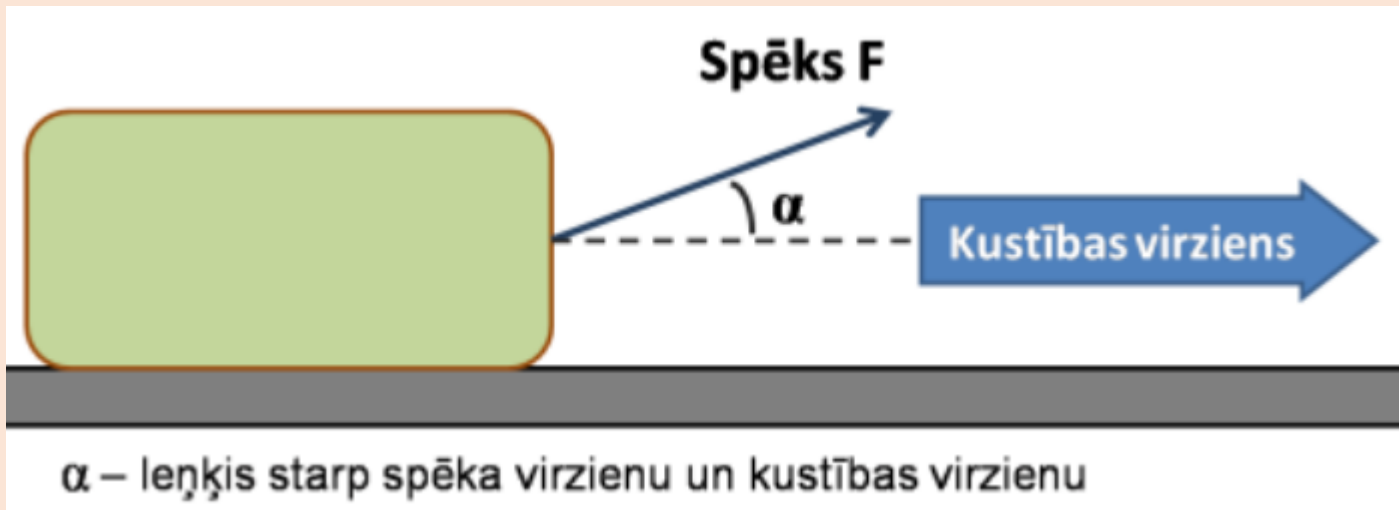


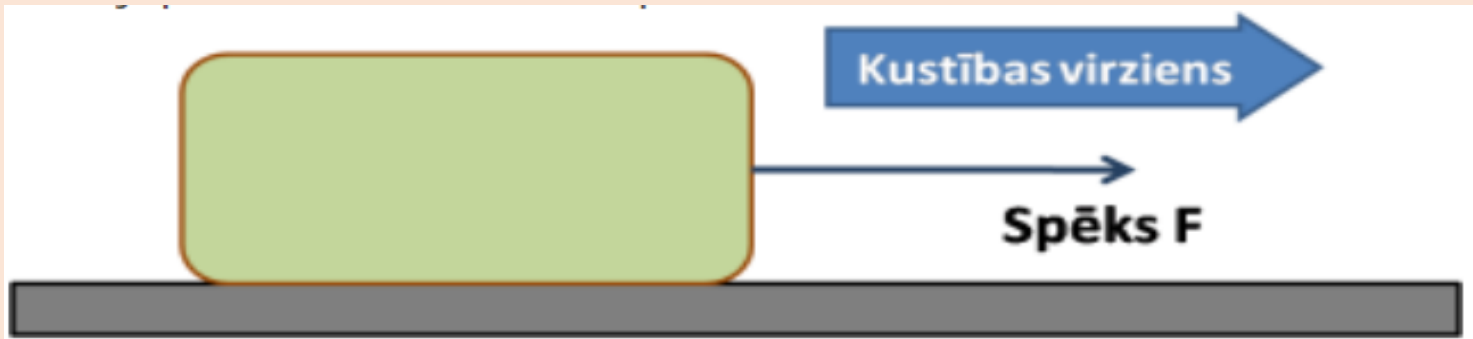
## Darbs un enerģija

Fizika apskata fizikālo darbu, kas ir saistīts ar ķermeņu pārvietošanu. Darbu mēra džoulos J.

Ja taisnvirziena kustībā uz ķermeni darbojas nemainīgs spēks, kas ir vērsts pārvietoējuma virzienā, tad pastrādātais darbs ir vienāds ar šī spēka un veiktā ceļa reizinājumu



