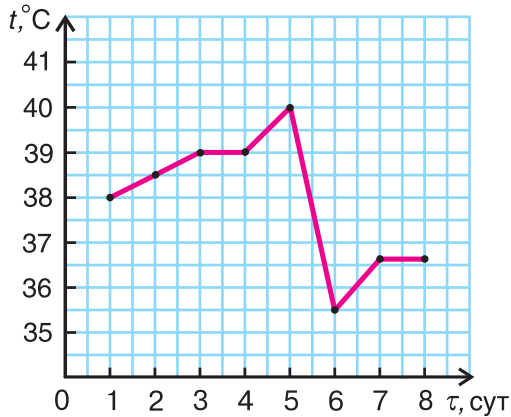




§ 7.

Графічны паказ раўнамернага прамалінейнага руху



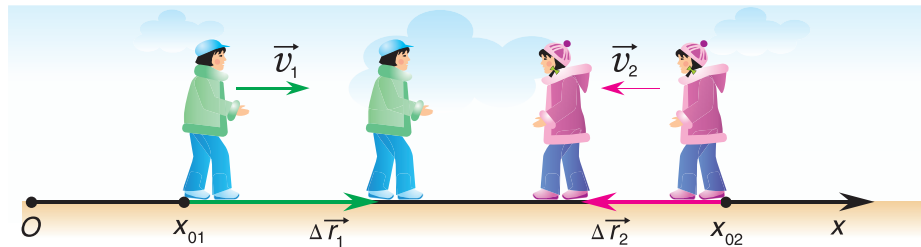
Мал. 50

Залежнасці паміж рознымі велічынямі можна наглядна паказаць з дапамогай графікаў. Выкарыстанне графікаў палягчае рашэнне навуковых, практычных задач і нават бытавых праблем.

Напрыклад, па графіку залежнасці тэмпературы пацыента ад часу (мал. 50) бачна, што на 5-я суткі тэмпература дасягнула свайго максімуму, затым рэзка ўпала, а яшчэ праз суткі стала набліжацца да нормы. Графік дае нагляднае ўяўленне аб тым, як працякала хвароба.

У фізіцы роля графікаў надзвычай вялікая. Уменне будаваць і чытаць графікі дапамагае больш хутка і глыбока зразумець фізічныя з'явы.

Разгледзім прасты прыклад з кінематыкі. Лёша і Таня ідуць на сустрэчу адно аднаму (мал. 51). Яны рухаюцца раўнамерна і прамалінейна. Модуль скорасці Лёшы $v_1 = 2,0 \frac{\text{м}}{\text{с}}$, Тані $v_2 = 1,5 \frac{\text{м}}{\text{с}}$. Як паказаць графічна характарыстыкі іх руху?



Мал. 51

Выберам каардынатную вось Ox і зададзім пачатковыя становішчы ўдзельнікаў руху (гл. мал. 51). Няхай пры $t_0 = 0$ каардыната Лёшы $x_{01} = 1,8$ м, Тані $x_{02} = 6,0$ м.

Пабудуем графікі залежнасці праекцыі скорасці v_x , праекцыі перамяшчэння Δr_x , шляху s і каардынаты x ад часу t .

1. Графік праекцыі скорасці. Згодна з умовай і малюнкам 52 для праекцый скорасці руху Тані і Лёшы на вось Ox атрымаем: $v_{1x} = v_1 = 2,0 \frac{\text{м}}{\text{с}}$, $v_{2x} = -v_2 = -1,5 \frac{\text{м}}{\text{с}}$. Паколькі праекцыі v_{1x} і v_{2x} пастаянныя, то графікі іх залежнасці ад часу t — прамыя, паралельныя восі часу (прамыя I і II на малюнку 52).

Графікі паказваюць: праекцыя скорасці пры раўнамерным прамалінейным руху з цягам часу не змяняецца.

