

ПРИЛАГАНЕ НА ГРАФИЧЕН МЕТОД ПРИ ИЗУЧАВАНЕ НА РАВНОПРОМЕНЛИВО ПРАВОЛИНЕЙНО ДВИЖЕНИЕ

Христина Петрова

Пловдивски университет „Паисий Хилендарски“

Резюме. Графичният метод в обучението по физика е нагледен, достъпен и информативен. Авторът представя нов методически подход за прилагането му при изучаване на равнопроменливо праволинейно движение. Той е свързан с използване на интернет ресурса Wolfram Mathematica Online и неговите графични възможности. Разглежда се и решаване на графични задачи. Представена е методика за решаване на задачи за извличане на информация от кинематична графика. Предложеният подход обогатява теорията и практиката на обучението по физика с нови идеи за формиране на качествени знания, графични умения и логическо мислене.

Ключови думи: компютърни графики; методология; движение; физика

Увод

Графичният метод е метод, при който се използват графични модели на обекти, явления и закономерности, които представят техни определени елементи, свойства и отношения с относително тъждествени релации и аналогии при спазване на критерии за подобие (Радев, 1996).

Необходимостта от прилагане на графичния метод в обучението по физика се определя от преимуществата му: информативност, универсалност, инвариантност, достъпност, обективност, лаконичност (Wenning & Vieyra, 2015; Bonham, 2007).

При използването му бързо и лесно се разграничават познавателни структури, акцентира се на най-същественото, развива се наблюдателността, стимулират се зрителната памет и мисловната дейност на учениците (Hattikudur et al., 2012; Friel et al., 2001).

Графичните модели са достъпни за учениците от различна училищна възраст (Deacon, 1999).

Графичните модели, които се използват в обучението по физика, са: физически графики, схеми, рисунки, вектори, силови линии, термодинамични диаграми, осцилограми, енергетични диаграми в атомната физика, потенциални криви в яд-

рената физика. Особено важни и с голямо приложение напоследък са компютърните графични модели.

Най-често използвани в обучението по физика са физическите графики. В тази връзка, в частност определяме графичния метод като нагледен метод за описание на физични закони, процеси и явления чрез графично представяне и анализ на функционални зависимости между характерни за тях физични величини.

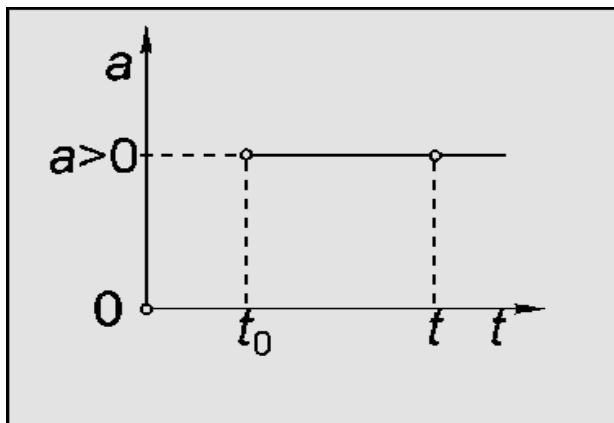
Графичният метод е важен начин за представяне и изследване на механичното движение (Sokolowski, 2017; Canderle, 1999; Leonard, 2000; McDermott et al, 1987; Adams, 1981). В тази връзка, разделът „Кинематика“, който се изучава първоначално в осми клас, е благодатен за прилагане на този метод. Кинематичните величини скорост, ускорение, път, преместване се въвеждат на основа графичното им представяне и анализ на построени графики. Кинематичните закони (закон за скоростта, закон за пътя, закон за движението) също се представят графично и се интерпретират.

Описание на подхода при изучаване на равнопроменливо праволинейно движение на материална точка в осми клас

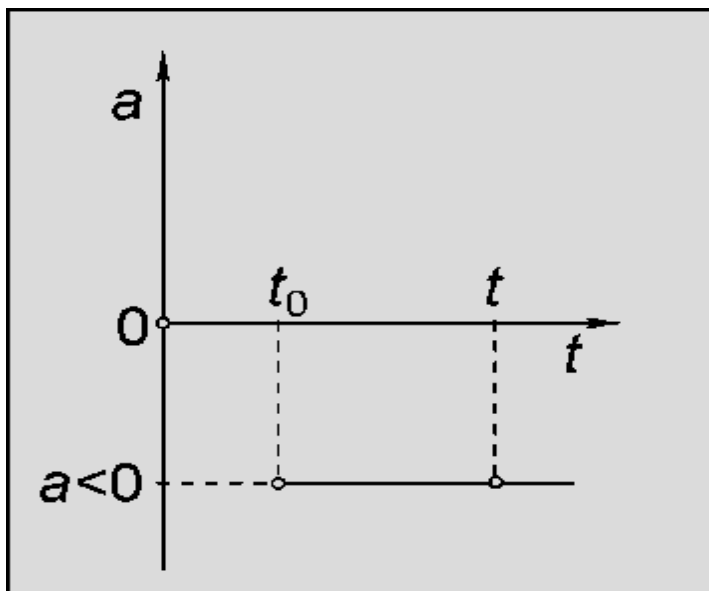
Основните физични закони са законът за скоростта и законът за ускорението. Предлагаме много нагледна графична интерпретация на тези закони, която учителят може да използва при преподаването им.