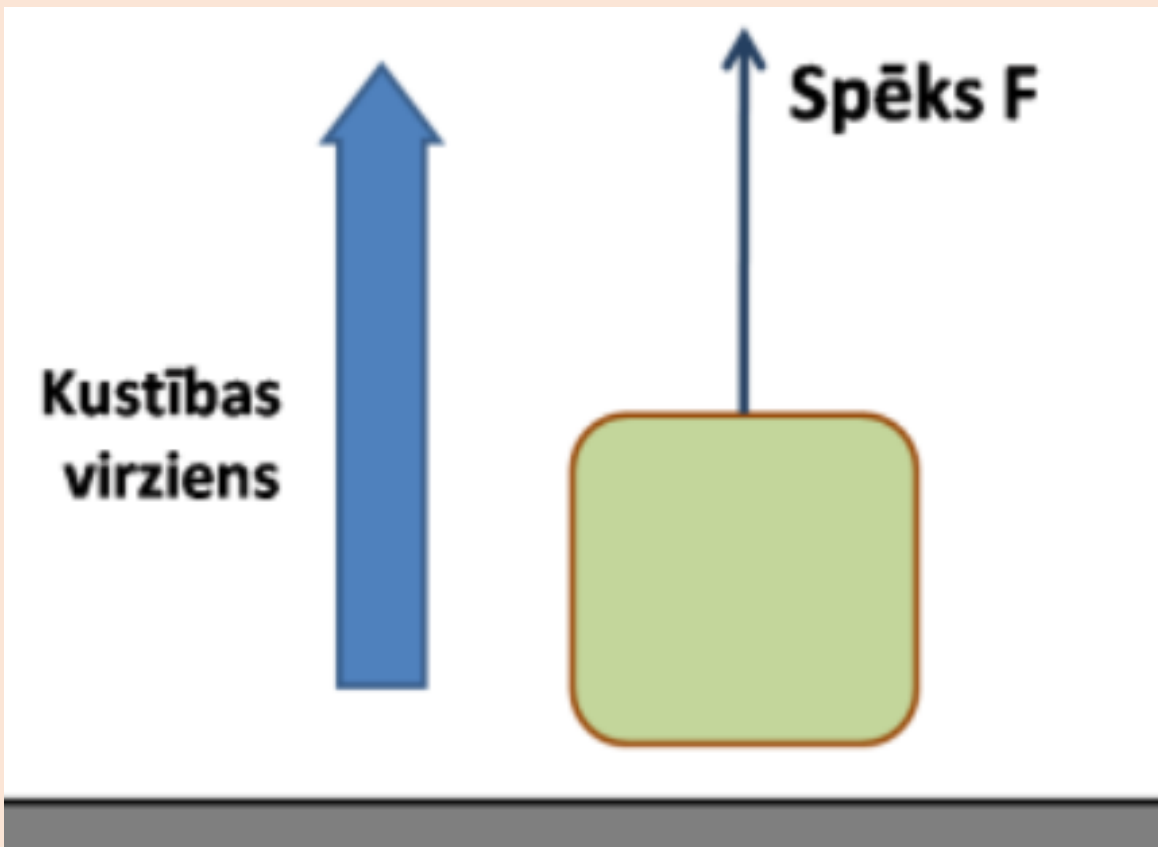
$$A = F \cdot s \cdot \cos \alpha$$



Spēks, kas veic pozitīvu darbu, cenšas ķermeni paātrināt.

Ja spēks ir vērsts **paralēli** pārvietošanas virzienam, tad kosinuss no leņķa ir 1. Tādā gadījumā formula kļūst

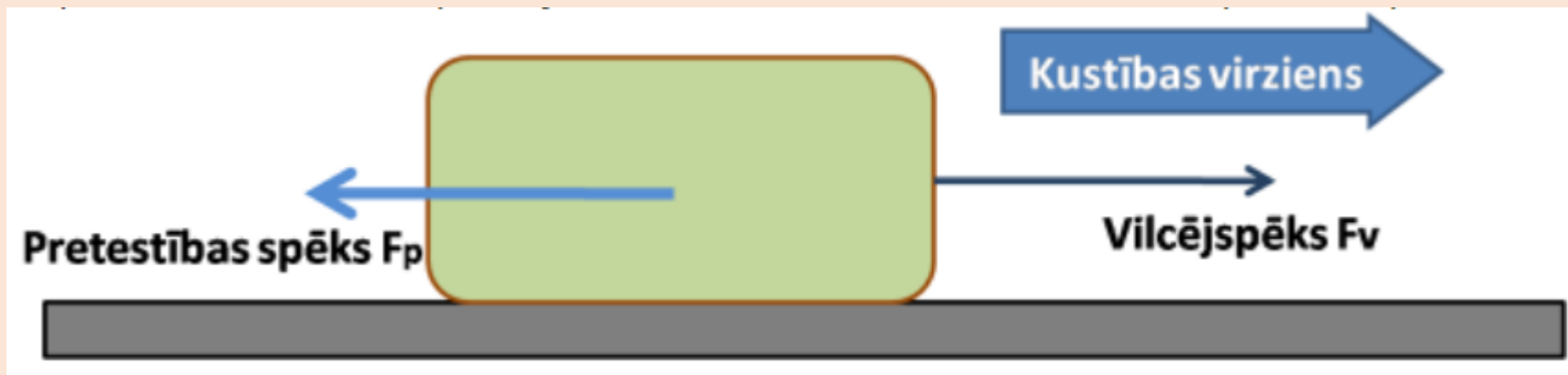
vienkāršāka:  **$A = F \cdot s$**



spēks un kustības virziens ir vērsti **vertikālā virzienā**. Piemēram, krava tiek celta vertikāli uz augšu un troses elastības spēks arī ir vērsts uz augšu. Šajā gadījumā paveikto darbu var aprēķināt arī **pēc formulas**

$$A = m \cdot g \cdot h$$

Ja spēka virziens ir pretējs kustības virzienam, tad veiktais darbs ir negatīvs.



$$A = -F \cdot s$$

## Kinētiskā enerģija

Enerģija nosaka ķermeņa spēju veikt darbu. Padarītais darbs ir skaitliski vienāds ar enerģijas izmaiņu  $A=\Delta E$ .

