

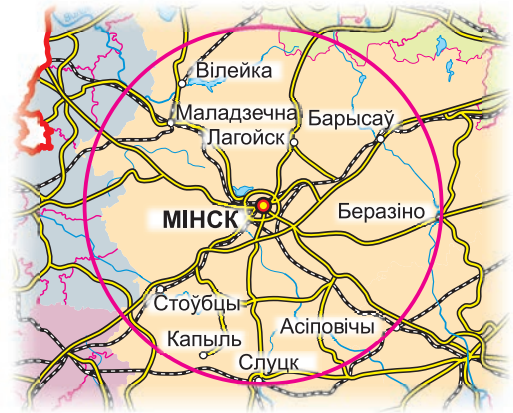


## § 5.

### Шлях і перамяшчэнне

Аўтобус адправіўся з Мінска ў 9 гадзін раніцы. Ці можна вызначыць, дзе знаходзіўся аўтобус у 11 гадзін, калі вядома, што ён пераадолеў шлях  $s = 100$  км?

Вядома, не. Зразумела толькі, што ў 11 гадзін ён знаходзіўся ў месцы, аддаленым ад Мінска не больш чым на 100 км (г. зн. унутры акружнасці, паказанай на малюнку 37). Не выключана, што да 11 гадзін аўтобус вярнуўся ў Мінск. Значыць, для вызначэння канечнага становішча цела недастаткова ведаць яго пачатковае становішча і пройдзены ім шлях.



Мал. 37

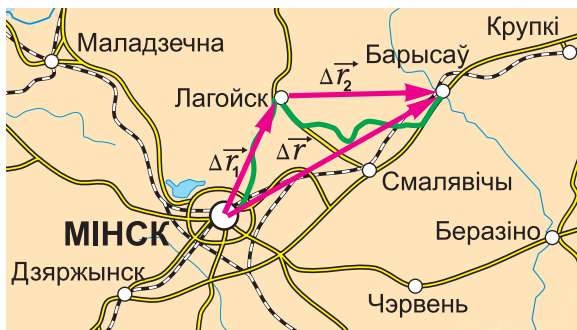
Мы знайшлі б месцазнаходжанне аўтобуса ў 11 гадзін, калі б ведалі траекторыю яго руху (зялёная лінія на малюнку 38). Адлічыўшы 100 км ад пачатковага пункта маршрута ўздоўж траекторыі, знойдзем, што ў 11 гадзін аўтобус прыбыў у Барысаў.

А можна зрабіць інакш. Канечнае становішча аўтобуса можна вызначыць, ведаючы яго пачатковае становішча і ўсяго адну вектарную велічыню, называемую *перамяшчэннем*.

**Перамяшчэнне** — гэта вектар, які злучае пачатковае становішча цела з яго канцавым становішчам (для дадзенага прамежку часу).

Абзначым перамяшчэнне сімвалам  $\Delta\vec{r}$ . На малюнку 38 вектар  $\Delta\vec{r}_1$  — гэта перамяшчэнне аўтобуса з Мінска ў Лагойск, вектар  $\Delta\vec{r}_2$  — з Лагойска ў Барысаў, а вектар  $\Delta\vec{r}$  — з Мінска ў Барысаў.

Цяпер, нават не ведаючы траекторыі, па пачатковым пункце і перамяшчэнні мы можам знайсці канцавы пункт для кожнага з участкаў руху аўтобуса і для ўсяго маршрута ў цэлым.



Мал. 38

Ці можна параўноўваць шлях  $s$ , пройдзены цэлам, з яго перамяшчэннем  $\Delta\vec{r}$ ? Нельга, паколькі шлях  $s$  — скаляр, а перамяшчэнне  $\Delta\vec{r}$  — вектар.

Параўноўваць шлях  $s$  можна з модулем перамяшчэння  $\Delta r$ , які з'яўляецца скалярнай велічынёй. Ці роўны шлях модулю перамяшчэння?

У разглядаемым прыкладзе шлях, пройдзены аўтобусам за дзве гадзіны,  $s = 100$  км. Ён роўны *даўжыні траекторыі* руху аўтобуса ад Мінска праз Лагойск да Барысава (гл. мал. 38). А *модуль перамяшчэння* аўтобуса за гэты час роўны *адлегласці* ад Мінска да Барысава:  $\Delta r = 70$  км. Шлях аўтобуса большы за модуль яго перамяшчэння:  $s > \Delta r$ .

Пройдзены шлях быў бы роўны модулю перамяшчэння, калі б аўтобус увесь час рухаўся па прамой, не змяняючы напрамку руху.

