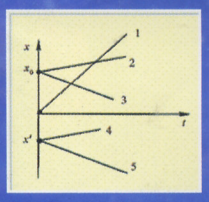
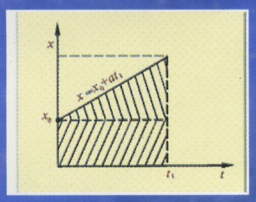
ФІЗИКА ТА АСТРОНОМІЯ
В РІДНІЙ ШКОЛІ

№ 4, 2014

ПЕРЕДПЛАТНИЙ ІНДЕКС 68839

У номері:





ДЕТАЛЬНІШЕ НА PEDPRESA.COM.UA

видавництво ПЕДАГОГІЧНА ПРЕСА
ДЕРЖАВНЕ ІНФОРМАЦІЙНО-ВИРОБНИЧЕ ПІДПРИЄМСТВО

ДОСЛІДЖЕННЯ МЕХАНІЧНИХ ЯВИЩ ЗАСОБАМИ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Володимир БОДИК, учитель фізики школи «Амаль», м. Хадера, Ізраїль;
Вадим ГАВРОНСЬКИЙ, старший викладач кафедри методики природничо-математичної освіти і технологій ІППО Київського університету імені Бориса Грінченка

Викладання природничо-математичних дисциплін у середній школі загалом, а фізики зокрема відбувається в дуже складних умовах. Кількість годин, що її визначено навчальними планами, призвела до скорочення змісту навчальних програм, а як наслідок й до зниження якості засвоєння навчального матеріалу учнями. Вчителі, наприклад, стали значно менше приділяти уваги розв'язуванню фізичних задач, які є необхідною умовою досягнення високих показників у навчанні. Особливо це стосується учнів, які прагнуть пов'язати свою майбутню професіональну діяльність з природничими дисциплінами. Разом з тим, життя завжди доводить, якщо існують проблеми, то існують обов'язково й шляхи їх розв'язування. Треба лише вміти їх знайти й ними скористатися.

На думку авторів, одним зі шляхів подолання вказаної проблеми є ширше застосування інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ) у навчанні. Адже вони дають змогу вчителеві, по-перше, розширити інформаційно-освітнє середовище учня. Якщо учень щось не встиг отримати на уроці, то Інтернет – потужний інформаційний канал взаємодії не тільки з оточуючим середовищем, а й безпосередньо з учителем, який набагато краще за інших уявляє, чого потребує його учень, допоможе. По-друге, інформаційні технології – потужний засіб інтенсифікації навчального процесу. Особливо якщо йдеться про експериментальні дослідження або дослідницькі задачі.

На прикладі декількох задач з фізики спробуємо довести нашу думку.

Задача 1. Під час вивчення руху кульки був застосований стробоскопічний метод. Інтервал між спалахами стробоскопа становив 0,02 с.

За стробоскопічною фотографією (мал. 1) визначте:

1) характер руху кульки;

2) миттєві швидкості тіла на моменти часу: 0,02 с; 0,08 с; 0,14 с;

3) кінематичні характеристики руху:

а) прискорення, з яким рухалась кулька;

б) переміщення кульки за інтервал часу від 0,02 до 0,12 с.

Розв'язання

1. **Графічний метод.** Характер руху можна визначити за допомогою графіків залежності координати кульки (графік руху), проекції швидкості, проекції прискорення від часу. Важливо пам'ятати, що кожний з цих графіків має певні переваги щодо розв'язування тих чи інших завдань. У нашому випадку доцільно скористатись графіком залежності проекції швидкості від часу. Під час побудови графіка пам'ятатимемо, що середня швидкість кульки між спалахами та її миттєва швидкість на момент t = 0,01 с (половина інтервалу часу між спалахами стробоскопа) збігаються[1]. Для зручності побудови графіка складемо таблиці 1 і 2 .

