

## Вкладка **СТАНИ**

Нагрівайте або охолоджуйте атоми і молекули і спостерігайте, які відбуваються зміни між твердою, рідкою і газовою фазами.

**СПОСТЕРІГАЙТЕ**  
за температурою в  
К або °C

**Зверніть увагу**  
на рух у зразку

**ВИБЕРІТЬ**  
атом або  
молекулу

**Досліджуйте**  
твердий, рідкий  
стан або газ

**Додайте або**  
**видаліть тепло**  
з системи

States of Matter: Basics

## Вкладка **Фазові зміни**

Дослідіть, як поводить система, як атоми і молекули поведуться при нагріванні, охолодженні, стисненні або при додаванні більшої кількості частинок.

**ДОДАЙТЕ**  
насосом  
додаткових атомів  
або молекул

**РОБІТЬ** паузи і  
кроки

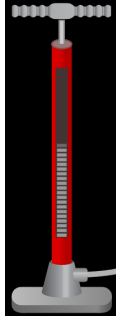
**ПЕРЕГЛЯДАЙТЕ**  
(якісно)  
відповідну фазу  
на діаграмі

**СТИСКАЙТЕ**  
зразок  
речовини

States of Matter: Basics

## Комплексні елементи керування

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



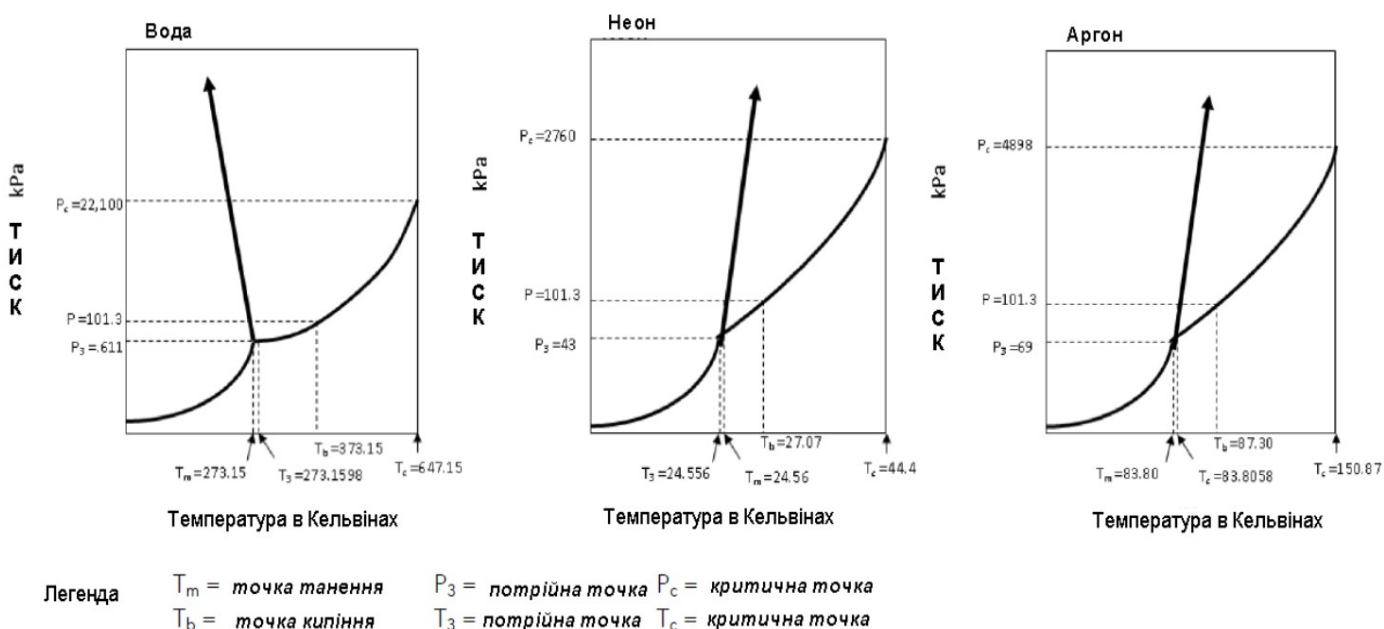
## Моделльні спрощення

- 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 студенти 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 обсягу і накачування додаткових частинок цілеспрямовано утримуються повільно, так щоб система могла 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 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 очікувалося. Ресурс для найбільш поширеної візуальної структури льоду можна знайти [тут](#).
- Якщо кришка ємності відірвалася в повітря, з'являється кнопка «Повернення кришки», яка захопить частинки в контейнері і заправить велосипедний насос.
- Моделюється деяка кількість тяжкості, але вона мінімальна - достатньо, щоб зберегти тверді форми речовин на підлозі контейнера. З цієї причини речовини в їх рідкій формі не є завжди розміщені по нижній частині 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 учнями 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 запропонувати своїм учням закрити фазові діаграми.



## Пропозиції для використання

### Приклади дослідницьких завдань

- Намалюйте зображення кожної речовини у різних станах, як тверда речовина, рідина і газ. Опишіть відмінності та подібності між кожним станом.
- Дослідіть, як можна змінити стан речовини в контейнері.
- Опишіть різницю в русі частинок у твердому, рідкому або газовому стані.
- Передбачте, що відбувається з речовиною при її нагріванні або охолодженні.
- Опишіть метод, щоб зупинити рух атомів або молекул.
- Поясніть, чому деякі молекули починають злипатися, коли ви додаєте більше молекул.

Див. Усі опубліковані навчальні заходи для держав **Стан речовини: Основи [TUT](#)**.  
 Для отримання додаткових порад щодо використання моделей з учнями див.

[Поради щодо використання програми PHET](#).