



§ 1.

Механічны рух

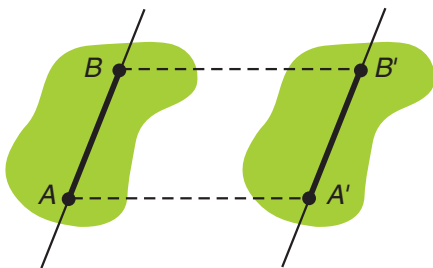
а



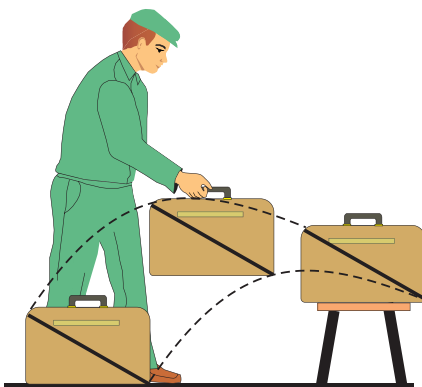
б



Мал. 1



Мал. 2



Мал. 3

Гаворачы аб тым, што аўтамабіль спачатку ехаў прама, затым павярнуў направа і хутка спыніўся, мы даём слоўнае апісанне, як рухаўся аўтамабіль.

Для такой дакладнай навукі, як фізіка, гэтага недастаткова. Неабходна даць матэматычна строгае, колькаснае апісанне руху цела. Гэтым займаецца раздзел фізікі *кінематыка*.

У 7-м класе вы вывучалі самы прасты від руху — прамалінейны рух. Рух рэальных цел можа быць вельмі складаным. Паназірайце за самалётам, які выконвае фігуры вышэйшага пілатажу (мал. 1, а), або за чалавекам, які здзяйсняе скачок у ваду (мал. 1, б). Як апісаць такія складаныя рухі?

Пачнём апісанне з найбольш простага руху — паступальнага.

Калі форма і памеры цела ў працэсе руху не змяняюцца, то цела называюць абсалютна цвёрдым. Рух такіх цел мы і будзем разглядаць у кінематыцы. Пры паступальным руху прамая, якая праходзіць праз любыя два пункты цела, застаецца паралельнай свайму першапачатковаму становішчу (мал. 2).

Паступальны рух можа быць як прамалінейным, так і крывалінейным (мал. 3). Траекторыі пунктаў цела, якое рухаецца паступальна, аднолькавыя. Яны толькі зрушаны адна адносна другой.

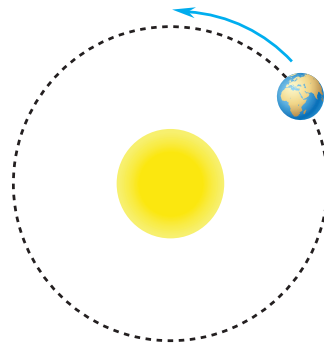
Любы рух абсалютна цвёрдага цела зводзіцца да паступальнага перамяшчэння і вярчэння.

Паколькі пры паступальным руху ўсе пункты рухаюцца аднолькава, дастаткова вывучыць рух толькі аднаго з пунктаў цела, г. зн. выкарыстаць *мадэль матэрыяльнага пункта*.

Матэрыяльным пунктам называюць цела, памеры якога ў дадзенай задачы можна не ўлічваць.



Мал. 4



Мал. 5

Менавіта ад пастаўленай задачы залежыць, ці можна лічыць дадзенае рэальнае цела матэрыяльным пунктам. Напрыклад, калі нас цікавіць рух крылаў матылька (мал. 4), то матылька нельга разглядаць як матэрыяльны пункт. У той жа час Зямлю можна лічыць матэрыяльным пунктам, калі разглядаць яе рух вакол Сонца (мал. 5).

Галоўныя вывады

1. Задача кінематыкі — матэматычна строгае апісанне механічнага руху цел.
2. Пры апісанні паступальнага руху можна выкарыстоўваць мадэль матэрыяльнага пункта.
3. Матэрыяльным пунктам называюць цела, памеры якога ў дадзенай задачы можна не ўлічваць.