2. Графік праекцыі перамяшчэння. Праекцыя перамяшчэння Δr_x , выкананага за час t , вызначаецца формулай $\Delta r_x = v_x t$ (гл. § 6, с. 25).

Залежнасць праекцыі перамяшчэння ад часу для Лёшы $\Delta r_{1x} = v_{1x} t$, або $\Delta r_{1x} = 2t$. Графік Δr_{1x} — нахіленая прамая I (мал. 53).

Для Тані $\Delta r_{2x} = v_{2x} t$, або $\Delta r_{2x} = -1,5t$. Графік Δr_{2x} — нахіленая прамая II, паказаная на малюнку 53.

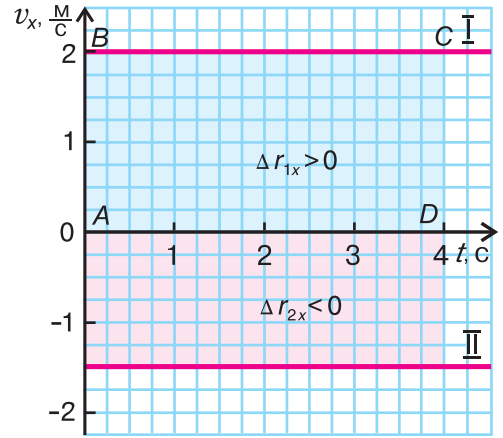
З графікаў і формул вынікае, што пры раўнамерным прамалінейным руху праекцыя перамяшчэння прама прапарцыянальна часу.

3. Графік шляху. Шлях — велічыня дадатная пры любым руху цела. Пры раўнамерным прамалінейным руху шлях роўны модулю перамяшчэння: $s = \Delta r = vt$. Таму пры $v_x > 0$ графік шляху супадае з графікам праекцыі перамяшчэння (прамая I), а пры $v_x < 0$ графік шляху (прамая III) з’яўляецца «люстраным адбіткам» графіка II (праекцыі перамяшчэння) ад восі часу.

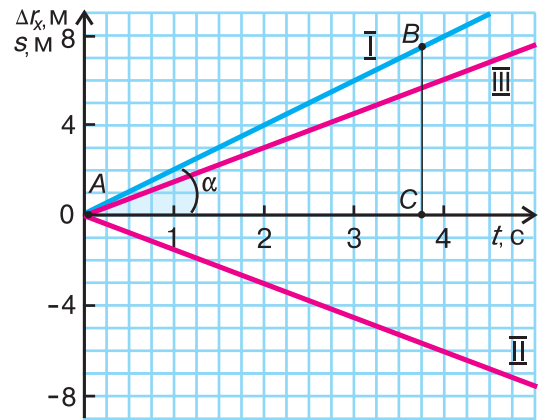
Графікі шляху паказваюць: пры раўнамерным прамалінейным руху пройдзены шлях прама прапарцыянальны часу.

4. Графік каардынаты. Яго называюць таксама *графікам руху*.

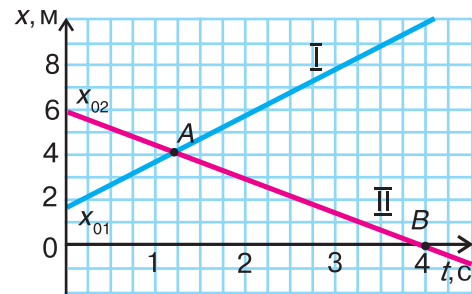
Па формуле $x = x_0 + v_x t$ (§ 6, с. 25), выкарыстоўваючы даныя з умовы задачы і малюнак 51, знаходзім залежнасці каардынаты x_1 Лёшы і x_2 Тані ад часу t : $x_1 = 1,8 + 2t$; $x_2 = 6,0 - 1,5t$. Графікі гэтых залежнасцей — прамыя I і II на малюнку 54. Яны паралельныя адпаведным графікам праекцый перамяшчэння на малюнку 53.