1. Закон за ускорението $a = \text{const}$

На материалната точка действа сила, която ѝ придава постоянно ускорение. Когато силата е насочена по посока на оста x , ускорението е в същата посока и е положително, т.е. $a > 0$. Графиката на ускорението в този случай е права линия, разположена над абсцисата, успоредно на нея (фиг. 1). Когато силата е насочена противоположно на посоката на абсцисата, ускорението е отрицателно (фиг. 2).



Фигура 1. Графика на положително постоянно ускорение



Фигура 2. Графика на отрицателно постоянно ускорение

2. Закон за скоростта $v = v_0 + a \cdot (t - t_0)$

Разглеждаме движение в едномерна координатна система по оста x при начални условия: момент t_0 , начална координата x_0 , начална скорост v_0 и ускорение a . Възможни са четири случая:

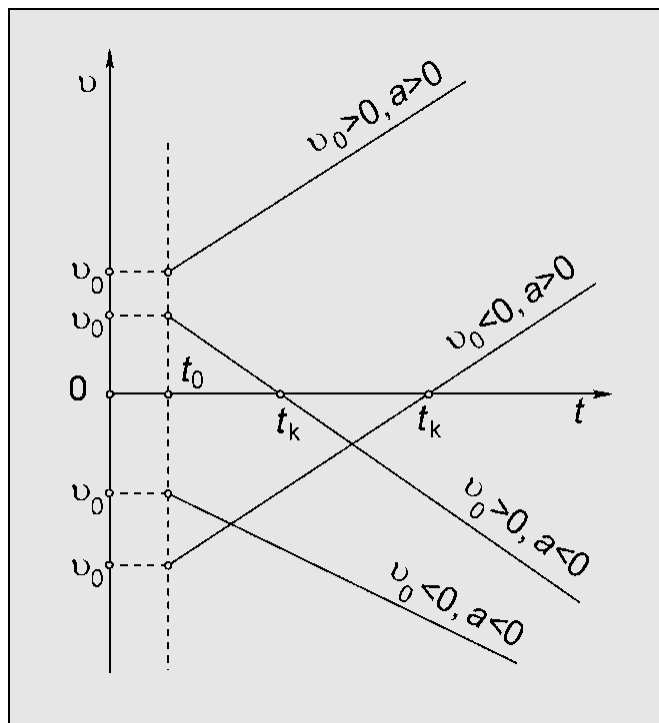
а) $x_0 > 0, v > 0$ – началната координата x_0 лежи надясно от т. O . Скоростта е насочена по посока на оста x . При движението надясно положителната координата на точката непрекъснато расте по линеен закон.

б) $x_0 > 0, v < 0$ – координатата x_0 лежи надясно от т. O . Скоростта е насочена обратно на оста x . При движението наляво координатата на точката е положителна и намалява линейно. В определен момент t_e тя става нула. След това тя е отрицателна и нараства в отрицателна посока.

в) $x_0 < 0, v > 0$ – координатата x_0 лежи наляво от т. O . Скоростта е насочена по посока на оста x . При движението надясно координатата на точката е отрицателна и отрицателните ѝ стойности намаляват. В определен момент t_e тя става нула. По-нататък тя е положителна и расте в положителна посока.

г) $x_0 < 0, v < 0$ – координатата x_0 лежи наляво от т. O . Скоростта е насочена противоположно на посоката на оста x . При движението наляво отрицателната координата на точката непрекъснато расте.

Съответните четири графични представяния на закона за скоростта са показани на фиг. 3.