Кантрольныя пытанні

1. У чым заключаецца задача кінематыкі?
2. Што такое абсалютна цвёрдае цела?
3. Які рух называюць паступальным?
4. Ці можа паступальны рух быць крывалінейным?
5. Пры якіх умовах рэальнае цела можна разглядаць як матэрыяльны пункт?

Дамашняе заданне

1. Выразіце час у секундах: $t_1 = 20$ мкс; $t_2 = 0,40$ мін; $t_3 = 3,0$ г; $t_4 = 0,050$ сут; $t_5 = 0,0000080$ года (высакоснага).
2. Запішыце велічыні, выкарыстаўшы прыстаўкі «мега», «кіла», «санты», «мілі», «мікра»: напружанне $U = 3 \cdot 10^6$ В; шлях $s = 4 \cdot 10^3$ м; даўжыня $l = 8 \cdot 10^{-2}$ м; маса $m = 7 \cdot 10^{-3}$ г; таўшчыня $d = 2 \cdot 10^{-6}$ м.
3. Вымераіце свой рост і запішыце яго ў кіламетрах, метрах, дэцыметрах, сантыметрах, міліметрах, мікраметрах. Якая адзінка вымярэння росту найбольш часта ўжываецца?
4. Выкарыстаўшы лінейку, прадэманструйце паступальны і вярчальны рух.



§ 2.

Адноснась руху. Сістэма адліку

У 7-м класе вы даведаліся, што такое шлях, пройдзены цела, скорасць руху цела, траекторыя. Ад чаго яны залежаць? Вядома, ад таго, як гэта цела рухаецца. Але не толькі ад гэтага.

Уявіце, што вы сядзіце ў крэсле самалёта, які ляціць са скорасцю $v = 900 \frac{\text{км}}{\text{г}}$. Рухаецца вы ці не? Адзін чалавек скажа, што вы рухаецца, а іншы — што вы знаходзіцеся ў стане спакою. Хто з іх мае рацыю? Абодва. Пасажыр, які сядзіць у крэсле самалёта, адносна Зямлі рухаецца, а адносна самалёта — знаходзіцца ў стане спакою.

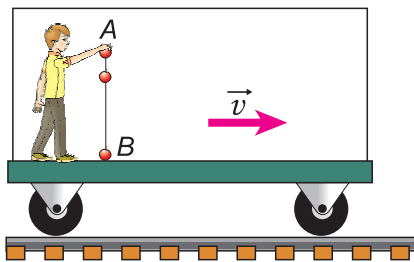
Цела, адносна якога разглядаецца рух іншых цел, называюць *целам адліку*. Яго ўмоўна прымаюць за нерухомае.

Калі за цела адліку прыняць Зямлю, то трэба лічыць, што яна знаходзіцца ў стане спакою, а самалёт і яго пасажыры — рухаюцца. Калі ж за цела адліку прыняць самалёт, то самалёт і пасажыры знаходзяцца ў стане спакою, а рухаецца Зямля.

*Паняцці і велічыні, якія залежаць ад выбару цела адліку, называюць **адноснымі***. Такім чынам, «стан спакою» і «стан руху» — паняцці адносныя. А ці адносныя *скорасць руху, траекторыя, шлях*? У нашым прыкладзе скорасць руху авіяпасажыра адносна Зямлі роўна $v = 900 \frac{\text{км}}{\text{г}}$, а адносна самалёта — нулю. Значыць, *скорасць — велічыня адносная*.

