហៅថា ប៉ារ៉ាម៉ែត្រនៃសណ្តាប់ធ្នាប់ (order-parameter)។ ឧទាហរណ៍ដូចជា សន្លាប់ធ្នាប់នៃប៉ារ៉ាម៉ែត្រក្នុងម៉ាញ៉េទិចគឺទាក់ទងទៅនឹងការតម្រង់ជួរនៃម៉ូម៉ង់ម៉ាញ៉េទិចនៃអាតូម។

ជាទូទៅ order-parameter តែងតែសូន្យ ចំពោះសីតុណ្ហភាពខ្ពស់ជាងសីតុណ្ហភាពកំរិត ហើយវាកើនឡើងជានិរន្តរភាពចំពោះសីតុណ្ហភាពទាបជាងសីតុណ្ហភាពកំរិត ដូចបានបង្ហាញក្នុង figure 1។ ក្នុងរូបនេះ ម៉ូម៉ង់ម៉ាញ៉េទិចនៃអាតូមត្រង់ស្របគ្នានៅក្នុងជាសជាដែកម៉ាញ៉េទិចដែលធ្វើអោយម៉ូម៉ង់ម៉ាញ៉េទិចកើនឡើង និងម៉ូម៉ង់ម៉ាញ៉េទិចនៃអាតូមគ្មានសណ្តាប់ធ្នាប់ក្នុងជាសប៉ារ៉ាម៉ាញ៉េទិច ដែលទទួលបានម៉ាញ៉េទិចកម្មសូន្យ។

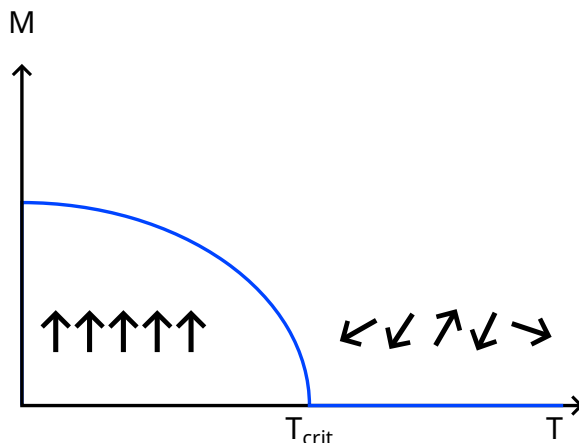


Figure 1: Schematic representation of the temperature dependence of an order parameter M at a phase transition. Below the critical temperature T_{crit} , the order parameter grows and is non-zero, whereas it is equal to zero at temperatures above T_{crit} .

ជាទូទៅ ក្នុងអន្តរកាលជាស (ឆ្លងជាស) គឺរកឃើញថា order parameter ក្បែរទីតាំងឆ្លងជាសគឺគោរពតាមច្បាប់

power-law។ នៅក្នុងម៉ាញ៉េទិច ម៉ាញ៉េទិចកម្មខាង ក្រោមសីតុណ្ហភាពកំរិត អោយដោយ:

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

ដែល T គឺជាសីតុណ្ហភាព។ មេគុណស្វ័យគុណក្នុងសមីការនេះដូចគ្នាទៅនឹងការឆ្លងជាសនៃប្រភេទផ្សេងៗទៀត ដែរ។

កិច្ចការ

យើងនឹងសិក្សាទៅលើឧទាហរណ៍មួយចំនួនដែលលក្ខណៈនៃការឆ្លងជាសអាចសង្កេតបាន។ ដូចជា តើភាពមិន ទៀងទាត់នៃការទទួលបានគ្រាប់ poppy ក្នុងពិសោធន៍ ទៅនឹងលក្ខណៈនៃការចាប់យកផង។ ដូចនេះ ការឆ្លងជាស គឺអាស្រ័យលើការភ្លេចនៃផង។