Мал. 52



Мал. 53



Мал. 54

Графікі руху паказваюць: пры раўнамерным прамалінейным руху каардыната цела лінейна залежыць ад часу.

Па пункце перасячэння графікаў I і II (пункце А, мал. 54) лёгка знайсці момант і каардынату месца сустрэчы Лёшы і Тані. Вызначыце іх самастойна.

Што яшчэ можна вызначыць па графіках?

1. Па графіку праекцыі скорасці можна знайсці праекцыю перамяшчэння і пройдзены шлях.

Разгледзім прамавугольнік $ABCD$ на малюнку 52 (с. 29). Яго вышыня лікава роўна v_x , а аснова — часу t . Значыць, плошча прамавугольніка роўна $v_x t = \Delta r_x$. Такім чынам, *праекцыя перамяшчэння лікава роўна плошчы прамавугольніка паміж графікам праекцыі скорасці і воссю часу*. Пры $v_x < 0$ праекцыя перамяшчэння адмоўная, і плошчу трэба браць са знакам «-».

Дакажыце самастойна, што *плошча паміж графікам праекцыі скорасці і воссю часу лікава роўна пройдзенаму шляху*.

2. Па вугле нахілу графіка праекцыі перамяшчэння можна ацаніць скорасць руху.

Разгледзім трохвугольнік ABC на малюнку 53 (с. 29). Чым большы вугал нахілу α графіка праекцыі перамяшчэння, тым большая скорасць цела. Растворыце гэты самастойна.

■ Галоўныя вывады

Для раўнамернага прамалінейнага руху:

1. Графік праекцыі скорасці — прамая, паралельная восі часу.
2. Графікі праекцыі перамяшчэння і каардынаты — прамыя, нахіл якіх да восі часу вызначаецца скорасцю руху.
3. Плошча фігуры паміж графікам праекцыі скорасці і воссю часу вызначае праекцыю перамяшчэння.

? Кантрольныя пытанні

1. Што ўяўляюць сабой графікі праекцыі скорасці, праекцыі перамяшчэння і шляху для раўнамернага прамалінейнага руху?
2. Які графік называецца графікам руху? Чым ён адрозніваецца ад графіка праекцыі перамяшчэння?
3. Ці можна па графіку праекцыі скорасці знайсці праекцыю перамяшчэння? Каардынату?
4. Як па графіку праекцыі перамяшчэння знайсці праекцыю скорасці?





Прыклад рашэння задачы

Матацыкліст едзе з горада па прамалінейным участку шашы з пастаяннай скорасцю \vec{v}_1 . Праз час $t_1 = 20$ с пасля праезду скрыжавання ён сустракае веласіпедыста, які едзе ў горад і рухаецца раўнамерна са скорасцю \vec{v}_2 . Вызначыце адлегласць паміж удзельнікамі руху праз час $t_2 = 10$ с пасля іх сустрэчы, калі $v_1 = 54 \frac{\text{км}}{\text{г}}$, $v_2 = 36 \frac{\text{км}}{\text{г}}$. Запішыце кінематычныя законы руху матацыкліста і веласіпедыста, пабудуйце графікі праекцыі і модуля скорасці, праекцыі перамяшчэння, каардынаты і шляху абодвух удзельнікаў руху.

Дадзена:

$$v_1 = 54 \frac{\text{км}}{\text{г}} = 15 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$v_2 = 36 \frac{\text{км}}{\text{г}} = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

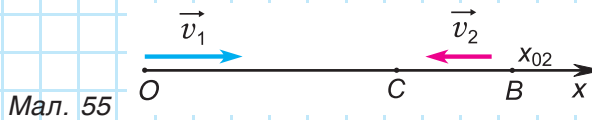
$$t_1 = 20 \text{ с}$$

$$t_2 = 10 \text{ с}$$

$$l = ?$$

Рашэнне

Пакажам каардынатную вось Ox , уздоўж якой ідзе рух (мал. 55). За пачатак каардынат O прыем скрыжаванне.