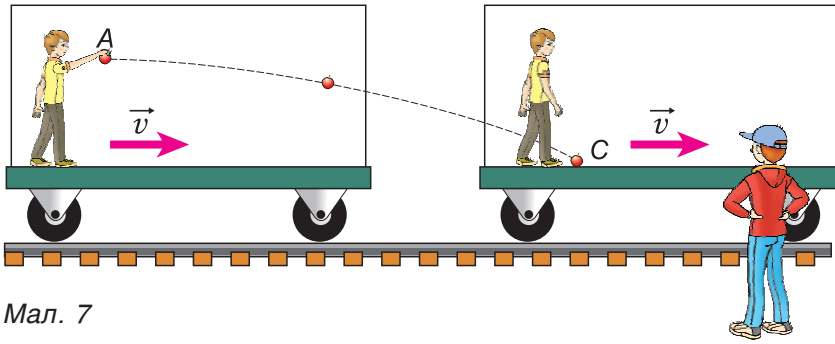
Пераканаемся, што траекторыя таксама адносная. Разгледзім вагон (мал. 6), які рухаецца з пастаяннай скорасцю v па прамалінейным участку чыгуначнага пуці. Па якой траекторыі будзе рухацца яблык, які выпаў у хлопчыка з рук?

Скорасць яблыка ў пункце *A* адносна вагона роўна нулю. Яблык рухаецца ўніз па прамалінейнай траекторыі *AB*.

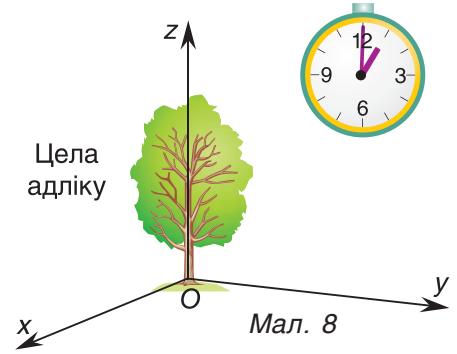


Мал. 6

А якая пачатковая скорасць яблыка адносна Зямлі? Хоць хлопчык не кінуў яблык, а проста выпусціў яго з рук, пачатковая скорасць яблыка *адносна Зямлі* нулю не роўна! Яна роўна v — скорасці руху вагона адносна Зямлі. Перамяшчаючыся з гэтай скорасцю адносна Зямлі па гарызанталі і адначасова падаючы па вертыкалі, яблык рухаецца адносна Зямлі (і назіральніка на платформе) *па крываліней-*



Мал. 7



Мал. 8

най траекторыі AC (мал. 7). Значыць, і траекторыя руху цела — паянцце адноснае.

А ці будзе адносным шлях? Калі цела адліку служыць Зямля, то ў першым прыкладзе шлях авіяпасажыра за адну гадзіну палёту роўны 900 км. Калі ж за цела адліку прыняты самалёт, то шлях авіяпасажыра роўны нулю. Такім чынам, шлях — таксама велічыня адносная.

Зробім выснову. **Асноўныя характарыстыкі руху: скорасць, траекторыя, шлях — адносныя.** Яны залежаць ад выбару цела адліку.

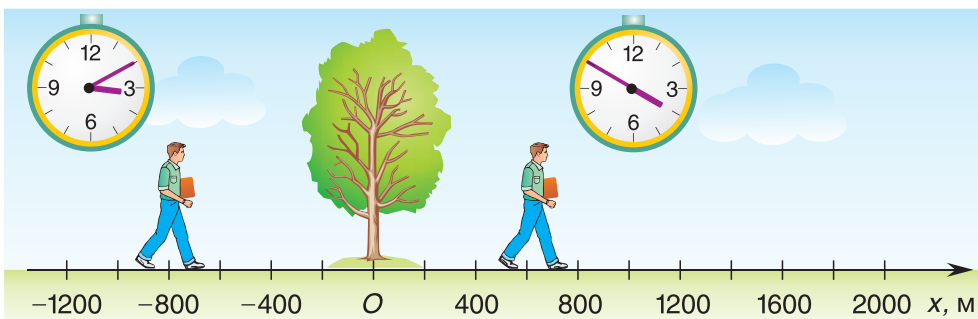
Няхай цела адліку выбрана. Што яшчэ неабходна для апісання руху цел?

Напомнім, што механічны рух — гэта змяненне становішча цела адносна іншых цел *у прасторы з цягам часу*. Для вызначэння становішча цела патрэбна сістэма каардынат, а для вымярэння часу — гадзіннік.

