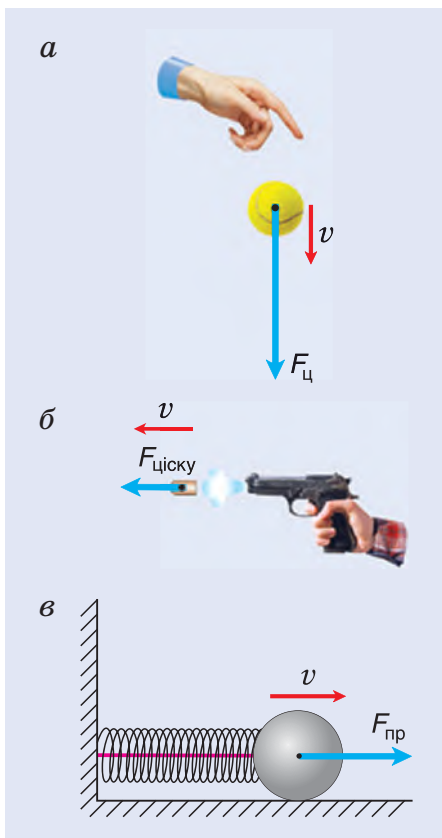


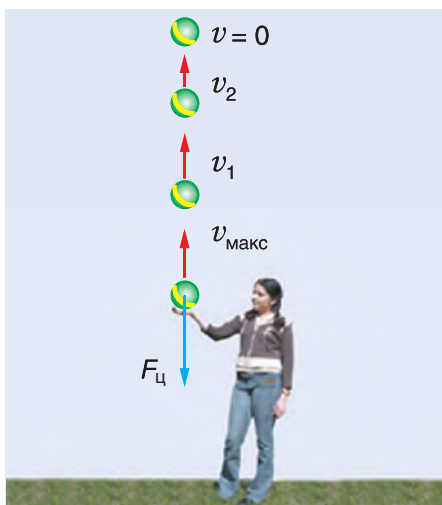


§ 36.

Механічная работа. Адзінкі работы



Мал. 216



Мал. 217

Мы часта чуем ад сяброў: «Я сёння выканаў такую вялікую работу: вывучыў на памяць верш і рашыў пяць задач па матэматыцы». Але з пункту гледжання фізікі ніякай работы не выканана, нават калі вывучыць на памяць цэлую паэму. Што ж такое работа ў фізіцы?

У фізіцы работа ацэньвае тое, што выклікала сіла, якая дзейнічае на цела, што рухаецца. Пакажам гэта на прыкладах. Разгледзьце ўважліва малюнак 216. Што агульнае маюць вынікі дзеяння сілы цяжару на мяч (мал. 216, а), сілы ціску газу на кулю ў пісталеце (мал. 216, б) і сілы пругкасці сціснутай спружыны на шарык (мал. 216, в) пасля перапальвання ніткі? Усе пералічаныя сілы выклікаюць разгон цел (мяча, кулі, шарыка), г. зн. павелічэнне скорасці руху.

А ці можа сіла, якая дзейнічае на цела, што рухаецца, памяншаць яго скорасць? Падкіньце мяч і назірайце за яго рухам уверх (мал. 217). Цяпер сіла цяжару памяншае скорасць яго руху. Ва ўсіх выпадках, калі сіла змяняе скорасць руху (павялічвае або памяншае), гавораць, што **сіла выконвае механічную работу**.

Механічная работа з'яўляецца фізічнай велічынёй. Яе значэнне можна вылічыць. Разгледзім самы прасты выпадак: напрамак сілы супадае з напрамкам руху. Напрыклад, ідзе разгон спартыўных санак (мал. 218). Змяненне скорасці санак, а значыць, і работа па іх разгоне залежаць ад значэння дзеючай сілы (сілы спартсменаў, што разганяюць санкі) і ад пройдзенага санкамі шляху. Чым большыя сіла і шлях, тым большая выконваецца работа. Гэта выснова справядлівая для ўсіх цел, якія рухаюцца пад дзеяннем сілы.

Такім чынам, **механічная работа — фізічная велічыня, прапарцыянальная дзеючай на цела сіле і пройдзенаму шляху**.