Фигура 3. Графично представяне на закона за скоростта при равнопроменливо движение

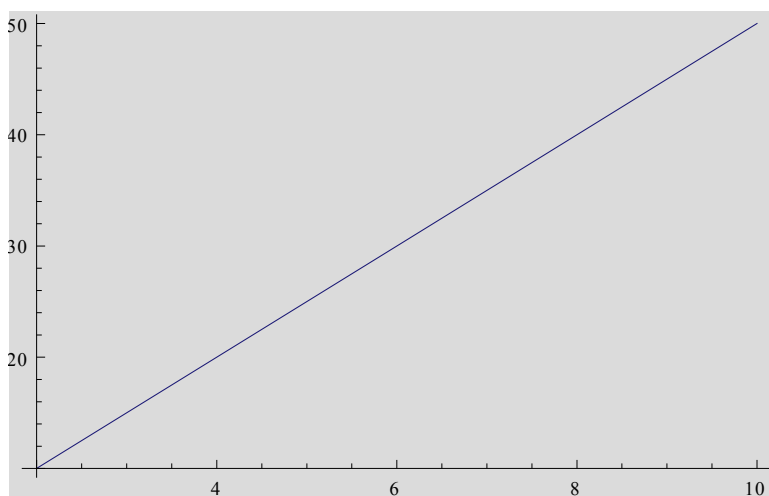
Графичното представяне на тези закони може да се реализира и с помощта на интернет ресурса Wolfram Mathematica online.¹⁾

Програмата Mathematica лежи в основата на този ресурс (Gocheva, 2008). До него има свободен достъп и може да се прилага в часовете по физика.

Възможностите на програмата, които могат да се използват от учениците, са чертане на двумерна графика при зададена формула на функцията и граници на променливите и чертане на двумерна графика по зададени координати на точките. На учениците се предлагат данни за скоростта и за времето (таблица 1). Учителят поставя задачата да построят графиката на изменение на скоростта с времето. За тази цел те използват Wolfram Mathematica online.¹⁾

Таблица 1. Данни за скоростта и времето при равноускорително движение

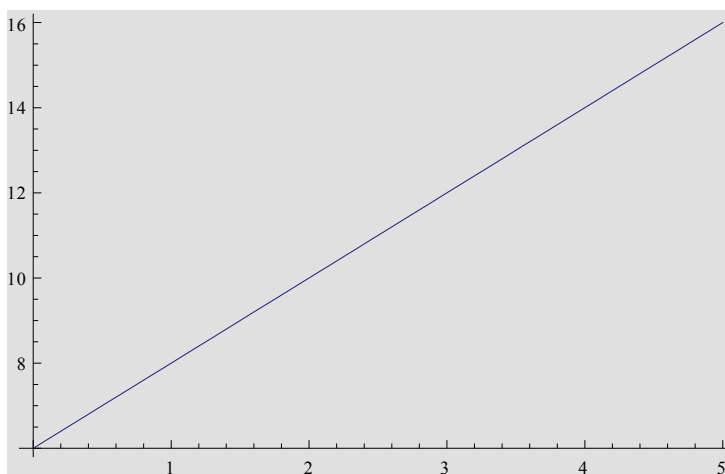
t, s	2	4	6	8	10
$v, m/s$	10	20	30	40	50



Фигура 4. Графика на закона за скоростта при равноускорително движение

Анализира се построената графика (фиг. 4). Зависимостта е линейна и графиката е права линия.

Друга възможност на графичния метод е построяване на физическа графика по формула. На учениците може да се постави задача да представят графично закона за скоростта $v = 6 + 2t$ с помощта на Wolfram Mathematica online¹⁾ (фиг. 5).



Фигура 5. Графично представяне на закона за скоростта $v = 6 + 2t$

Графичните задачи са оригинално дидактическо средство в дейността на учителя при преподаване с графичен метод. Те се подразделят на две основни групи за построяване на графика и за извличане на информация от построена графика. Задачите за извличане на информация от кинематична графика предполагат: определяне на вида на движението; определяне на числените стойности на величините; определяне начина на изменение на величините (нарастват, намаляват, остават постоянни); определяне на формулата за графично представена функционална зависимост.

Предлагаме методика за решаването на такива задачи. Определят се: (1) Видът на движението; (2) Каква е функционалната зависимост, представена графично; (3) Мащабът за числените стойности на физичните величини; (4) Началната, крайната и (или) междинните точки от линията на графиката чрез построяване на перпендикуляри към координатните оси; (5) Числените стойности на величините, съответстващи на тези точки; (6) Предвид закона за движение в общ вид и определените числени стойности на величините, се записва формулата на закона за конкретното движение

Представяме и прилагането на методиката при решаване на конкретна задача.

Задача. От графиката на закона за скоростта $v = 6 + 2t$ определете началната скорост и ускорението. Запишете закона за ускорението. Постройте графиката на ускорението.

Началната скорост е 6 m/s.

Определя се ускорението от графиката на закона за скоростта.