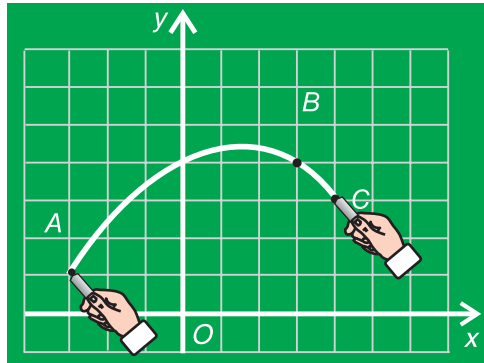
Цела адліку, жорстка звязаная з ім сістэма каардынат і гадзіннік утвараюць *сістэму адліку* (мал. 8). Часцей за ўсё за цела адліку мы будзем прымаць Зямлю (або цела, нерухомае адносна яе).

Разгледзім прыклады апісання руху цел з выкарыстаннем сістэмы адліку.

Прыклад 1. *Рух пешахода на прамалінейным участку дарогі* (мал. 9). За цела адліку прымем дрэва. Вось каардынат Ox накіруем уздоўж дарогі. Пачатак каардынат змесцім у пункце O (каля ствала дрэва). На малюнку 9 паказана, што ў момант часу $t_1 = 3$ г 10 мін



Мал. 9



Мал. 10

становішча пешахода вызначалася каардынатай $x_1 = -800$ м. У момант часу $t_2 = 3$ г 50 мін яго каардыната стала роўна $x_2 = 600$ м і г. д.

Значыць, для апісання руху цела па заданай прамой дастаткова ведаць для кожнага моманту часу значэнне адной каардынаты.

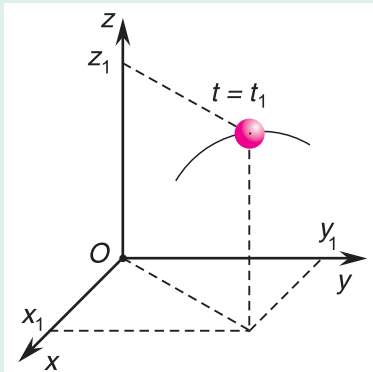
Прыклад 2. Рух кавалка крэйды па школьнай дошцы (па плоскасці) (мал. 10). Выберам дошку цела адліку. Для апісання руху

цела ў гэтым прыкладзе адной каардынаты недастаткова.

Пры апісанні руху цела па плоскасці трэба выкарыстоўваць дзве каардынатныя восі (Ox і Oy) і для кожнага моманту часу t ведаць дзве каардынаты (x і y) цела.

Напрыклад, на малюнку 10 пры $t_0 = 0$ крэйда знаходзілася ў пункце A з каардынатамі $x_0 = -3$ дм, $y_0 = 1$ дм, пры $t_1 = 3$ с — у пункце B з каардынатамі $x_1 = 3$ дм, $y_1 = 4$ дм і г. д.

▼ Для дапытлівых



Прыклад 3. Для апісання руху цела ў прасторы (напрыклад, мяча, птушкі, самалёта) неабходны тры каардынатныя восі: Ox , Oy , Oz .

На малюнку 11 паказана, як вызначаюць каардынаты x_1 , y_1 , z_1 цела ў прасторы ў некаторы момант часу t_1 .

Мал. 11

■ Галоўныя вывады

1. Рух і спакой, траекторыя, скорасць, шлях і іншыя характарыстыкі руху адносныя. Яны залежаць ад выбару сістэмы адліку.
2. Цела адліку — гэта цела, адносна якога разглядаецца рух іншых цел.
3. Цела адліку, звязаная з ім сістэма каардынат і гадзіннік утвараюць сістэму адліку.
4. Для апісання прамалінейнага руху дастаткова адной каардынатнай восі, а руху па плоскасці — дзвюх восей.