Абазначым работу літарай A . Тады, калі напрамак сілы супадае з напрамкам руху цела, то

$$\text{работа} = \text{сіла} \cdot \text{шлях}, \text{ або } A = F \cdot s.$$

Асноўнай адзінкай работы ў СІ з'яўляецца 1 джоўль (1 Дж). Названа яна ў гонар вядомага англійскага фізіка Дж. П. Джоўля. Адзін джоўль — гэта работа, выкананая сілай 1 Н на шляху 1 м:

$$1 \text{ джоўль} = 1 \text{ ньютан} \cdot 1 \text{ метр}.$$

Для вымярэння вялікай работы выкарыстоўваюцца кратныя джоўлю адзінкі:

$$1 \text{ кДж} = 1000 \text{ Дж} = 1 \cdot 10^3 \text{ Дж};$$

$$1 \text{ МДж} = 1\,000\,000 \text{ Дж} = 1 \cdot 10^6 \text{ Дж}.$$

У выпадку малой работы ўжываюцца долевыя адзінкі:

$$1 \text{ мДж} = 0,001 \text{ Дж} = 1 \cdot 10^{-3} \text{ Дж};$$

$$1 \text{ мкДж} = 0,000001 \text{ Дж} = 1 \cdot 10^{-6} \text{ Дж}.$$

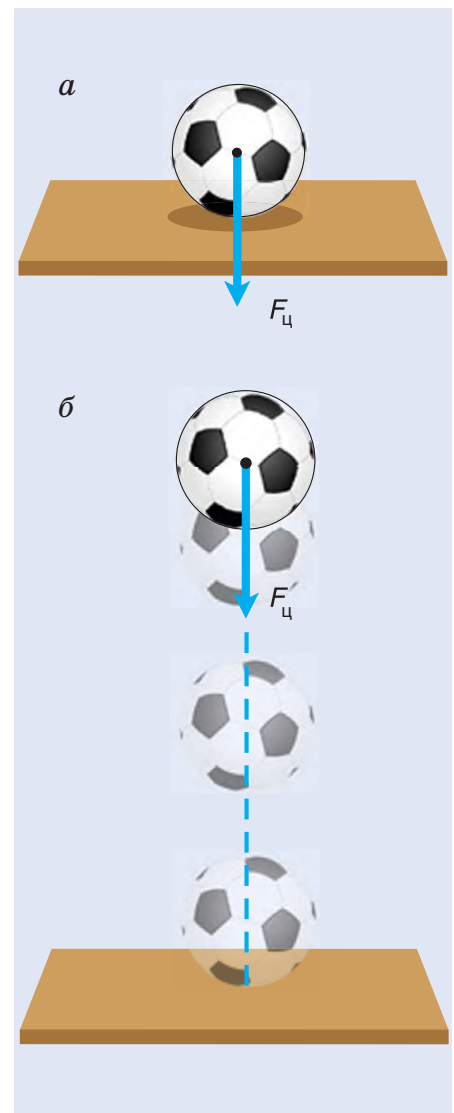
З формулы работы вынікае, што калі ёсць сілы, але няма руху, то няма і работы. Напрыклад, сіла цяжару, якая дзейнічае на мяч, што ляжыць на падлозе (мал. 219, а), работу не выконвае, а ў выпадку, калі мяч падае (мал. 219, б), — выконвае.

Сіла не заўсёды павялічвае скорасць руху цела. Так, пры руху ўверх кінутага мяча (мал. 217) сіла цяжару запавольвае яго рух. Аналагічна пры слізганні шайбы па лёдзе сіла трэння памяншае скорасць руху шайбы. Работу сілы (цяжару, трэння) у гэтых і падобных выпадках лічаць адмоўнай.

Але дадатная і адмоўная работы могуць выконвацца адначасова і нават быць роўнымі па абсалютнай велічыні. У гэтым выпадку скорасць руху пастаянная. Напрыклад, электрацягнік на дадзеным участку шляху рухаецца раўнамерна. Гэта значыць, што раўнадзейная сіла (цягі рухавіка і супраціўлення руху) роўна нулю. Але і сіла цягі, і сіла супраціўлення выконваюць работу. Толькі работа сілы цягі $A_{\text{цягі}} > 0$, а сілы супраціўлення $A_{\text{супр}} < 0$. Сума ж іх роўна нулю, г. зн. $A = A_{\text{цягі}} + A_{\text{супр}} = 0$.



Мал. 218



Мал. 219

Галоўныя вывады

1. Механічная работа характарызуе вынік дзеяння сілы на цела, якое рухаецца, і прапарцыянальна дзеючай на цела сіле і пройдзенаму целам шляху.
2. Сілы, якія паскараюць рух цела, выконваюць дадатную работу.
3. Сілы, якія запавольваюць рух цела, выконваюць адмоўную работу.
4. Асноўная адзінка работы ў СІ — 1 джоўль.

Кантрольныя пытанні

1. Што характарызуе механічная работа?
2. Ад чаго залежыць значэнне выкананай работы?
3. Што прынята ў СІ за асноўную адзінку работы?
4. У якім выпадку сілай выконваецца адмоўная работа?