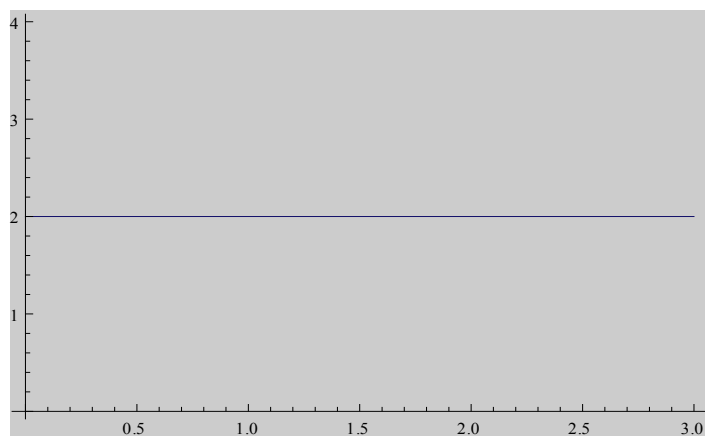
1. Избират се две точки от линията на графиката и се определят техните координати (1,8) (2,10)

2. Определя се разликата в ординатите на точките $v_2 - v_1 = 2 \text{ m/s}$

3. Определя се разликата в абсцисите на точките $t_2 - t_1 = 1 \text{ s}$

4. Образува се отношението $\frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1} = \frac{2}{1} = 2 \text{ m/s}^2$.

Законът за ускорението е $a = 2 \text{ m/s}^2$. $a = 2 \text{ m/s}^2$. Фиг. 6 представя графиката на закона за ускорението $a = 2 \text{ m/s}^2$.



Фигура 6. Графика на закона за ускорението $a = 2 \text{ m/s}^2$

Заклучителни бележки

Графичният метод е нагледен, достъпен и информативен. Особено важно е използването му при изучаване на кинематичните закони, в частност законите за скоростта и ускорението при равноускорително движение. Компютърните графични модели и техният анализ позволяват нагледно и задълбочено да се представи физичният смисъл на това движение и величините, които го характеризират. При това учениците получават качествени и трайни знания и у тях се формират графични умения. Създава се интерес към работа с компютърни графики и положителна мотивация за учене.

Кинематичните закони могат да се онагледят и с компютърни презентации. Друга възможност за преподаването им е графично представяне, интерпретация и решаване на графични задачи с помощта на интерактивна дъска.

БЕЛЕЖКИ

1. <https://www.wolframalpha.com/>

REFERENCES

- Adams, J.A. (1981). Kinematics with computer graphs. *Computers & Educ.*, 5, 245 – 264.
- Bonham, S. (2007). Graphical response exercises for teaching physics. *Physics Teacher*, 45, 482 – 486.
- Canderle, L.H. (1999). Extending the analysis of one-dimensional motion. *Physics Teacher*, 37, 486 – 489.

- Deacon, C. (1999). The importance of graphs in undergraduate physics. *Physics Teacher*, 37, 270 – 274.
- Friel, S.N., Curcio, F.R. & Bright, G.W. (2001). Making sense of graphs. *J. Res. Math. Educ.*, 32, 124 – 158.
- Gocheva, S. (2008). *Vavedenie v sistemata matematika: narachnik na uchiteliya*. Plovdiv: Plovdiv University [in Bulgarian].
- Hattikudur, S., Prather, R.W., Asquith, P., Alibali, M.W., Knuth, E.J. & Nathan, M. (2012). Constructing graphical representations: middle schoolers' intuitions and developing knowledge about slope and y-intercept. *School Sci. & Math.*, 112, 230 – 240.
- Leonard, B. (2000). The difficulty of interpreting simple motion graphs. *Physics Teacher*, 38, 69.
- McDermott, L.C., Rosenquist, M.L. & van Zee, E.H. (1987). Student difficulties in connecting graphs and physics: examples from kinematics. *Amer. J. Phys.*, 55, 503 – 513.
- Radev, P. (1996). *Didaktika i istoria na uchilishtnoto obuchenie*. Plovdiv: Plovdiv University Press [Радев, П. (1996). [in Bulgarian].
- Sokolowski, A. (2017). Graphs in kinematics – a need for adherence to principles of algebraic functions. *Phys. Educ.*, 52, art. no. 065017.

USE OF THE GRAPHICAL METHOD TO STUDY UNIFORMLY ACCELERATED MOTION

Abstract. Graphical method in physics education is accessible, visual and informative. The author presents new methodical approach for its applying in order to study uniformly accelerated motion. It is connected with applying the Internet resource Wolfram Mathematica Online and its graphical opportunities. It is considered solving graphical problems. Methodology for extracting information from kinematic graphs is presented. This approach fortifies theory and practice of the physics education with new ideas for forming qualitative knowledge, graphical skills and logical thinking.

Keywords: computer graph; methodology; motion; physics

✉ **Dr. Hristina Petrova**

ORCID ID: 0000-0001-8904-0794

Department of Educational Technologies

University of Plovdiv

Plovdiv, Bulgaria

E-mail: hrpetrova@yahoo.com