Мал. 55

У пачатковы момант часу матацыкліст знаходзіўся на скрыжаванні, а веласіпедыст — у пункце B . Значыць, кінематычны закон руху матацыкліста мае выгляд:

$$x_1 = v_1 t = 15t.$$

Знойдзем каардынату x_{02} веласіпедыста ў пачатковы момант часу. Няхай пункт C на восі Ox — месца сустрэчы ўдзельнікаў руху (мал. 55). Тады

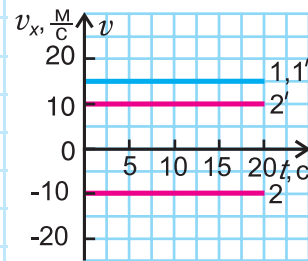
$$x_{02} = OC + CB = v_1 t_1 + v_2 t_1 = 15 \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot 20 \text{ с} + 10 \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot 20 \text{ с} = 500 \text{ м}.$$

Кінематычны закон руху веласіпедыста мае выгляд:

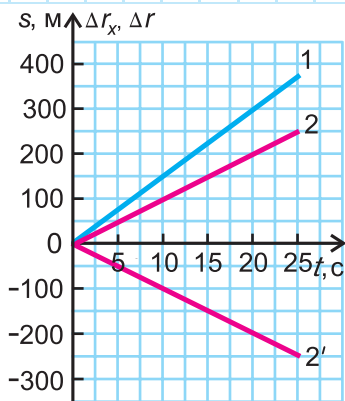
$$x_2 = x_{02} - v_2 t = 500 - 10t.$$

Адлегласць паміж матацыклістам і веласіпедыстам праз час $t_2 = 10$ с пасля іх сустрэчы роўна суме шляхоў, якія яны пераадолеюць за гэты час. Значыць,

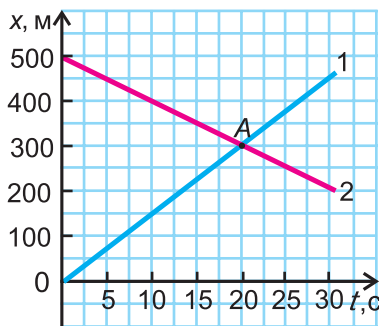
$$l = v_1 t_2 + v_2 t_2 = \left(15 \frac{\text{м}}{\text{с}} + 10 \frac{\text{м}}{\text{с}} \right) \cdot 10 \text{ с} = 250 \text{ м}.$$



Мал. 56



Мал. 57



Мал. 58

Побудуємо графіки проекцій і модуля швидкості. Для мотобайкера графіки проекції швидкості 1 і модуля швидкості 1' збігаються (мал. 56). Для велосипедиста графік проекції швидкості — пряма 2, а модуля швидкості — пряма 2'. Роз'яснимо причину небіжності.

Графіками шляху s , проекції Δr_x і модуля переміщення Δr (мал. 57) будуть прямі, які виражають пряму пропорційну залежність від часу t .

Для мотобайкера:

$$s_1 = \Delta r_{1x} = \Delta r_1 = 15t.$$

Графіки шляху, модуля і проекції переміщення мотобайкера збігаються (пряма 1).

Для велосипедиста:

$$\Delta r_{2x} = v_{2x} t = -10t; s_2 = \Delta r_2 = 10 t.$$

Пряма 2 з'являється графікам шляху і модуля переміщення велосипедиста.

Пряма 2' — графіком проекції його переміщення.

Графіки координат показані на малюнку 58. Вони виражають залежності $x_1 = v_{1x} t$ (пряма 1) і $x_2 = x_{02} + v_{2x} t$ (пряма 2). Точка А визначає час зустрічі і координату місця зустрічі.

Адказ: $l = 250$ м; $x_1 = 15t$; $x_2 = 500 - 10t$.