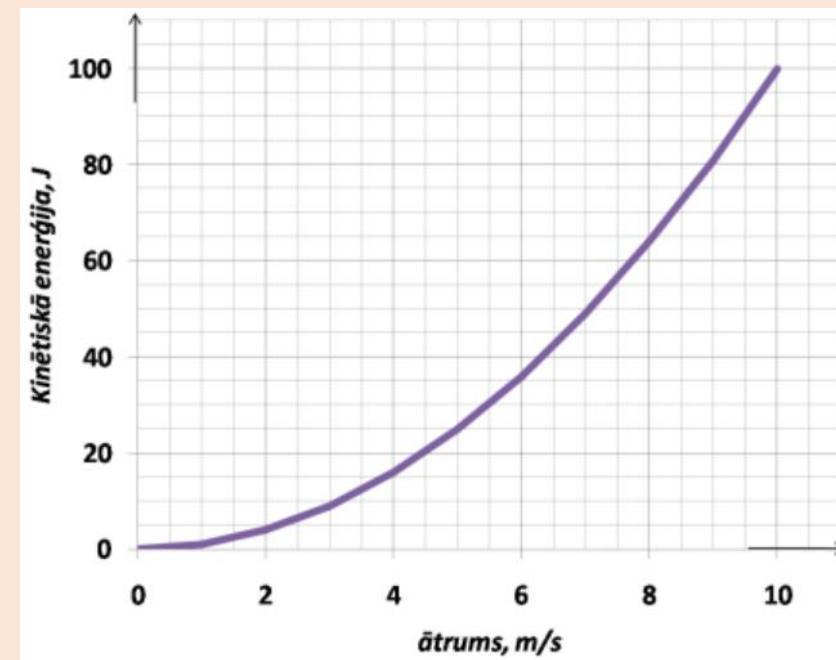
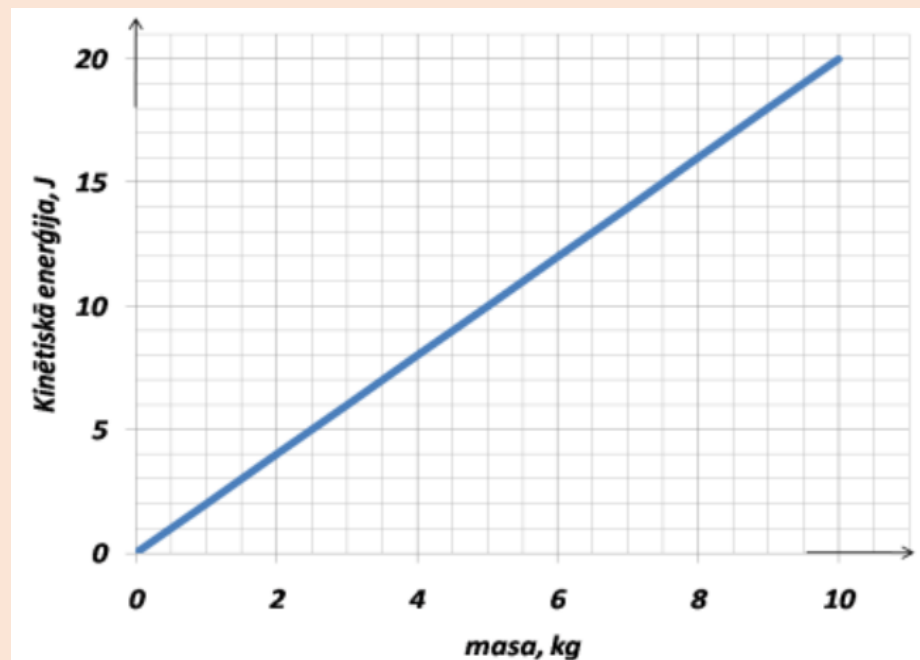
Enerģiju, kas piemīt tikai kustībā esošam ķermenim, sauc par kinētisko enerģiju.

Atšķir virzes kustību, rotācijas kustību un svārstības. Tātad, kinētiska enerģija piemīt gan virzes kustībā esošam ķermenim, gan rotējošam, gan svārstošam.

Ja ķermenis atrodas miera stāvoklī, tad tā kinētiskā enerģija ir vienāda ar nulli.

Kinētiskā enerģija ir tieši proporcionāla masai un ātruma kvadrātam un to aprēķina pēc formulas.

$$E_k = \frac{m \cdot v^2}{2}$$



## Potenciālā enerģija

Enerģija nosaka ķermeņa spēju veikt darbu. Padarītais darbs ir skaitliski vienāds ar enerģijas izmaiņu. Atšķir *virs Zemes pacelta ķermeņa potenciālo enerģiju un deformācijā uzkrāto potenciālo enerģiju.*

### **Virs Zemes pacelta ķermeņa potenciālā enerģija**

Potenciālā enerģija piemīt ķermenim, kurš ir pacelts kaut kādā augstumā virs zemes.

