



УКРАЇНА

(19) UA (11) 17081 (13) U  
(51) МПК

G09B 23/06 (2006.01)

G09B 23/16 (2006.01)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІОПИС  
ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ  
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬвидається під  
відповідальність  
власника  
патенту

(54) ПРИСТРІЙ ДЛЯ ДЕМОНСТРАЦІЇ ПОВЕРХНІ, ЩО ОПИСУЄТЬСЯ РІВНЯННЯМ СТАНУ ІДЕАЛЬНОГО ГАЗУ

1

2

(21) u200602081

(22) 27.02.2006

(24) 15.09.2006

(46) 15.09.2006, Бюл. № 9, 2006 р.

(72) Курмак Зоя Сергіївна, Мінаєв Юрій Павлович,  
Тихонська Наталія Іванівна(73) ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД  
"ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ"  
МІНІСТЕРСТВА ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ(57) Пристрій для демонстрації поверхні, що  
описується рівнянням стану ідеального газу, що  
складається з трьох прозорих пластин: основи та  
двох бокових з отворами, з'єднаних між собою під  
прямими кутами, ниткоподібного матеріалу,  
закріпленого до пластин так, що утворює  
всередині тригранного кута поверхню, координати

якої задовольняють рівняння стану ідеального газу, позначень системи координат тиску, об'єму та температури, який відрізняється тим, що площа основи являє собою квадрат, а дві бокові пластини є прямокутними трикутниками, катети яких дорівнюють сторонам квадрата, при цьому паралельно сторонам пластин на рівній відстані від зовнішнього краю кожної з них і з рівним кроком виконані отвори, у яких закріплений ниткоподібний матеріал, що утворює всередині тригранного кута задану поверхню, а початок системи координат знаходиться на основі напроти тригранного кута, осі координат тиску та об'єму спрямовані вздовж основи, а вісь температури виконана за допомогою стержня, встановленого перпендикулярно до цієї основи.

Корисна модель відноситься до наочних засобів навчання, а саме до просторової моделі, яка демонструє поверхню, що описується рівнянням стану ідеального газу.

Відомий пристрій для демонстрації поверхні, що описується рівнянням стану ідеального газу [Повар С.В. Доцільність введення в шкільний курс математики гіперболічного параболоїда // Педагогічні науки. Збірник наукових праць. Випуск 15. Ч. П. - Херсон: Айлант, 2000. - С.67-73]. Пристрій містить квадратну дерев'яну пластину, одна з вершин якої умовно позначена точкою О. Пластина розділена фарбою на дев'ять клітин-квадратиків, у кутах яких перпендикулярно вставлені стержні різної довжини. Довжини стержнів пропорційні площі квадратів, один із кутів яких відповідає точці О, а протилежний фіксується стержнем.

Недоліками цього рішення є:

- низький ступінь наочності моделі;
- відсутність ізоляції (ізобар, ізохор та ізотерм);
- досить мала кількість точок, що задають координати поверхні, яка описується станом рівняння ідеального газу.

Ознакою, спільною із заявленим рішенням, є

наявність квадратної пластини-основи.

Найбільш близькою моделлю є просторова модель, яка використовується під час вивчення газових законів [Нижник В.г., Грищенко П., Перепелиця Є. О., Федорук А. Просторові моделі під час вивчення газових законів // Фізика та астрономія в школі. 1998; - № 3. - С.30-34]. Модель складається з трьох прямокутних прозорих пластин, склеєних під прямими кутами, з позначенням системи координат тиску, об'єму та температури, початок координат якої знаходиться всередині тригранного кута, а осі координат спрямовані вздовж двограних кутів. До пластин, що задають площини нульового тиску та нульового об'єму, приклеєні невеличкі прозорі пластинки, які будуть фіксувати ті пластини, що моделюють ізотерми. Останні виготовлені з прозорих пластин із лініями вирізів у формі гіпербол. Їх розташовують паралельно до площини нульової температури на однакових відстанях одна від одної. При цьому розхил асимптот гіпербол у міру того, як відбувається віддалення від площини нульової температури, збільшується згідно з рівнянням стану ідеального газу. На краях пластин, які моделюють ізотерми,

(13) U  
17081  
(11) UA  
(19) U

зроблено отвори. Уздовж двограних кутів впаяні дротини, за які можна зачепити гачки. За ці гачки та за отвори в пластинах із гіперболічними лініями вирізів зачіпляються та натягуються гумові джгути. Ці джгути утворюють поверхню, що задається рівнянням стану ідеального газу, та моделюють ізохори та ізобари.

Недоліками такого пристрою є:

- складність виготовлення;
- низький рівень наочності моделі;
- надмірна кількість надлишків елементів;
- значна трудомісткість.

Ознаками, спільними із заявленим рішенням, є наявність:

- трьох прозорих пластин з отворами, з'єднаних між собою під прямими кутами;
- поверхні, яка утворюється всередині тригранного кута ниткоподібним матеріалом, що закріплений у пластинах, і яка описується рівнянням стану ідеального газу;
- позначень системи координат тиску, об'єму та температури.

В основу корисної моделі поставлено задачу розробити пристрій для демонстрації поверхні, що описується рівнянням стану ідеального газу, який шляхом утворення всередині тригранного кута об'ємної поверхні, виконаної із ниткоподібного матеріалу, що фіксується за допомогою отворів у пластинах, дозволяє суттєво полегшити вивчення молекулярно-кінетичної теорії ідеального газу.

