

Графично представяне и решаване на графични задачи върху преходи между състоянията на веществата

Христина Петрова

Катедра Методика на обучението по физика, Факултет по физика и инженерни технологии, ПУ “П. Хилендарски”, Пловдив

Абстракт. Представен е съвременен методичен подход. Той включва графично представяне, съставяне и решаване на графични задачи върху преходи между състоянията на веществата. Специално внимание се отделя на самостоятелната работа на учениците. Подходът играе съществена роля за активизиране на мисловната дейност на учениците, за затвърдяване на знанията и прилагането им на практика.

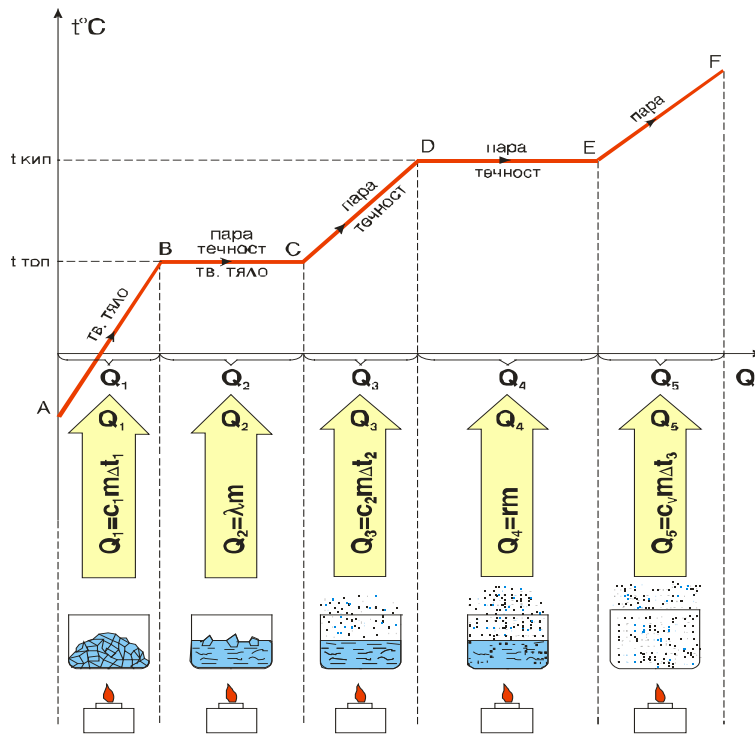
Методически подход, основан на графично представяне, съставяне и решаване на задачи от учениците

При изучаване на фазовите преходи е методически целесъобразно те да бъдат представени на една графика, както е показано на фиг. 1, и да бъдат изучени в сравнителен план. Всеки процес е представен със съответната линия. Със стрелка е показано, че, за да се осъществи той, е необходимо съответното количество топлина. В стрелката е нанесена формулата, по която се изчислява това количество. Под стрелката процесът е визуализиран с опитна постановка.

Участъкът АВ представя графично процеса на загряване на кристалното твърдо тяло. Системата е еднофазна. За нагриването е необходимо количество топлина $Q_1 = c_1 m \Delta t_1$.

Участъкът ВС представя процеса топене на кристалното твърдо тяло. Системата е двуфазна твърдо тяло–течност. Този процес се извършва при постоянна температура, наречена температура на топене.

Участъкът CD представя процеса на загряване течността. Може да се приеме, че системата е еднофазна (течност), тъй като преди да настъпи интензивно кипене количеството пари над течността е незначително. За изпаряването на течността е необходимо количество топлина $Q_3 = c_2 m \Delta t_2$.