Таблиця 1

x, см	0,4	1	2	3,4	5,2	7,4	10	13	16,4	20,2
t, с	0	0,02	0,04	0,06	0,08	0,1	0,12	0,14	0,16	0,18

Середню швидкість для кожного інтервалу часу визначимо за формулою:

$$v_c = \frac{x_n - x_{n-1}}{\Delta t}.$$

Таблиця 2

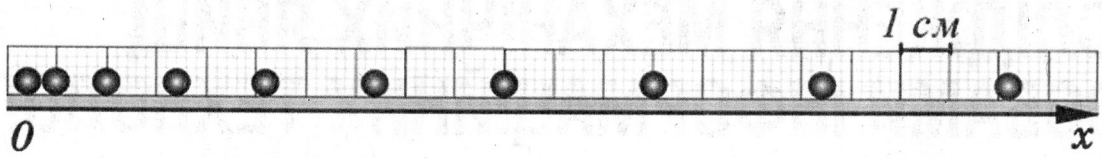
t, с	0,01	0,03	0,05	0,07	0,09	0,11	0,13	0,15	0,17	0,19
v_c, см/с	10	30	50	70	90	110	130	150	170	190

За даними таблиці 2 побудуємо графік залежності середньої швидкості (проекції швидкості) від часу (мал. 2).

Під час побудови графіків доцільно скористатись спеціальними програмами, що дають змогу значно зекономити час. Наприклад, скористаємось *Advanced Grapher 2.2*. Це потужна й проста у використанні програма для побудови графіків та їх аналізу. Вона підтримує побудову графіків функцій виду $Y(x)$, $X(y)$, навіть якщо вони задані параметричними рівняннями, графіків таблиць, неявних функцій (рівнянь) і нерівностей, імпорт таблиць у форматах *.txt, *.csv тощо. Має можливості друку, збереження і копіювання графіків у вигляді малюнків. У некомерційних цілях програма використовується безкоштовно.

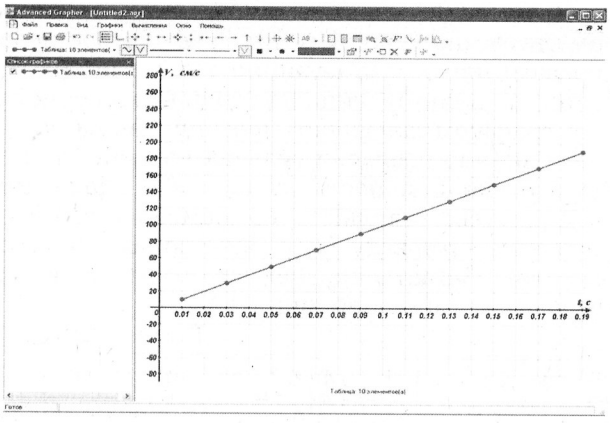
Оскільки графіком є пряма лінія, робимо висновок, що кулька рухалася рівноприскорено ($a_x > 0$).

[1]Метод унеможливлює визначення початкової та кінцевої швидкостей руху тіла. Проте він дає змогу визначити миттєву швидкість для руху навіть зі змінним прискоренням. Точність таких розрахунків збільшуватиметься за умови зменшення інтервалу часу.



Мал. 1

2. Для визначення миттєвої швидкості у будь-який момент часу скористаємось графіком залежності проекції швидкості від часу (мал. 2):



Мал. 2

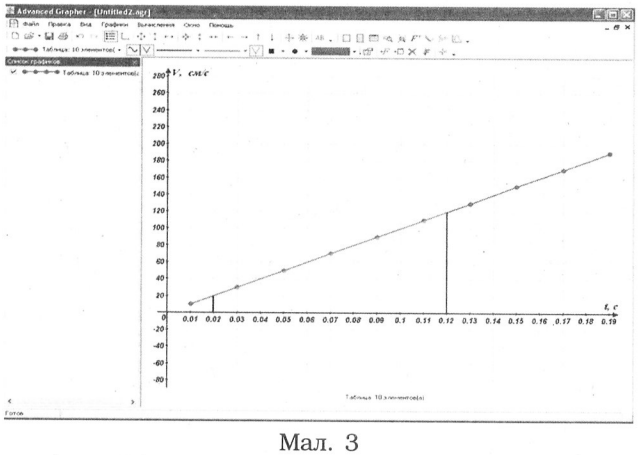
t_1 = 0,02 с, υ_{1x} = 20 см/с = 0,2 м/с;
t_2 = 0,08 с, υ_{2x} = 80 см/с = 0,8 м/с;
t_3 = 0,14 с, υ_{3x} = 140 см/с = 1,4 м/с.