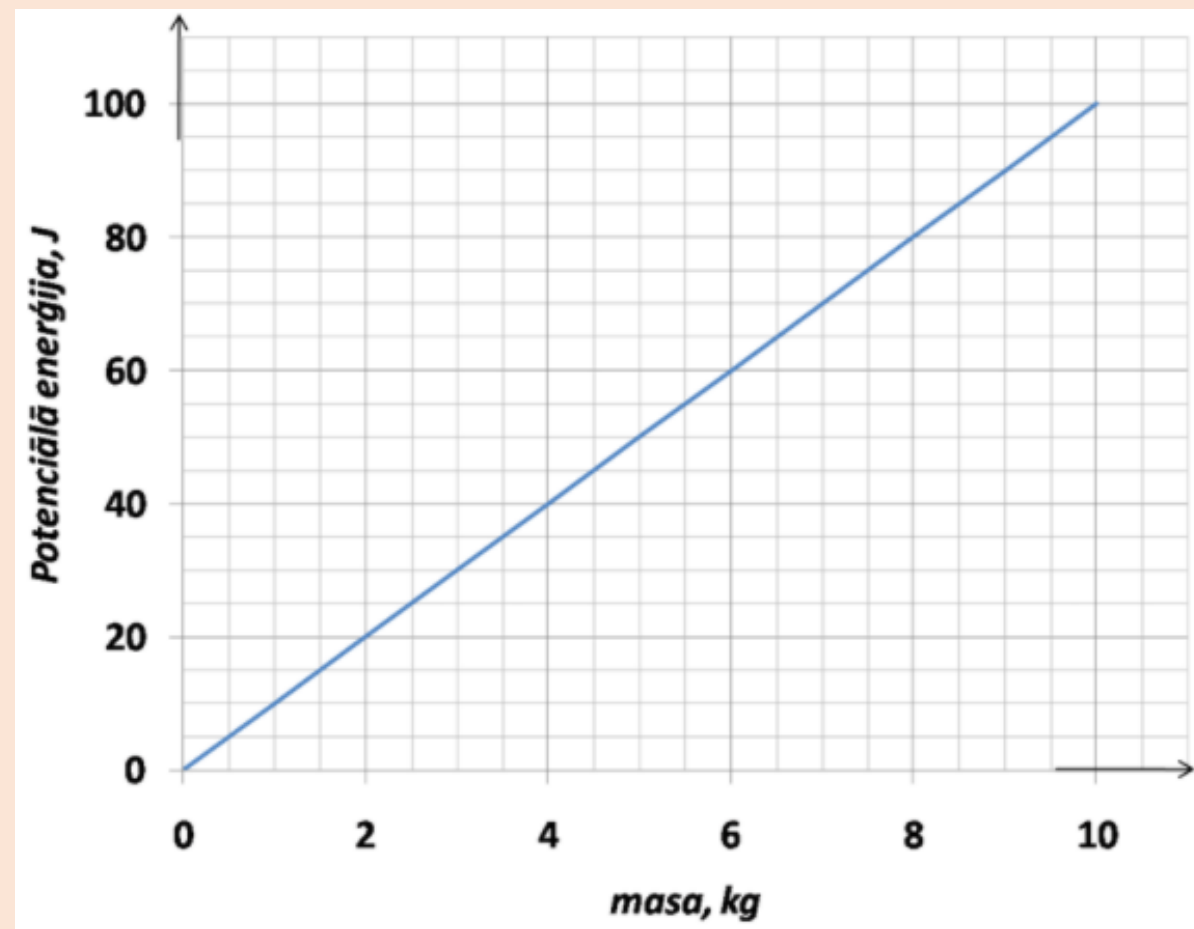
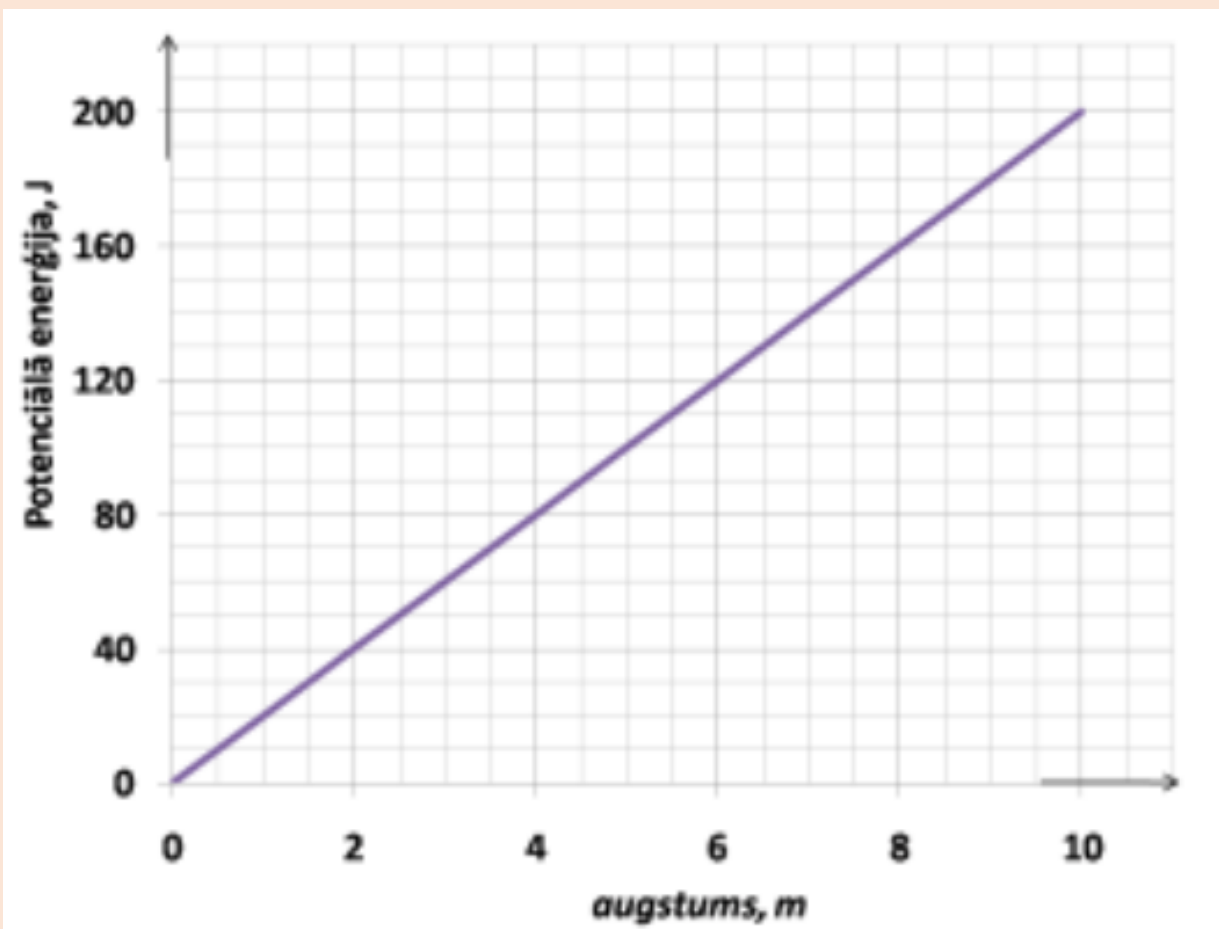
Ābols karājas koka zarā noteiktā augstumā virs zemes. Kamēr ābols karājas zaros tam piemīt potenciālā spēja nokrist un paveikt darbu.