Прыклад рашэння задачы

Пад'ёмны кран раўнамерна падымае з зямлі бетонную пліту масай $m = 500$ кг на адзін з паверхаў дома, які будзецца. Сіла пругкасці троса пры гэтым выконвае работу $A = 100$ кДж. Вызначыце, на які паверх была паднята пліта, калі вышыня аднаго паверха $h_0 = 4,0$ м. Чаму роўна работа раўнадзейнай сіл, прыкладзеных да пліты? Каэфіцыент g прыміце роўным $10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}}$.

Дадзена:

$$m = 500 \text{ кг} = 5,0 \cdot 10^2 \text{ кг}$$

$$A = 100 \text{ кДж} = 1,0 \cdot 10^5 \text{ Дж}$$

$$h_0 = 4,0 \text{ м}$$

$$g = 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}}$$

$$N \text{ — ? } A_p \text{ — ?}$$

Рашэнне

Пры раўнамерным пад'ёме сіла пругкасці троса роўна сіле цяжару, што дзейнічае на пліту: $F_{\text{пр}} = gm$.

Работа сілы пругкасці $A = gmh$. Вышыня пад'ёму $h = N_1 \cdot h_0$, дзе N_1 — колькасць паверхаў. Тады $A = gmN_1 \cdot h_0$.

$$\text{Адсюль } N_1 = \frac{A}{gmh_0}; N_1 = \frac{1,0 \cdot 10^5 \text{ Дж}}{10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} \cdot 5,0 \cdot 10^2 \text{ кг} \cdot 4,0 \text{ м}} = 5; N = N_1 + 1 = 6.$$

Паколькі рух пліты раўнамерны, то раўнадзейная сіл, прыкладзеных да яе, $F_p = 0$ і работа $A_p = 0$.

Адказ: пліта паднята на 6-ы паверх; работа раўнадзейнай сіл $A_p = 0$.

Практыкаванне 17

1. Ці выконвае работу сіла цяжару, якая дзейнічае на спартсмена, калі ён:

а) стаіць на трампліне; б) падае ў ваду; в) усплывае?

2. Выразіце ў джоўлях работу: $A_1 = 2$ МДж; $A_2 = 10$ кДж; $A_3 = 300$ мДж; $A_4 = 12$ мкДж.

3. Якую работу выконвае сіла пругкасці вяроўкі $F = 50$ Н, што разганяе санкі на шляху $s = 30$ м?

4. Якую работу выконвае сіла цяжару, якая дзейнічае на камень масай $m = 2,0$ кг, пры:

а) падзенні яго з вышыні $h = 5,0$ м; б) пад'ёме на вышыню $h = 5,0$ м? У гэтай і наступных задачах лічыце $g = 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}}$.


5. Трактар, выцягваючы аўтамабіль, што завязнуў, працягнуў яго на шляху $s = 10$ м. Сіла нацяжэння буксіровачнага троса выканалала работу $A = 140$ кДж. Знайдзіце значэнне гэтай сілы.


6. Які шлях праязджае каляска, калі дзеючая на яе пастаянная сіла $F = 100$ Н выконвае работу $A = 2,0$ кДж?

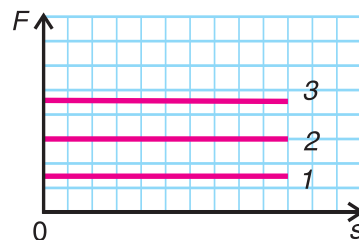
7. Пры пад'ёме вядра з вадой масай $m = 10$ кг на вышыню $h = 1,0$ м сілай пругкасці троса была выканана работа $A = 120$ Дж. Ці раўнамерна падымалі вядро?

8. Хакеіст б'е клюшкай па нерухомай шайбе. Якія сілы дзейнічалі на шайбу ў момант удару і пры слізганні шайбы? Чаму роўна іх работа?

9. Пры разгоне аўтамабіля раўнадзейная сіл, прыкладзеных да яго, выканалала работу $A = 100$ кДж. Якой павінна быць тармозычая сіла, каб спыніць гэты аўтамабіль на шляху $s = 50$ м пры выключаным рухавіку? Якія сілы не выконвалі работу?

 10. Пры вертыкальным пад'ёме ракеты масай $m = 80$ кг на некаторую вышыню сілай цягі $F = 1,2$ кН была выканана работа $A = 120$ кДж. На якую вышыню паднялася ракета? Якую работу выканалі за час пад'ёму сіла цяжару і раўнадзейная сіл, прыкладзеных да ракеты? Змяненне масы ракеты не ўлічваць.

 11. На графіку (мал. 220) прадстаўлены залежнасці сіл, якія перамяшчаюць бетонную пліту, ад шляху. Якая з сіл выканалала большую работу? У колькі разоў?



Мал. 220