3, а. Прискорення легко знайти за кутом нахилу графіка залежності проекції швидкості до вісі часу:

$$\mathrm{tg}\alpha = \alpha_x = \frac{\Delta\upsilon_x}{\Delta t}. \quad a_x = 1000 \text{ см/с} = 1 \text{ м/с}.$$

3, б. Для знаходження переміщення кульки від 0,02 до 0,1 с пригадаємо, що площа трапеції, обмежена графіком проекції швидкості та відповідним інтервалом часу, чисельно дорівнює переміщенню тіла за цей інтервал (мал. 3). Отже,

$$S = \frac{\upsilon_1 + \upsilon_2}{2} \cdot \Delta t. \quad S = 1400 \text{ см} = 1{,}4 \text{ м}.$$



Мал. 3

Задача 2. Для аналізу бігуна на 200 м під час тренувань свого вихованця тренер вирішив скористатися стробоскопічним знімком (мал. 4). Але камера зафіксувала біг спортсмена через кожні 2 с лише на окремій ділянці дистанції.

Допоможіть тренеру визначити:

а) прискорення, з яким почав рухатися спортсмен;

б) час, коли бігун почав рухатися (за умови, що спортсмен прискорювався з одним й тим самим прискоренням);

в) час, за який бігун подолав дистанцію (за умови, що спортсмен зберіг характер руху до самого фінішу);

г) середню швидкість, з якою рухався бігун на дистанції.

Розв'язання

Графічний метод. Побудуємо графік залежності середньої швидкості спортсмена (проекції швидкості) від часу (мал. 5). Пам'ятаємо, що середня швидкість бігуна між спалахами та його миттєва швидкість на момент Δt = 1 с (половина інтервалу часу між спалахами стробоскопа) збігаються (див. попередню задачу). Для зручності побудови графіка складемо таблиці 3 і 4.

Таблиця 3

x, см	0	12	32	60	88	116
t, с	0	2	4	6	8	10

Таблиця 4

t, с	1	3	5	7	9
υ_c, м/с	3	5	7	7	7

Середню швидкість для кожного інтервалу часу визначимо за формулою:

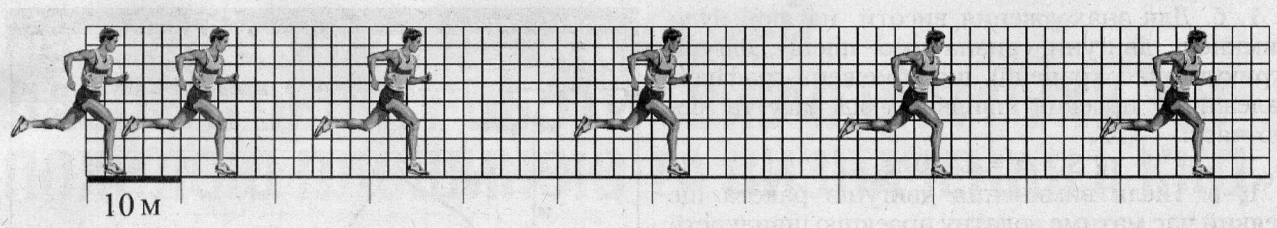
$$\upsilon_c = \frac{x_n - x_{n-1}}{\Delta t}.$$

а) Прискорення легко знайти за кутом нахилу графіка залежності проекції швидкості до вісі часу:

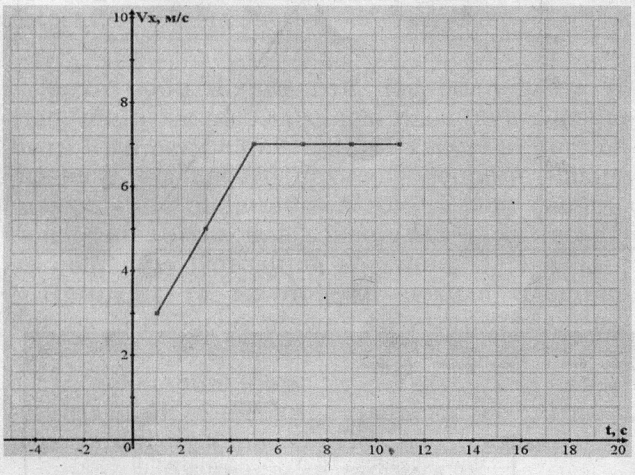
$$\mathrm{tg}\alpha = a_x = \frac{\Delta\upsilon_x}{\Delta t}. \quad a_x = 1 \text{ м/с}.$$

б) Для знаходження часу, коли бігун почав свій рух, урахуємо умову задачі і продовжимо графік до перетину з віссю часу. Адже в цей момент його швидкість дорівнювала нулю (мал. 6). Відповідно до графіка спортсмен почав свій рух за 2 с до початку фіксації на плівці.

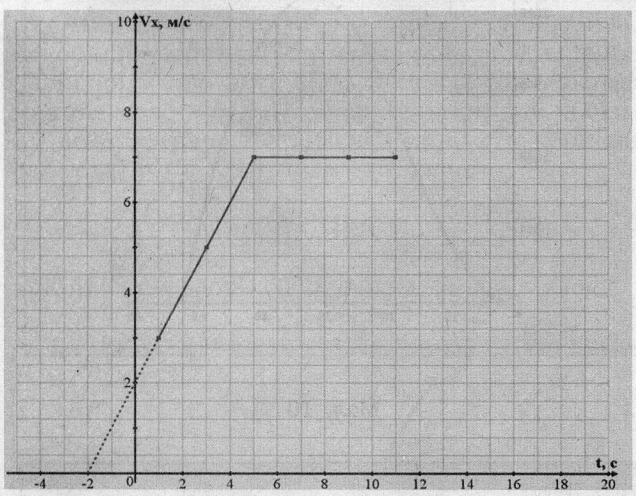
в) Час руху спортсмена дистанцією визначимо за площею трапеції. З умови задачі нам відомо, що вона чисельно дорівнює 200 м. Отже, ми повинні знайти сторону трапеції з відомою площею (мал. 7).



Мал. 4



Мал. 5



Мал. 6

Легко визначити шлях, коли спортсмен рухався рівноприскорено (чисельно дорівнює площі трикутника):

$$S_1 = \frac{7\,\text{м/с} \cdot 7\,\text{с}}{2} = 24{,}5\ \text{м}.$$

Тоді шлях (площа прямокутника), коли вихованець рухався рівномірно із швидкістю 7 м/с, час цього руху і загальний час відповідно становлять:

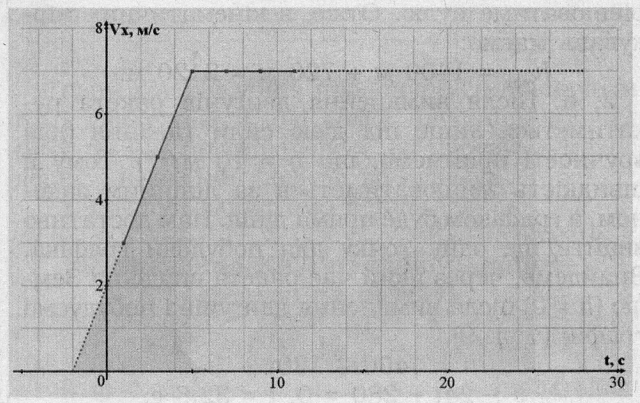
$$S_2 = 200\ \text{м} - 24{,}5\ \text{м} = 175{,}5\ \text{м};$$