Par atskaites virsmu var būt ne tikai zemes virsma, bet jebkura cita virsma, uz kuras tiek pieņemts, ka potenciālā enerģija ir nulle.

Grīda telpā var atrasties augstāk par zemi, bet telpā esošie ķermeņi nevar nokrist zemāk par grīdu, tādēļ tiek pieņemts, ka uz grīdas potenciālā enerģija ir nulle.

Virs zemes pacelts ķermeņa potenciālā enerģija ir tieši proporcionāli atkarīga masas  $m$ , brīvas krišanas paātrinājuma  $g$  un atrašanās augstuma  $h$

$$E_p = m \cdot g \cdot h$$



## Deformācijā uzkrātā potenciālā enerģija

Potenciālā enerģija piemīt ķermeņiem, kuri ir elastīgi deformēti.

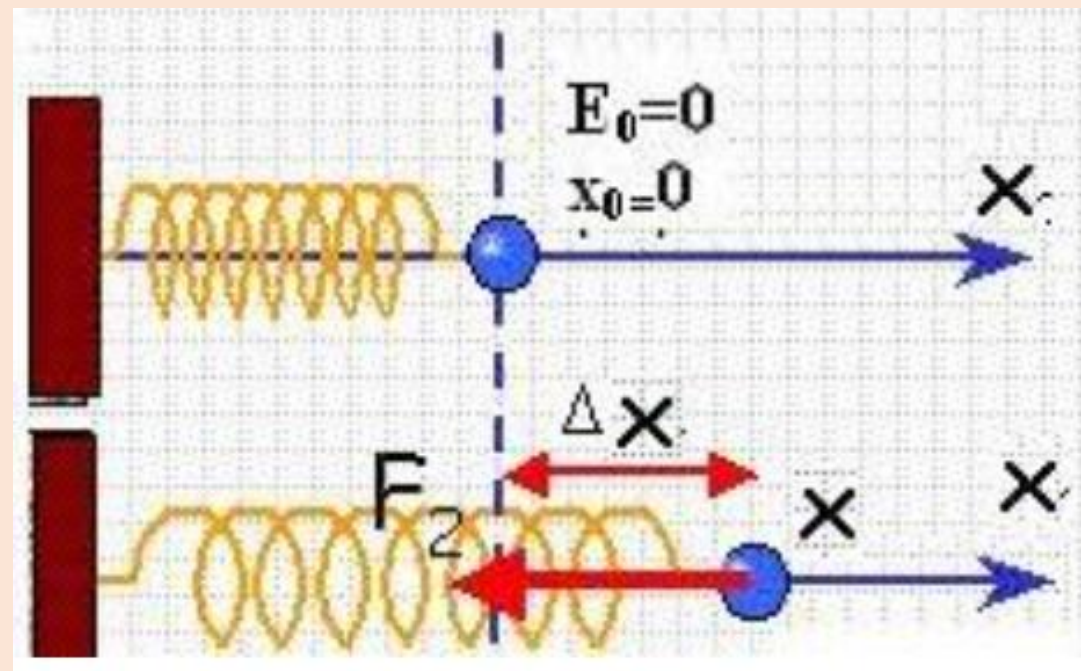
Ja ķermeni deformē elastīgās deformācijas robežās, tad pēc ārējas iedarbības spēka noņemšanas, ķermenis var atgriezties sākuma stāvoklī un paveikt darbu. Kā elastīgu ķermeni var izmantot atsperi vai gumiju.

Elastīgi izstieptas atsperes potenciālā enerģija ir tieši proporcionāla atsperes stinguma koeficientam  $k$  un absolūtās deformācijas  $\Delta x$  kvadrātam un to aprēķina pēc formulas:

$$E_p = \frac{k \cdot \Delta x^2}{2}$$

Jo stingrāku atsperi vai gumiju izmanto, jo lielāka ir tās potenciālās enerģija pie viena un tā paša absolūtā pagarinājuma. Palielinot atsperes stinguma koeficientu 2 reizes arī potenciālā enerģija pieaug 2 reizes.