នៅក្នុងការឆ្លងជាសធម្មតា ការភ្លេចនេះគឺជាសីតុណ្ហភាព។ ក្នុងឧទាហរណ៍របស់យើង ការភ្លេចផ្សំឡើងដោយ vertical acceleration នៃផងដើរដោយ loudspeaker ។ ការឆ្លងជាសដែលយើងសិក្សានៅក្នុងពិសោធន៍នេះ ផ្សំឡើង ដោយការរៀបនៃគ្រាប់ poppy ទៅក្នុងកន្លះនៃស៊ីឡាំងមួយដែលញែកដោយជញ្ជាំងតូចមួយ។

ការកើនអំពើទូតក្នុងការញែកគ្រាប់ទៅក្នុងកន្លះស៊ីឡាំង អ្នកនឹងរកឃើញដោយយថាហេតុនូវរបាយផង (គ្រាប់)ស្មើគ្នា រវាងកន្លះស៊ីឡាំងទាំងពីរ។ ការនេះទាក់ទងទៅនឹងការដុតកម្ដៅបានឆ្លងកាត់សីតុណ្ហភាពកម្រិត។

គោលបំណងរបស់អ្នកគឺកំណត់រកមេគុណស្វ័យគុណកម្រិតចំពោះគំរូនៃការឆ្លងជាសនេះ។

តារាងសម្ភារៈ:

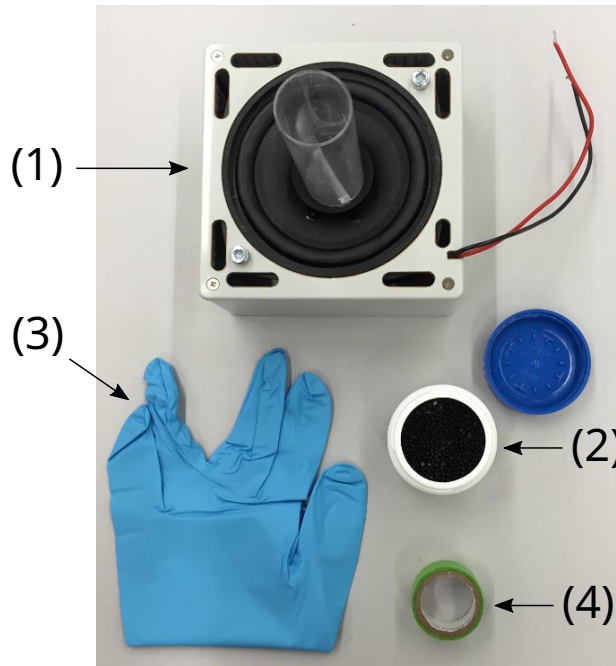


Figure 2: Additional equipment for this experiment.

1. Loudspeaker assembly with plastic cylinder mounted on top
2. About 100 poppy seeds (in a plastic container)
3. A glove
4. Sticky tape

ប្រយ័ត្ន!!!

- សូមកុំប្រើកម្លាំងខ្លាំងទៅលើជ្រុងខាងនៃស៊ីឡាំងដែលបានដាក់ជាប់នៅលើ loudspeaker។ សំគាល់: គ្មានឧបករណ៍សម្រាប់ដូរទេ ដូចនេះកុំធ្វើអោយឧបករណ៍ខូចអោយសោះ។
- សូមបិទ loudspeaker នៅពេលអត់ប្រើដើម្បីកុំអោយវាអស់ភ្លើង។
- ក្នុងពិសោធន៍នេះ សញ្ញាចេញពី loudspeaker គឺធ្មេញរណា មានប្រេកង់ស្មើ 4 Hz ។
- អំព្រីទូតនៃសញ្ញាធ្មេញរណាអាចលៃតម្រូវបានដោយប្រើប៉ូតង់ស្យូម៉ែត ដែលមានសញ្ញាសំគាល់ *speaker amplitude* (4)។ តង់ស្យុង DC សមមាត្រទៅនឹងអំព្រីទូតនៃសញ្ញាចេញពី *speaker amplitude* ដែលត្រូវពិនិត្យដោយ *socket* (6) ធៀបទៅនឹងម៉ាស *GND socket* (7)។ លេខយោងទាំងនេះបានបង្ហាញក្នុង Figure 2 នៃការណែនាំទូទៅ។
- សូមកុំប្រើកម្លាំងខ្លាំងពេកមកលើភ្នាស speaker។