$$t_2 = 25{,}07\ \text{с};$$

$$t = t_1 + t_2 = 7\ \text{с} + 25{,}07\ \text{с} \approx 32{,}07\ \text{с}.$$

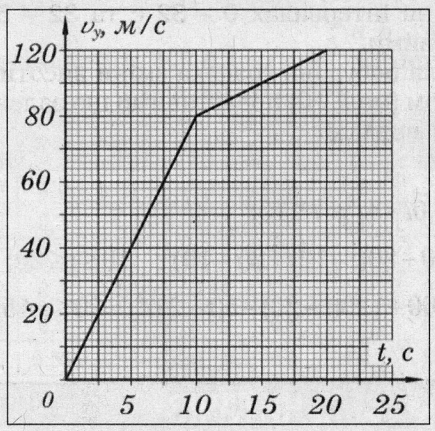
г) Визначимо середню швидкість спортсмена на всій ділянці:

$$\upsilon_c = 6{,}24\ \text{м/с}.$$



Мал. 7

Задача 3. Двоступінчаста ракета після старту прискорюється протягом двох часових інтервалів (мал. 8). Після 20 с руху вимикаються двигуни, і ракета перебуває під упливом тяжіння Землі.



Мал. 8

1. Визначте:

а) прискорення ракети на кожній ділянці руху;

б) висоту, на якій були вимкнено двигуни;

в) максимальну висоту польоту ракети.

2. Побудуйте:

а) графік залежності проекції швидкості ракети від часу до її повернення на землю;

б) графік залежності висоти підйому ракети від часу її руху.

Розв'язання

1, а. Прискорення тіла – фізична величина, яка показує, на скільки змінюється швидкість тіла за одиницю часу. Отже,

$$a_1 = 8\ \text{м/с}^2;\ a_2 = 4\ \text{м/с}^2.$$

1, б. Для знаходження висоти, на якій були вимкнені двигуни, визначимо площу фігури (трикутника і трапеції), що обмежена графіком залежності проекції швидкості від часу та віссю часу:

$$S = h = 1400 \text{ м}.$$

1, в. Після вимкнення двигунів ракета ще деякий час матиме додатну проекцію швидкості, але модуль її зменшуватиметься. Максимальної висоти ракета досягне тоді, коли швидкість дорівнюватиме нулю. Отже, з кінематичних міркувань маємо:

$$h_{max} = 1400 \text{ м} + 720 \text{ м} = 2120 \text{ м}.$$

2, а. Після вимкнення двигунів ракета рухатиметься лише під дією сили тяжіння (для зручності приймемо, що $g = 10$ м/с^2). Тому її швидкість змінюватиметься за лінійним законом, а графіком буде пряма лінія. Нам достатньо знайти ще одну точку для побудови графіка. Знайдемо, через який час ракета впаде на Землю ($h = 0$) після вимкнення двигунів і побудуємо графік (мал. 9).

$$h = 1400 + 120t - 5t^2,$$

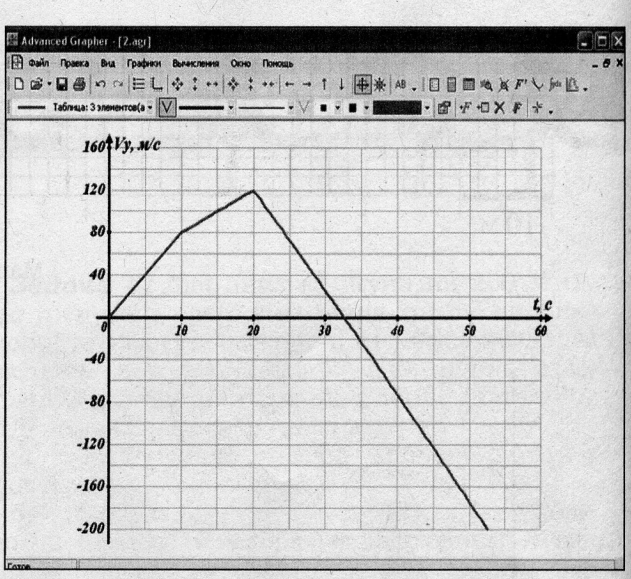
$$t^2 - 24t - 280 = 0,\ t = 32{,}6 \text{ с}.$$