Jo vairāk atsperi vai gumiju deformē, jo lielāka ir tās potenciālā enerģija pie viena un tā paša stinguma koeficienta. Palielinot absolūto pagarinājumu 2 reizes, potenciālā enerģija palielinās 4 reizes.



## Pilnā mehāniskā enerģija

Ķermeņa pilnā mehāniskā enerģija ir **kinētiskās** un **potenciālās** enerģijas **summa**.

Ķermeņa pilno mehānisko enerģiju apskata tajos gadījumos, kad ķermeņa pilnā mehāniskā enerģija ir nemainīga un darbojas enerģijas nezūdamības likums.

Ja ķermeņa kustību neietekmē disipatīvie spēki, piemēram, berzes vai pretestības spēks, tā pilnā mehāniskā **enerģija laikā nemainās**.

$$E_p + E_k = \text{const}$$

jebkurš ķermenis mums apkārt mijiedarbojas vismaz ar gaisa molekulām un sastopas ar gaisa pretestību. Bet, ja pretestības spēks ir mazs un kustību apskata salīdzinoši īsā laika periodā, tad šādu situāciju var pielīdzināt ideālai teorētiskai situācijai.

Pilnās mehāniskās enerģijas saglabāšanās likumu parasti izmanto ķermeņu brīvā kritiena, vertikālā sviediena vai svārstību gadījumā.

Piemērs:

Vertikālā sviedienā ķermeņa pilnā mehāniskā enerģija nemainās, bet kinētiskā enerģija pāriet potenciālajā un otrādi. Enerģijas pārvērtības ir attēlotas attēlā un tabulā.