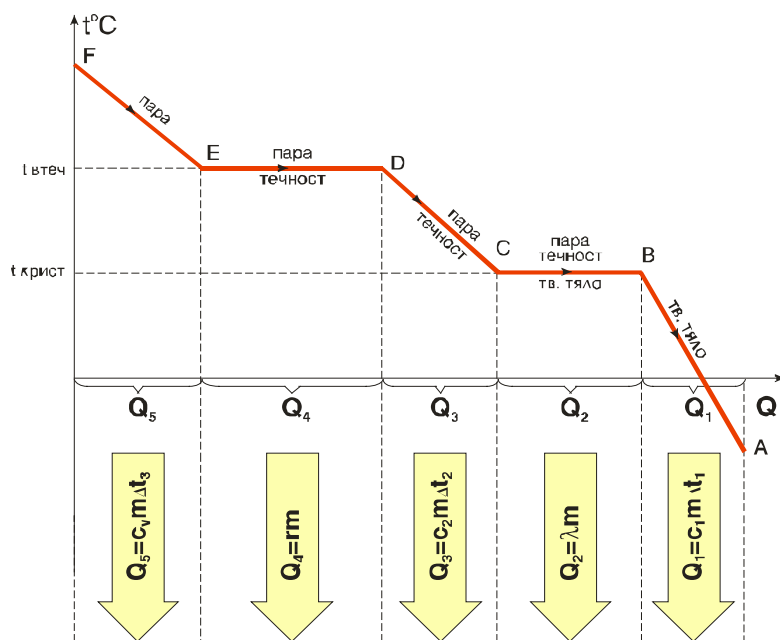
Фиг. 1.

Участъкът DE представя фазов преход, който се осъществява при постоянна температура – температурата на кипене. Системата е двуфазна – течност, пари. Ако съдът е затворен, парите са наситени. За фазовия преход е необходимо количество топлина $Q_4 = r m$.

Участъкът EF представя процеса на загряване на парите. Системата е еднофазна – пари. В зависимост от създадените условия загряването на парите може да се извършва при постоянен обем или при постоянно налягане. Тогава специфичните топлинни капацитети са съответно c_p или c_v . За загряването е необходимо количество топлина $Q_5 = c_v m \Delta t_3$ или $Q_5 = c_p m \Delta t_3$.

Отделните участъци от графиката се разглеждат, когато се изучават съответните процеси. Цялата графика се сглобява и анализира при обобщение и систематизация на знанията на учениците върху преходи между състоянията на веществата. Тя ще бъде още по-ефектна, ако се оформи в различни цветове [1].

За да се получи правилна и по-пълна представа за преходите, е необходимо да се представят графично и обратните процеси, които се осъществяват при охлаждане на системата (фиг. 2).

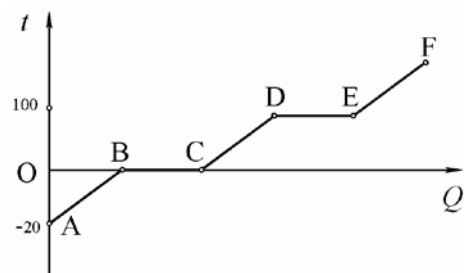


Фиг. 2.

Предложеното графично представяне е съществено за разбиране на последователните етапи на един по-сложен термодинамичен процес, който включва повече от един фазов преход. То може да бъде основа за реализиране на процеса на съставяне и решаване на графични задачи от учениците. Предлагаме примери за такава задачи и алгоритъм за решаването им.

Задача 1.

Съставете задача с числени стойности по графиката на изменение на температурата на чиста вода на фиг. 3 и я решете.



Фиг. 3.

Алгоритъм

1. Анализират се участъците от графиката. Например участъкът AB представя нагряване на леда до температура на топене; участъкът BC – топене на леда; участъкът CD – нагряване на водата от 0°C до температура на кипене; участъкът D – изпарение на водата по време на кипене; участъкът EF – загряване на парите
2. Извлича се информацията, която съдържа графиката, а именно $t_0 = -20^{\circ}\text{C}$, $t_1 = 0^{\circ}\text{C}$, $t_2 = 100^{\circ}\text{C}$.
Вземат се от таблица числените стойности на величините, необходими за решаване на задачата $c_{\text{л}} = 2090 \text{ J/kg K}$, $c_{\text{в}} = 4200 \text{ J/kg K}$, $\lambda = 355 \text{ kJ/kg}$, $r_{\text{вода}} = 2260 \text{ kJ/kg}$.
4. Формулира се условието на задачата.
5. Записва се решението на задачата.
6. Заместват се числените стойности на величините и се определя търсената величина.

