

Вкладка Стани

Нагрівати або охолоджувати атоми і молекули і спостерігати, як вони змінюються між твердою, рідкою і газовою фазами.

СПОСТЕРІГАТИ
за
температурою в К
або °С

ЗВЕРНІТЬ УВАГУ
на рух в тілі

ВИБЕРІТЬ атом
або молекулу

ДОСЛІДЖУЙТЕ
тверде тіло, рідину
або газ

ДОДАВАЙТЕ або
ВИЛУЧАЙТЕ
тепло з системи

States of Matter

Вкладка Фазові зміни

Дослідіть, як поводить система, коли атоми і молекули нагріваються, охолоджуються, стискаються або додається більше частинок.

СТИСКАЙТЕ зразок

ДОДАЙТЕ
додаткові атоми
або молекули

РОБІТЬ ПАУЗИ і
кроки

РОЗГЛЯНЬТЕ
якісний потенціал
Леннарда-Джонса

ПЕРЕГЛЯНЬТЕ
якісну фазову
діаграму

States of Matter

Вкладка **Взаємодія**

Дослідіть, як взаємодія між силами притягування і відштовхування керує взаємодією між атомами.

The image shows the PHET 'Interaction' simulation interface. It features a central graph of Potential Energy vs. Distance Between Atoms, a 3D visualization of two atoms, and a control panel on the right. The control panel includes options for 'Atoms' (Neon, Argon), 'Adjustable Attraction', 'Atom Diameter (σ)', 'Interaction Strength (ϵ)', and 'Forces' (Hide Forces, Total Force, Attractive, Repulsive). Callouts in green boxes provide instructions: 'ЗБІЛЬШУЙТЕ або ЗМЕНШУЙТЕ графік' (Zoom in/out the graph), 'НАЛАШТОВУЙТЕ параметри безпосередньо на кривій' (Adjust parameters directly on the curve), 'ПЕРЕТЯГНІТЬ незакріплений атом або точку на графіку' (Drag the free atom or point on the graph), 'ВИБРАЙТЕ пари атомів, щоб дослідити або створіть спеціальний набір' (Select atom pairs to study or create a special set), and 'ПРИХОВАЙТЕ або ПОКАЖІТЬ сили між атомами' (Hide or show forces between atoms).

Комплексні елементи керування

- Кількість атомів або молекул, які можуть бути закачані в систему, обмежена. Індикаторні рядки показують, скільки залишилося закачати в систему.
- Колір фону моделювання можна змінити для легшого проектування на екран, натиснувши на панель меню PHET, вибравши Options (Опції) і перевіривши режим проєктора. Доступ до режиму проєктора також можна отримати, додавши «projectorMode» до кінця URL-адреси симуляції.

Спрощення в моделюванні

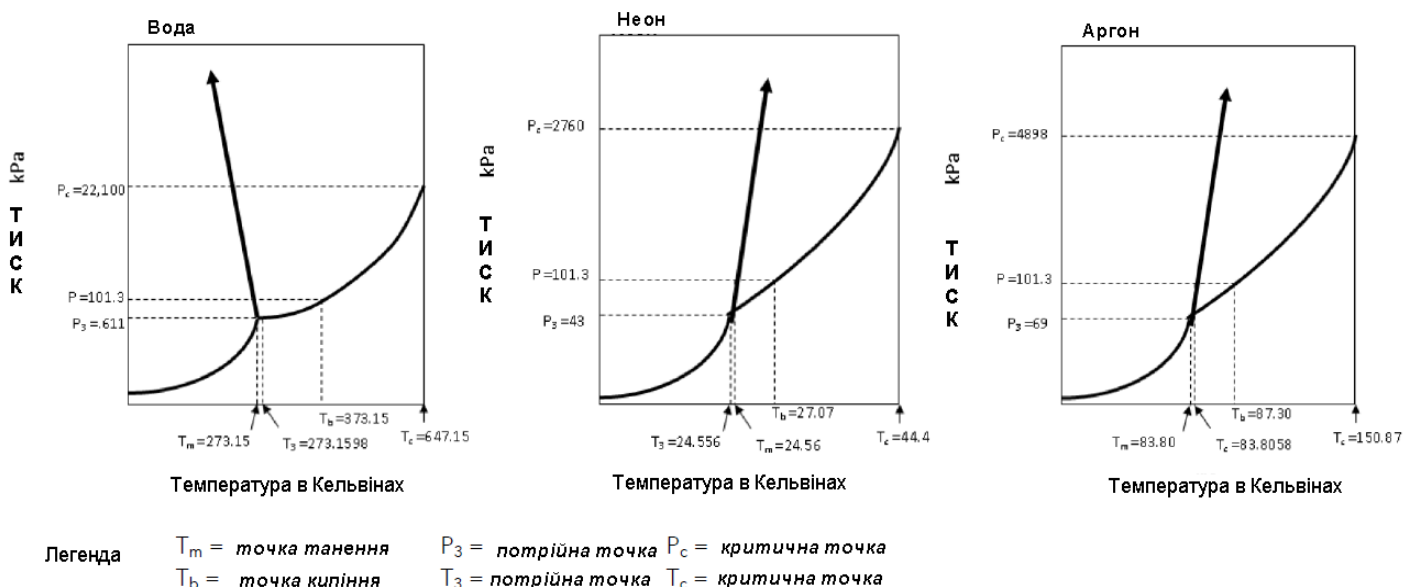
- Модель найкраще працює, якщо в контейнері є, принаймні, 15 частинок. Можна створювати ситуації, коли в контейнері є лише кілька частинок, і в цих ситуаціях учні можуть спостерігати деяку дивну поведінку. Одним з прикладів є випадкові видимі зміни швидкості окремих частинок. Якщо учні спостерігають за такими речами, їм слід сказати, що це пов'язано з обмеженнями моделі і не представляє явищ «реального світу».
- Це моделювання призначене для вивчення станів рівноваги. Таким чином, додавання / видалення тепла, регулювання об'єму і накачування додаткових частинок цілеспрямовано відбуваються повільно, так що система може в цілому врівноважуватися при внесенні змін. (Швидкі зміни в системі, якщо це дозволено, призведе до більшої кількості системних станів.)
- Латентна теплота не розглядається або не підтримується моделлю в цьому моделюванні.
- Температура системи обчислюється на основі швидкостей частинок і може змінюватися, оскільки в систему закачується більше частинок.
- Тиск у системі впливає з передачі імпульсу між частинками та стінками