Такім чынам, *шлях заўсёды не меншы за модуль перамяшчэння*:

$$s \geq \Delta r.$$

Як складаюцца паміж сабой шляхі і як — перамяшчэнні? З малюнка 38 знаходзім:

$$s_1 + s_2 = s, \quad \Delta \vec{r}_1 + \Delta \vec{r}_2 = \Delta \vec{r}.$$

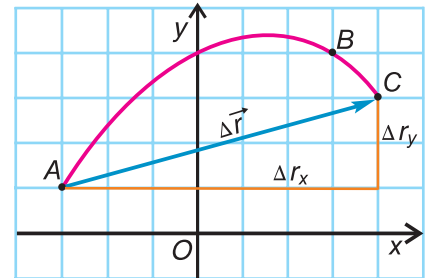
*Пройдзеныя шляхі складаюць арыфметычна, а перамяшчэнні — па правілах складання вектараў.*

Ці роўны пры гэтым модуль  $\Delta r$  суме модуляў  $\Delta r_1 + \Delta r_2$ ? Адкажыце самастойна.

У § 2 мы высветлілі, што шлях і траекторыя адносныя. Пакажыце на прыкладах, што перамяшчэнне таксама адноснае, г. зн. залежыць ад выбару сістэмы адліку.

Пры рашэнні задач важна ўмець знаходзіць праекцыі перамяшчэння. Звернемся да прыкладу 2 з § 2 (гл. мал. 10, с. 10). Пабудуем вектар перамяшчэння кавалка крэйды па школьнай дошцы з пункта  $A$  ў пункт  $C$  (мал. 39). На малюнку бачна, што праекцыі вектара  $\Delta \vec{r}$  на каардынатыны восі  $Ox$  і  $Oy$  роўны *рознасці каардынат канца і пачатку гэтага вектара*:

$$\Delta r_x = x_C - x_A = \Delta x; \quad \Delta r_y = y_C - y_A = \Delta y. \quad (1) \quad \text{Мал. 39}$$



### Галоўныя вывады

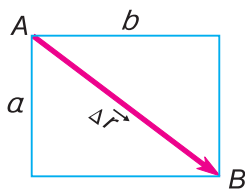
1. Шлях — гэта даўжыня ўчастка траекторыі, пройдзенага цэлам за дадзены прамежак часу. Шлях — дадатная скалярная велічыня.
2. Перамяшчэнне цэла — гэта вектар, які злучае пачатковае становішча цэла з яго канцавым становішчам (для дадзенага прамежку часу).
3. Шлях не меншы за модуль перамяшчэння цэла за той жа час.
4. Пройдзеныя шляхі складаюцца арыфметычна, а перамяшчэнні — па правілах складання вектараў.

## ? Кантрольныя пытанні

1. Што такое шлях? Перамяшчэнне? Чым яны адрозніваюцца адно ад аднаго?
2. Ці можа перамяшчэнне быць роўным нулю, калі шлях не роўны нулю? Прывядзіце прыклады.
3. Ці можа шлях быць роўным нулю, калі перамяшчэнне не роўна нулю?
4. Чаму шлях нельга параўноўваць з перамяшчэннем, а можна параўноўваць толькі з яго модулем?
5. У якім выпадку шлях роўны модулю перамяшчэння?
6. Ці залежыць перамяшчэнне цэла ад выбару сістэмы адліку? Адказ пацвердзіце з дапамогай інтэрактыўнай мадэлі.



### Прыклад рашэння задачы



Мал. 40

Канькабежца перасек прамавугольную лядовую пляцоўку па дыяганалі  $AB$ , а пешаход прайшоў з пункта  $A$  ў пункт  $B$  па краі пляцоўкі (мал. 40). Памеры пляцоўкі  $60 \times 80$  м. Вызначыце модулі перамяшчэння канькабежца і пешахода і шляхі, пройдзеныя імі.

Дадзена:

$$a = 60 \text{ м}$$

$$b = 80 \text{ м}$$

$$\Delta r_1 \text{ — ?}$$

$$\Delta r_2 \text{ — ?}$$

$$s_1 \text{ — ?}$$

$$s_2 \text{ — ?}$$

Рашэнне

З малюнка 40 бачна, што перамяшчэнне пешахода і канькабежца аднолькавае. Модуль перамяшчэння:

$$\Delta r = \sqrt{a^2 + b^2} = \sqrt{3600 \text{ м}^2 + 6400 \text{ м}^2} = 100 \text{ м.}$$

Шлях канькабежца:  $s_1 = \Delta r = 100$  м.

Шлях пешахода:

$$s_2 = a + b = 60 \text{ м} + 80 \text{ м} = 140 \text{ м.}$$

Адказ:  $\Delta r_1 = \Delta r_2 = \Delta r = 100$  м;  $s_1 = 100$  м,  $s_2 = 140$  м.

### Практыкаванне 3

1. Што паказвае лічылнік прабегу аўтамабіля — значэнне шляху або модуль перамяшчэння? Чаму?