Part A. អំព្លីទូតរំញោចកម្រិត (3.3 points)

មុនពេលអ្នកចាប់ផ្តើមធ្វើកិច្ចការ សូមភ្ជាប់ខ្សែរនៃ loudspeaker ទៅនឹងជើងនៃ signal generator (សូមប្រយ័ត្នខុសប៉ូល)។ ដាក់គ្រាប់ poppy មួយចំនួន (ប្រហែល ៥០) ក្នុងស៊ីឡាំង។ សូមប្រើស្រោមដៃគ្របស៊ីឡាំងពីលើអោយជិត។ រួចបើកការភ្ជោជដោយប្រើ កុងតាក់ចុច (toggle switch) ហើយលៃតម្រូវអំព្លីទូតដោយប្រើប៉ូតង់ស្យូម៉ែត តាងដោយ *speaker amplitude* (4) ដោយប្រើទូរណវិសដែលបានផ្តល់អោយ។ សង្កេតការតម្រៀបនៃគ្រាប់ poppy ដោយប្រើអំព្លីទូតផ្សេងៗគ្នា។

កិច្ចការទីមួយគឺកំណត់រកអំព្លីទូតភ្ជោជកម្រិតនៃការឆ្លងជាសន្លេងនេះ។ ដើម្បីធ្វើកិច្ចការនេះ អ្នកត្រូវគណនាចំនួនគ្រាប់ N_1 និង N_2 នៅក្នុងផ្នែកទាំងពីរអនុគមន៍នៃអំព្លីទូត A_D (ដោយ $N_1 \leq N_2$) ដែលជាតង់ស្យុងវាស់នៅ *speaker amplitude* socket (6)។ តង់ស្យុងនេះគឺសមមាត្រទៅនឹងរលកធ្មេញរណដែលដំណើរការ loudspeaker។ ធ្វើរង្វាស់អោយបានយ៉ាងតិច ៥ដង ចំពោះតង់ស្យុងនីមួយៗ។

Hint:

- ដើម្បីអោយផងមានចលនា សូមសង្កេតការពិសោធន៍ចាប់ពីអំព្លីទូត *speaker amplitude* លើសពី 0.7 V។ បំបែបរូលតង់ស្យុងសន្សឹមៗ រួចសង្កេតដោយមិនចាំបាច់រាប់ចំនួនគ្រាប់ទេ។

A.1	កត់ត្រាតម្រូវរង្វាស់នៃចំនួនផង N_1 និង N_2 ជាអនុគមន៍នៃ A_D ក្នុង Table A.1 ។	1.2pt
A.2	គណនាគំលាតគំរូ (standard deviation) នៃរង្វាស់ N_1 និង N_2 ហើយរាយលទ្ធផលក្នុង Table A.1 ។ គូសក្រាប N_1 និង N_2 ជាអនុគមន៍នៃ A_D ដាក់ក្នុង Graph A.2 ដោយបញ្ចូលតម្លៃល្អៗ។	1.1pt
A.3	យោងតាមក្រាបខាងលើ ចូរកំណត់អំព្លីទូតកម្រិត $A_{D,crit}$ ដោយទាញចេញពីអំព្លីទូត N_1 និង N_2 ពេលវាស្មើគ្នាក្នុងរយៈពេលយូរ។	1pt

Part B. Calibration (2.5 points)