контейнера. В результаті тиск при 0 K буде дорівнювати нулю.

- Можна досягти абсолютного нуля в моделюванні, але швидкість зміни температури помітно сповільнюється, коли наближається до 0 K. Це навмисне, оскільки дуже важко зробити систему молекул такою холодною. Істинного абсолютного нуля досягти неможливо, тому це слід розглядати як округлення вниз від чогось нижче 0,5 K.
- Для твердої води ми хотіли показати, що між молекулами є простір. Правильна структура твердої води вимагає 3D-вигляду, але з незначними компромісами ми змогли якісно показати ситуацію в 2D. Крім того, частинки твердої води вібрують більше, ніж очікується. Ресурс для найбільш поширеної візуальної структури льоду можна знайти [ТУТ](#).
- Якщо кришка ємності відкинута, з'являється кнопка «Повернення кришки», яка захопить частинки, що залишилися в контейнері і заправить насос.
- Моделюється деяка кількість гравітації, але вона мінімальна - достатньо, щоб зберегти тверді форми речовин на підлозі контейнера. З цієї причини речовини в їх рідкій формі не завжди розносяться по дну контейнера, як вода в склянці.
- Хоча плазма є станом матерії, ми навмисно вибрали не моделювати її в цьому моделюванні.
- Для молодших школярів може бути важливим пояснити, що рука і контейнер взагалі не мають масштабу, оскільки в реальному світі вони також складаються з атомів і молекул.

Фазові діаграми

Симуляція не призначена для використання як комплексний інструмент для вивчення фазових діаграм, замість цього фокус на фазах матерії. Осі фазової діаграми не мають масштабів, але мають на меті дати учням загальне уявлення про розуміння фазових діаграм. Невелика кількість показаних частинок і простота базових моделей ускладнює точне визначення точної фази до правильних областей фазової діаграми. Проте, ми відчували, що для учнів буде сприйнята спрощена фазова діаграма. (Фазові діаграми для води, неону і аргону проілюстровані нижче.) У схемі маркер діаграми залишається на лінії співіснування між рідиною / газом або твердим газом (і екстраполюється в критичну область). Якщо це наближення не відповідає вашим конкретним цілям навчання, і ви стурбовані тим, що це може призвести до плутанини, ви можете запросити своїх учнів до закриття фазової діаграми.



Пропозиції щодо використання

Клікерні запитання

- Надайте скріншоти твердої, рідкої та газоподібної води. Попросіть учнів визначити, який знімок найкраще описує рідку воду.
- Наведіть скріншоти неону і кисню при 15 К, 30 К і 45 К. Попросіть учнів визначити, яка речовина має найслабкіші і сильні міжмолекулярні сили.

Пиклади завдань для досліджень

- Намалюйте зображення кожної речовини, твердої речовини, рідини і газу. Поясніть відмінності та подібності між кожним станом.
- Намалюйте зображення кожної речовини у вигляді твердої речовини. Опишіть, як тверда вода порівнюється з іншими речовинами, і поясніть, чому лід плаває у воді.
- Опишіть процедуру зміни фази однієї з речовин.
- Поясніть, як зміна температури впливає на тиск усередині контейнера.
- Передбачити, що відбувається зі швидкістю атомів і кількістю простору між ними, якщо (а) тепло додається до системи, (б) тепло видаляється з системи, або (с) об'єм контейнера зменшується.
- Опишіть, як сили притягування і відштовхування впливають на взаємодію між двома атомами.
- Поясніть взаємозв'язок між силами притягання між атомами та графіком потенційної енергії для пари атомів.

Див. усі опубліковані заходи і уроки для Станів Матерії [тут](#).

Для отримання додаткових порад щодо використання симуляцій з учнями див.

[Поради щодо використання програми PHET.](#)