3) Visaugstākais punkts

$$E_p = \max$$

$$E_k = 0$$

2) Vidējais punkts

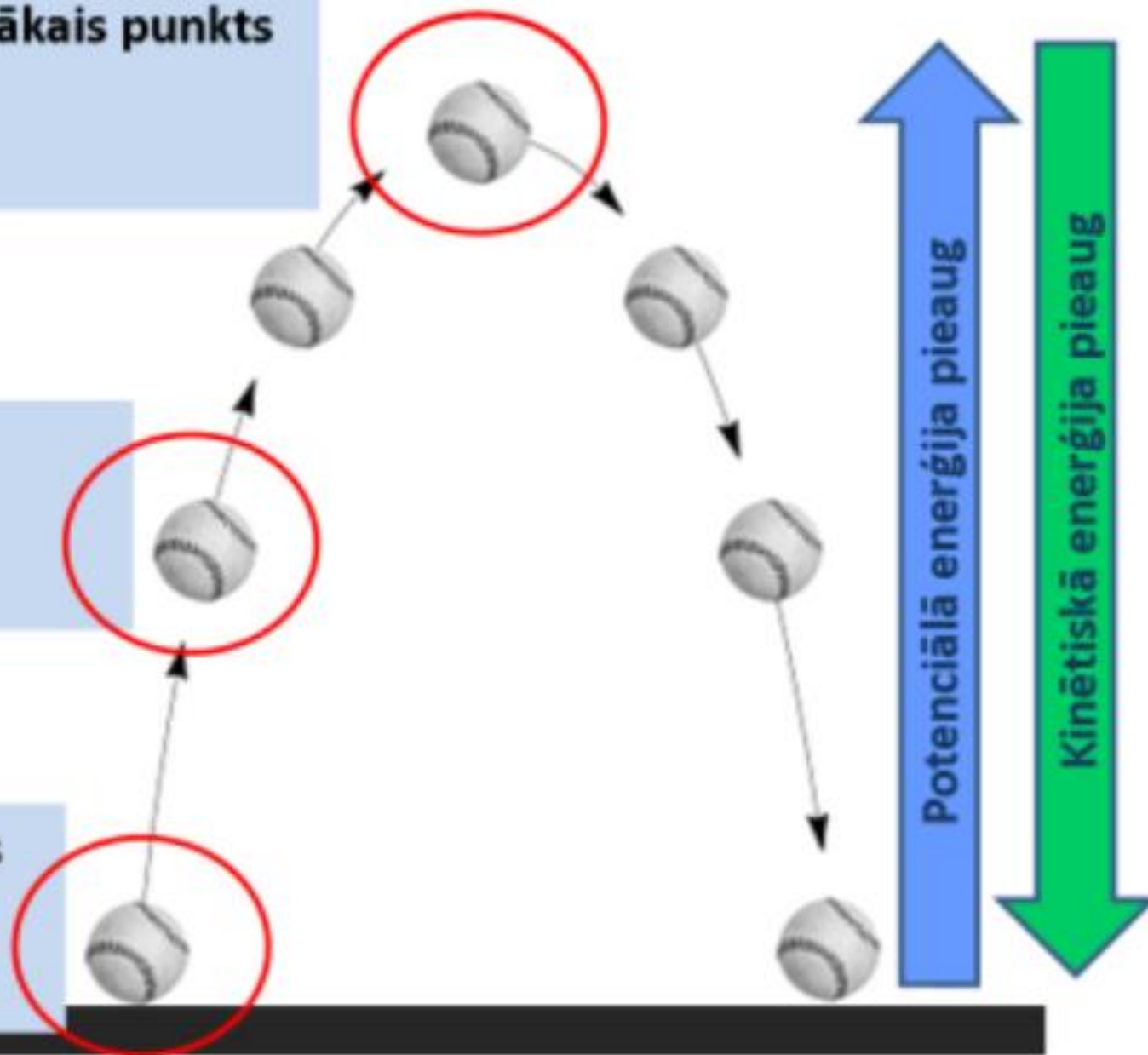
$$E_p = \text{vid}$$

$$E_k = \text{vid}$$

1) viszemākais punkts

$$E_p = 0$$

$$E_k = \max$$



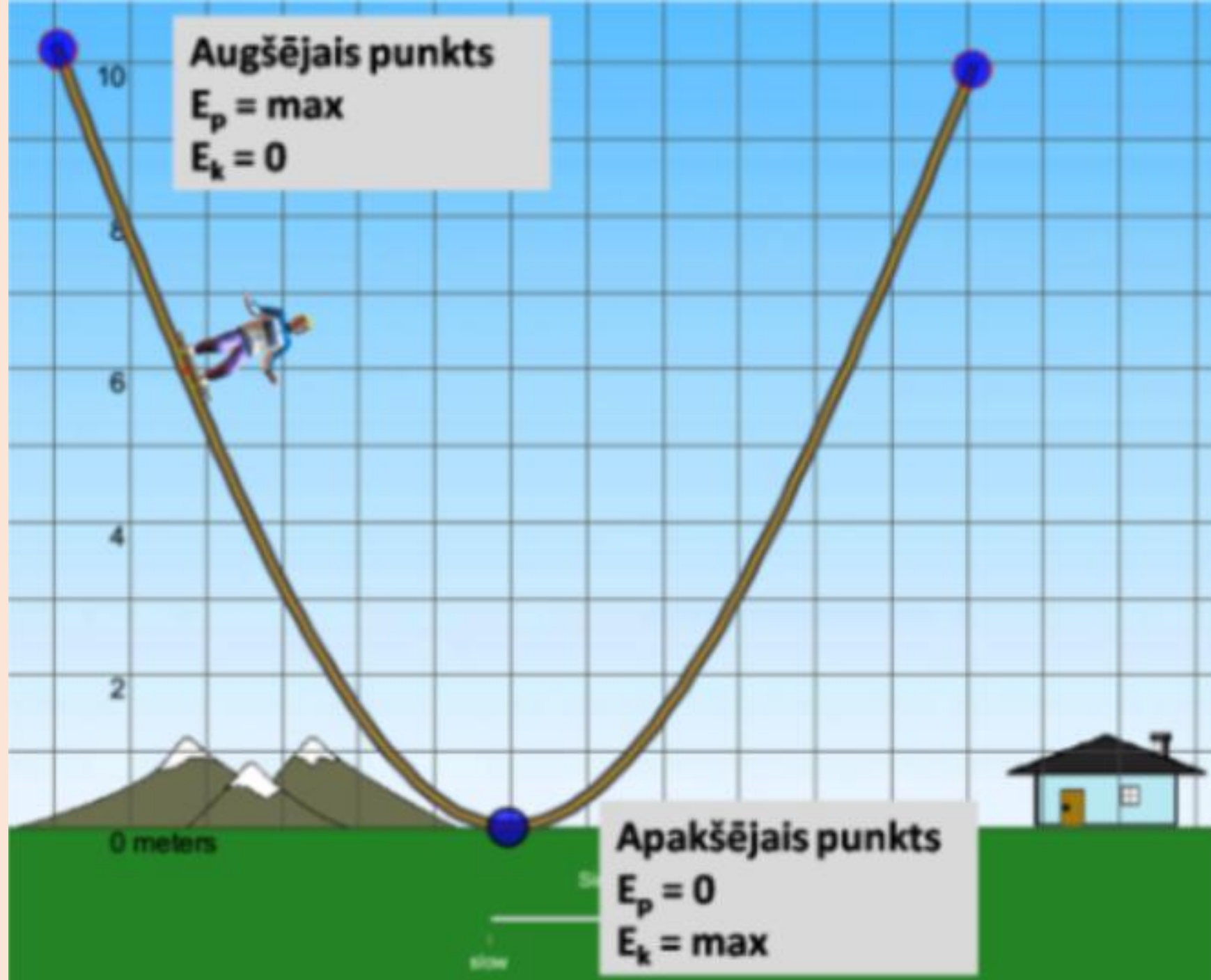
Ķermeņa atrašanās punkts	Potenciālā enerģija	Kinētiskā enerģija	Pilnā mehāniskā enerģija
3) Visaugstākais ( $h = \text{max}$ )	$E_p = m \cdot g \cdot h \text{ (max)}$	$E_k = 0$	$E_{kop} = m \cdot g \cdot h$
2) Vidējais ( $h = \text{vid}$ )	$E_p = m \cdot g \cdot h$	$E_k = \frac{m \cdot v^2}{2}$	$E_{kop} = \frac{m \cdot v^2}{2} + m \cdot g \cdot h$
1) Viszemākais ( $h = 0$ )	$E_p = 0$	$E_k = \frac{m \cdot v^2}{2} \text{ (max)}$	$E_{kop} = \frac{m \cdot v^2}{2}$