ក្រិតអំព្លីទូត A_D ត្រូវនឹងតង់ស្យុងផ្តល់ដោយ loudspeaker។ ក៏ប៉ុន្តែតំលៃដែលត្រូវការក្នុងរង្វាស់នេះគឺជាបំលាស់ទីអតិបរិមា A នៃលំយោលរបស់ loudspeaker ដោយសារវាទាក់ទងយ៉ាងខ្លាំងទៅនឹងគ្រាប់ដែលបានភ្ជោជ។ ដូចនេះ អ្នកត្រូវតែដៅចំងាយអតិបរិមាអំព្លីទូតត្រូវទៅនឹងតង់ស្យុងផ្សេងៗគ្នា។ សំរាប់ពិសោធន៍នេះអ្នកត្រូវប្រើឧបករណ៍ដែលផ្តល់អោយណាមួយក៏បាន។

B.1	ធ្វើតំលៃសាងពិសោធន៍ដើម្បីធ្វើរង្វាស់អំព្លីទូតភ្ជោជ គឺចំងាយចរអតិបរិមា A (mm) នៃ loudspeaker ក្នុងមួយខួបនៃលំយោល។	0.5pt
B.2	គណនាអំព្លីទូត A គិតជា mm ចំពោះចំនុចសមស្របមួយចំនួន។ គឺថាកត់ត្រាតំលៃអំព្លីទូត A ជាអនុគមន៍នៃ A_D ដាក់ក្នុង Table B.2 ព្រមទាំងបញ្ជាក់កំរិតល្អៗនៃរង្វាស់។	0.8pt

B.3	ប្រើទិន្នន័យរបស់អ្នកខាងលើដើម្បីគូសក្រាប Graph B.3 ព្រមទាំងបញ្ជាក់កំរិតល្បឿននៅលើក្រាប។	1.0pt
B.4	កំនត់ប៉ារ៉ាម៉ែត្រតាមក្រាបខាងលើ ហើយតាងជាអនុគមន៍ $A(A_D)$ ។	0.8pt
B.5	ចូរគណនាអំពូទូតភ្លេចកម្រិត A_{crit} នៃគ្រាប់poppy។	0.1pt

Part C. Critical exponent (3.5 points)

នៅក្នុងប្រព័ន្ធរបស់យើង សីតុណ្ហភាពវាត្រូវនឹងថាមពលស៊ីនេទិចនៃរំញោជ ថាមពលនេះវាសមមាត្រទៅនឹងការរនៃល្បឿនរបស់ loudspeaker គឺថា $v^2 = A^2 f^2$ ដែល f គឺជាប្រេកង់នៃលំយោល។ យើងធ្វើតេស្តសាកល្បងភាពអាស្រ័យនេះ និងកំណត់មេគុណស្វ័យគុណ b នៃ (មើលសមីការ 1)។

C.1	អតុល្យភាព $\left \frac{N_1 - N_2}{N_1 + N_2} \right $ គឺជាវិធីសាស្ត្រសំរាប់ order parameter នៃប្រព័ន្ធរបស់យើង ក្នុងនេះវាសូន្យនៅពេលអំពូទូតកម្រិត ហើយស្មើ 1 នៅរំញោចទាប។ ចូរគណនា order parameter ជាអនុគមន៍នៃ A ។ កត់ត្រាក្នុង Table C.1 ។	1.1pt
C.2	គូសក្រាប $\left \frac{N_1 - N_2}{N_1 + N_2} \right $ ជាអនុគមន៍នៃ $ A_{crit}^2 - A^2 $ ក្នុង Graph C.2 ដែលតាងអក្សរក្នុងមាឌ ដ្ឋានលោការីត៍ (double-logarithmic plot)។ អ្នកអាចប្រើ Table C.1 ដើម្បីធ្វើការគណនា។ ខ្សែក្រាបអាចមិនលីនេអ៊ែរ តែត្រូវធ្វើ linear regression។	1pt
C.3	រួចគណនាមេគុណស្វ័យគុណ b និងកំរិតល្បឿនរបស់វា។	1.4pt