Суттєвими ознаками корисної моделі є:

- наявність у прозорій основі, яка являє собою квадрат, отворів уздовж двох її сторін, розташованих із рівним кроком;

- виконання двох бокових пластин у формі прямокутних трикутників, катети яких дорівнюють сторонам квадратної основи, з отворами вздовж їхніх гіпотенуз, розташованих із рівним кроком;

- з'єднання трьох пластин під прямими кутами так, що вони утворюють тригранний кут;

- позначення системи координат тиску/об'єму та температури таким чином, що її початок знаходиться на основі напроти тригранного кута, осі координат тиску та об'єму спрямовані вздовж сторін основи, а вісь температури виконана за допомогою стержня, встановленого перпендикулярно до цієї основи;

- використання ниткоподібного матеріалу, який утворює всередині тригранного кута поверхню, що фіксується за допомогою отворів, розташованих у пластинах.

Ознаками відмінними від найближчого аналогу, є:

- виконання основи у формі квадрата, а також розташування вздовж двох її сторін отворів із рівним кроком;

- виготовлення бокових пластин у формі прямокутних трикутників, катети яких дорівнюють сторонам квадратної основи, з отворами вздовж гіпотенуз із рівним кроком;

- вибір початку системи координат тиску, об'єму та температури таким чином, що він знаходиться на основі напроти тригранного кута, а осі координат тиску та об'єму цієї системи спрямовані вздовж сторін основи, вісь

температури, виконана за допомогою стержня, встановленого перпендикулярно до цієї основи;

- фіксування ниткоподібного матеріалу, що утворює всередині тригранного кута потрібну поверхню, тільки за допомогою отворів, розташованих на рівній відстані від зовнішнього краю кожної з пластин.

Перевагами такої конструкції є:

- наочність;
- легке сприйняття та розуміння молекулярно-кінетичної теорії;

- економія матеріалів, які використані для виготовлення моделі. На Фіг.1 зображено схему запропонованого пристрою:

Конструкція запропонованої моделі містить: три прозорі пластини, одна з яких, основа 1, є квадратом з отворами 2 вздовж двох її сторін, що розташовані з рівним кроком, а дві інші пластини - бокові 3 та 4, виконані у формі прямокутних трикутників, катети яких дорівнюють сторонам квадрата, з отворами 2 з рівним кроком уздовж їх гіпотенуз; ниткоподібний матеріал 5, що утворює всередині тригранного кута необхідну поверхню, яка фіксується за допомогою отворів 2, розташованих на рівній відстані від зовнішнього краю кожної з пластин 1, 3 та 4; систему координат тиску, об'єму та температури, початок якої 0 знаходиться на основі 1 напроти тригранного кута, при цьому осі координат тиску 6 та об'єму 7 спрямовані вздовж боків основи 1, а вісь температури, виконана за допомогою стержня 8, встановленого перпендикулярно до цієї основи 1.

Система працює таким чином:

У тригранному куті створена ниткоподібним матеріалом об'ємна поверхня, що описується рівнянням стану ідеального газу. Ця поверхня разом із позначенням системи координат тиску, об'єму та температури дозволяє візуалізацію графіків процесів, що відбуваються в ідеальному газі, у тому числі графіків ізопроцесів.

Також на пристрої для демонстрації поверхні, що описується рівнянням стану ідеального газу, можна позначити декілька точок із різними параметрами тиску, об'єму та температури та з'єднати між собою іншим ниткоподібним матеріалом. Останній буде моделювати процеси, що відбуваються в ідеальному газі. Тоді крізь прозорі пластини можна буде спостерігати площинні графіки цих процесів у  $pV$ -,  $VT$ - та  $pT$ -координатах.

Приклад конкретного виконання пристрою для демонстрації поверхні, що описується рівнянням стану ідеального газу.

Прозора квадратна основа 1 виконана розміром  $0,18 \pm 0,005$  м. Уздовж двох сторін основи 1, які утворюють спільний кут, виконано по сімнадцять отворів 2, які розташовані на відстані  $0,01 \pm 0,001$  м один від одного. Бокові пластини 3 та 4 виконані у формі прямокутних трикутників, розмір катетів яких  $0,18 \pm 0,005$  м. Уздовж їхніх гіпотенуз виконано по сімнадцять отворів 2 на відстані  $0,014 \pm 0,001$  м один від одного. Отвори 2 мають діаметр  $0,003 \pm 0,0005$  м.

Пластини 1, 3, та 4 з'єднані між прямими кутами так, що створюють тригранний кут.

Ниткоподібний матеріал 5, яким є капронова нитка, утворює всередині тригранного кута поверхню, яка фіксується за допомогою отворів 2, розташованих на відстані  $0,005 \pm 0,0005$  м від зовнішнього краю пластин 1, 3 та 4.

Осі координат тиску 6 та об'єму 7, виготовлені з паперу різного кольору, спрямовані вздовж боків основи, а вісь температури 8 виконана за допомогою стержня та кольорового паперу, встановлена перпендикулярно до цієї основи 1. Початок 0 системи координат тиску, об'єму та температури позначено в куті основи, що

знаходиться напроти тригранного кута.

Перевагами пристрою для демонстрації поверхні, що описується рівнянням стану ідеального газу, у порівнянні з відомими, є:

- наочність поверхні, що описується рівнянням стану ідеального газу, яку вивчають у молекулярній фізиці;
- відсутність надлишкових елементів;
- простота конструкції;
- низька матеріалоемність.