? Кантрольныя пытанні

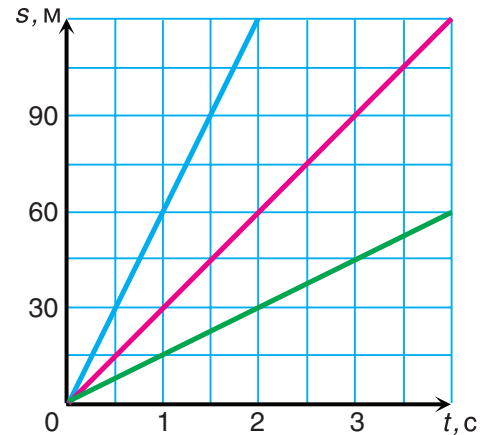
1. Як разумець сцверджанне: «Механічны рух адносны»?
2. Якія характарыстыкі руху адносныя? Растлумачце чаму.
3. Што такое цела адліку? Што разумеюць пад сістэмай адліку?
4. Чым абумоўлены выбар сістэмы каардынат? Пакажыце на прыкладах.

Практыкаванне 1

1. Што такое траекторыя? Шлях? Чым яны адрозніваюцца адно ад аднаго?

2. Ці можна адназначна сцвярджаць, што вы, сядзячы за школьным сталом, знаходзіцеся ў стане спакою? Рухаецеся? Адказ аргументуйце.

3. На малюнку 12 паказаны графікі залежнасці пройдзенага шляху s ад часу t для гарадскога аўтобуса, хуткаснага цягніка і гоначнага баліда. Які графік якому транспартнаму сродку адпавядае? Якія скорасці іх руху?

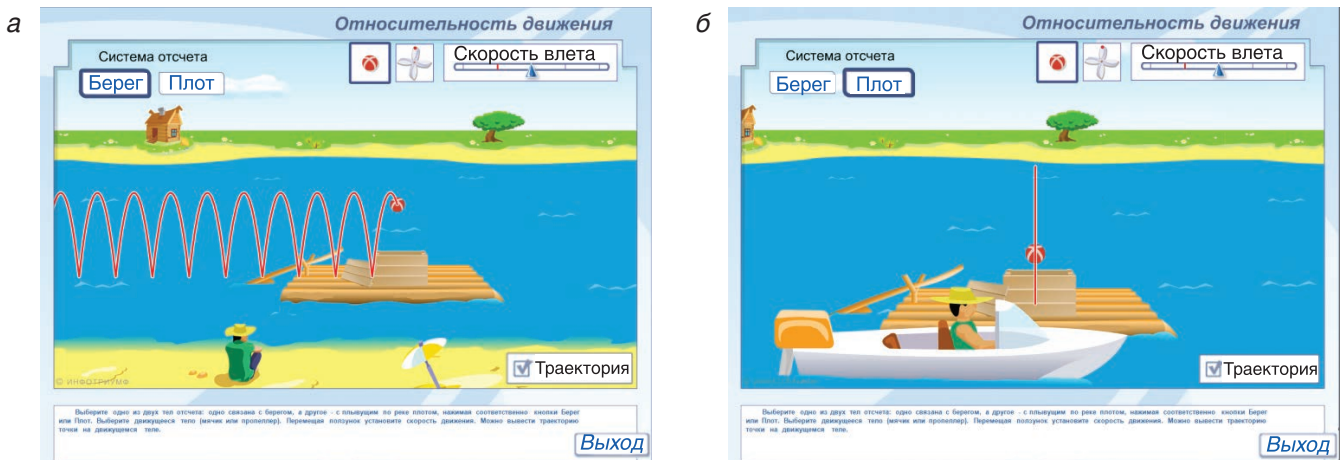


Мал. 12

4. Зададзены значэнні шляхоў: 900 000 км; 15 м; 0,060 км; 30 дм. Калі гэтыя шляхі пройдзены за адзін і той жа час, то які з іх пераадолены пешаходам? Веласіпедыстам? Аўтамабілем? Светлавым сігналам? Увядзіце адпаведныя абзначэнні (напрыклад, $s_{п} = \dots$ — шлях, пройдзены пешаходам). Выразіце шляхі ў адзінках СІ. За які час пераадолены дадзеныя шляхі? З якой скорасцю?



5. Выкарыстаўшы інтэрактыўную мадэль «Адноснасць руху» з раздзела «Механічны рух», прадэманструйце адноснасць траекторыі руху мяча (мал. 13).



Мал. 13