Проаналізуємо графік:

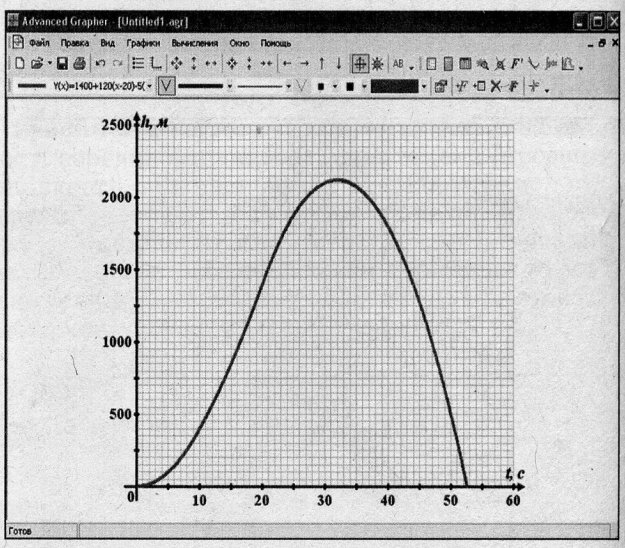
- на 32 с польоту ракета досягає максимальної висоти ($v_y = 0$, $h_{max} = 2120$ м);
- вільне падіння з максимальної висоти займає приблизно 20,6 с;
- площі фігур, що обмежені графіками та віссю часу на інтервалах 0 – 32 с та 32 – 52,6 с, є однаковими.

2, б. Для побудови графіка зміни висоти ракети із часом (мал. 10) представимо цю залежність у такому вигляді:

$$h = \begin{cases} 0 + 0t + 4t^2; & t \le 10; \\ 400 + 80(t-10) + 2(t-10)^2; & 10 \le t \le 20; \\ 1400 + 120(t-20) - 5(t-20)^2; & 20 \le t \le 52{,}6. \end{cases}$$



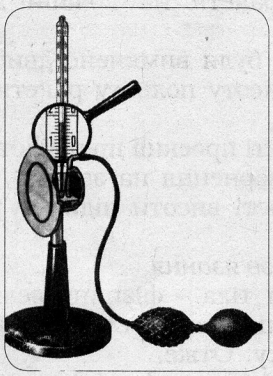
Мал. 9



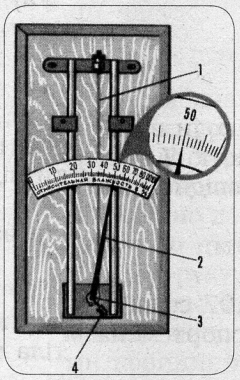
Мал. 10

ІНФОРМУЄМО ЧИТАЧІВ

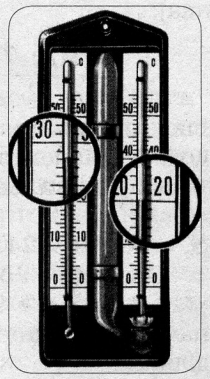
У журналі «Фізика та астрономія в рідній школі» № 3 (2014) на с. 2 обкладинки допущено прикру помилку в підписах під малюнками 1 – 3. Треба читати так.



Мал. 1. Гігрометр Ламбрехта



Мал. 2. Волосяний гігрометр



Мал. 3. Психрометр