За конкретната задача условието може да бъде следното: Какво количество топлина се отделя при превръщането на 1 kg лед с температура $t_0 = -20^{\circ}\text{C}$ в пара? Използвайте следните величини и техните числени стойности $c_{\text{л}} = 2090 \text{ J/kg K}$, $c_{\text{в}} = 4200 \text{ J/kg K}$, $\lambda = 355 \text{ kJ/kg}$, $r_{\text{вода}} = 2260 \text{ kJ/kg}$.

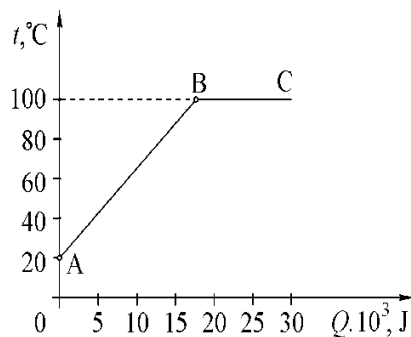
Решението на задачата се записва във вида:

$$Q = c_{\text{л}}m(t_1 - t_0) + \lambda m + c_{\text{в}}m(t_2 - t_1) + rm. \quad (1)$$

Представяме и други примери за подобни графичните задачи.

Задача 2.

Фигура 4 представя графично процеса на кипене на чиста вода. Съставете задача с числени стойности и я решете.



Фиг. 4.

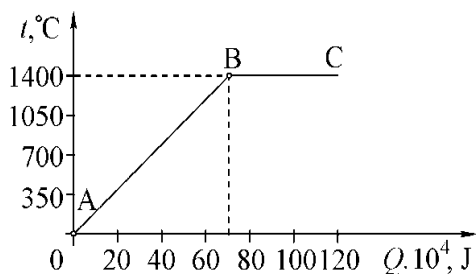
Примерен вариант за решаване

От графиката на фиг. 4 определете:

- участъкът, съответстващ на процеса на нагряване на водата;
- участъкът, съответстващ на процеса на кипене на водата;
- числената стойност на количеството топлина, необходимо за достигане на температурата на кипене на водата;
- масата на водата, като имате предвид, че $t_1 = 20^\circ\text{C}$, $c_{\text{вода}} = 4200 \text{ J/kg K}$.

Задача 3.

На фиг. 5 е представен процесът на топене на стоманен детайл. Като използвате графиката, съставете задача и я решете.



Фиг. 5.

Примерен вариант за решаване

От графиката на фиг. 5 определете:

- участъкът, съответстващ на процеса на нагряване на детайла;
- количеството топлина, необходимо за достигане на температурата на топене;
- стойността на температурата на топене за стоманата.

Заклучение

Прилагането на графичния метод при изучаване на преходите между състоянията на веществата предполага по-задълбочено разбиране на термодинамичните процеси и закономерностите, на които те се подчиняват. Описаният подход е използван като елемент в технология, основана на системно и целенасочено прилагане на графичния метод в обучението по физика в осми клас в ОМГ "Акад. Кирил Попов", Пловдив. Той съдейства за формиране и развитие на графичните знания и умения на учениците, за развитие на логическото им мислене, физична интуиция и успешна работа с графични модели.

Литература

- [1] Карл Хайнц Беелих, Ханс-Хермн Шведе: *Техника на ученето и умствения груд*, София, изд. Народна просвета, 1987.

Graphical Representation and Solving Problems on Phase Transitions

Hristina Petrova

Faculty of Preschool and "Paisiy Hilendarski" University of Plovdiv,
Faculty of Physics and Engineering Technologies,
Department Methods of Physics Teaching
e-mail: hrpetrova@yahoo.com

Abstract: A modern methodical approach is presented. It includes graphical representation, creating and solving graphical problems on transitions between states of matter. A particular attention has been paid to the independent activity of the students. The approach has essential role for activation students, thinking, assimilation of knowledge and their application in practice.