2. Таксі выканала рэйс па маршруце Мінск — Чэрвень — Беразіно. Пакажыце ў сшытку перамяшчэнні таксі на ўчастках Мінск — Чэрвень ( $\Delta \vec{r}_{\text{МЧ}}$ ), Чэрвень — Беразіно ( $\Delta \vec{r}_{\text{ЧБ}}$ ) і Мінск — Беразіно ( $\Delta \vec{r}_{\text{МБ}}$ ). Пераканайцеся, што  $\Delta \vec{r}_{\text{МБ}} = \Delta \vec{r}_{\text{МЧ}} + \Delta \vec{r}_{\text{ЧБ}}$ . Выкарыстаўшы малюнак 38 (с. 20) і лікавыя даныя, прыведзеныя ў тэксе параграфа, знайдзіце модулі гэтых перамяшчэнняў. Параўнайце суму модуляў перамяшчэнняў  $\Delta r_{\text{МЧ}} + \Delta r_{\text{ЧБ}}$  з модулем  $\Delta r_{\text{МБ}}$ .

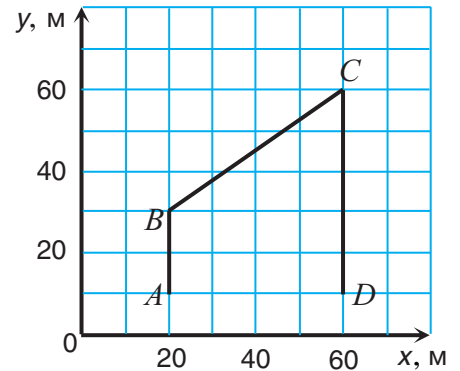
3. Спартсмен на трэніроўцы прабегае  $N = 6,5$  круга радыусам  $R = 50$  м. Які шлях пераадолеў спартсмен? Чаму роўны модуль яго перамяшчэння?

4. Раніцай са школьнага двара рабяты адправіліся ў турыстычны паход. Вечарам яны паведамілі, што прайшлі шлях  $s = 17$  км. Ці можна па гэтых даных вызначыць канцавы пункт іх маршруту? Якія яшчэ даныя неабходны для гэтага?

5. Будаўнічы кран падняў груз на вышыню  $h = 12$  м. Адначасова кран перамясціўся па гарызанталі на адлегласць  $l = 5$  м. Пакажыце відарыс вектара  $\Delta\vec{r}$ , які вызначае перамяшчэнне грузу. Запішыце яго ў выглядзе сумы перамяшчэнняў грузу па вертыкалі  $\Delta\vec{r}_1$  і па гарызанталі  $\Delta\vec{r}_2$ . Знайдзіце праекцыі перамяшчэння грузу  $\Delta\vec{r}$  на вертыкальную і гарызантальную восі і модуль перамяшчэння.

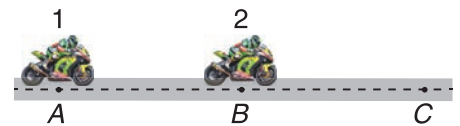
6. Вызначыце шлях і модуль перамяшчэння канца гадзіннікавай стрэлкі гадзінніка ў вашай кватэры (у вашым доме) за прамежкі часу  $\Delta t_1 = 3,0$  г;  $\Delta t_2 = 6,0$  г;  $\Delta t_3 = 12$  г;  $\Delta t_4 = 24$  г. Рашэнне пацвердзіце малюнкам. Даўжыню гадзіннікавай стрэлкі змерце самі.

7. На малюнку 41 паказана траекторыя  $ABCD$  руху футбаліста па полі. Вызначыце каардынаты футбаліста ў пачатку і ў канцы руху, пройдзены ім шлях і модуль перамяшчэння.



Мал. 41

8. З пунктаў  $A$  і  $B$  (мал. 42) гоначай траасы адначасова выязджаюць два матацыклісты (1, 2). У пункце  $C$  кожны з іх разварочваецца. Чаму роўны модуль перамяшчэння другога матацыкліста да моманту, калі першы акажацца ў пункце  $C$ , а  $AB = BC$ ? Модулі скарасцей матацыклістаў на ўчастках руху лічыць пастаяннымі і роўнымі адзін аднаму. Час развароту можна не ўлічваць.



Мал. 42

**→ Дамашняе заданне**

Намалюйце ў сшытку ў пэўным маштабе прыкладную траекторыю свайго руху ад дома да школы. Разбіце траекторыю на ўчасткі. Для кожнага з іх пазначце пройдзеныя шляхі і пакажыце вектары перамяшчэння. Знайдзіце суадносіны, якія звязваюць: а) вектары перамяшчэння на ўчастках з вектарам перамяшчэння ад дома да школы; б) модулі гэтых перамяшчэнняў; в) шляхі з адпаведнымі модулямі перамяшчэнняў; г) шляхі на ўчастках са шляхам ад дома да школы. Зрабіце вывады.