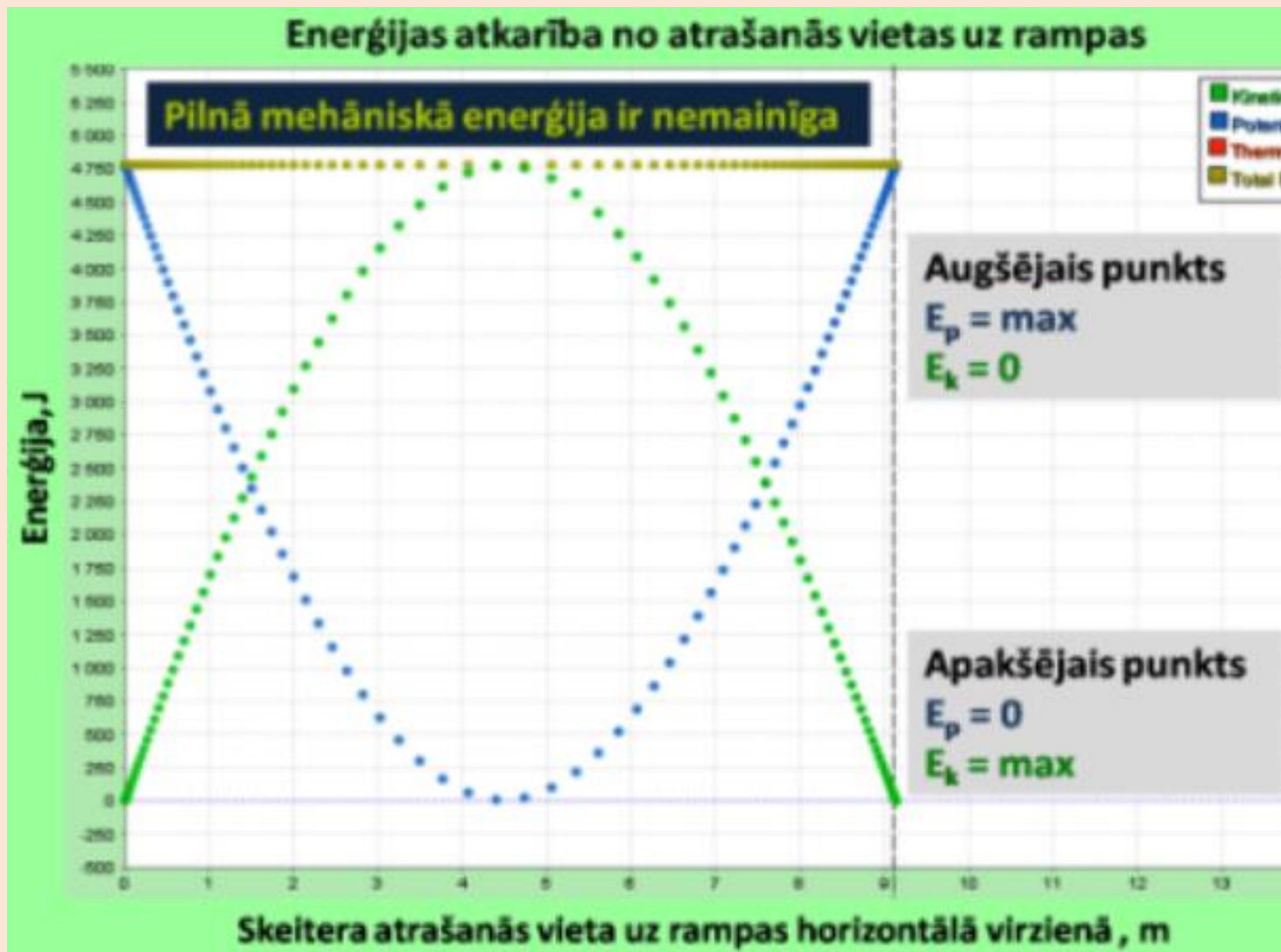
Balstoties uz to, ka kinētiskā enerģija kustības sākumā ir vienāda ar potenciālo enerģiju kustības augšējā punktā, aprēķiniem var tik izmantotas vēl divas formulas.

$$v_{max} = \sqrt{2 \cdot g \cdot h_{max}}$$

$$h_{max} = \frac{v_{max}^2}{2g}$$

Lai parādītu ideālu gadījumu tiek pieņemts, ka enerģijas zudumi berzes dēļ nenotiek. Attēlā ir parādīta rampa ar skeiteri un tālāk grafikā ir parādīta mehāniskās enerģijas atkarība no skeitera atrašanās vietas.





Pēc grafika var redzēt, ka potenciālās enerģijas vērtība sākumā ir vienāda ar kinētisko enerģiju rampas vidū.

Reālā situācijā vienmēr notiek mehāniskās enerģijas zudumi, jo daļa no enerģijas izdalās siltuma veidā berzes un pretestības spēku ietekmē. Tādēļ, lai mašīna brauktu ar vienmērīgu nemainīgu ātrumu, tai ir nepieciešams pievadīt papildus enerģiju, kura kompensē enerģijas zudumus.

## Jauda un lietderības koeficients

Jauda pēc savas būtības ir darba veikšanas ātrums. Jo lielāka ir darba veikšanas jauda, jo lielāks darbs tiek padarīts laika vienībā.

Vidējais jaudas lielums ir padarītais darbs laika vienībā.

Jaudas lielums ir tieši proporcionāls paveiktajam darbam  $A$  un apgriezti proporcionāls laikam  $t$ , kurā ir veikts darbs. to aprēķina pēc formulas

$$N = \frac{A}{t}$$

Jaudas SI sistēmas mērvienība ir Vats W. Automašīnām un citiem transportlīdzekļiem lieto vēsturiski senāku jaudas mērvienību - zirgspēki ZS. **1 ZS = 736 W**

Automašīnas un cita transportlīdzekļa jaudu var arī aprēķināt, ja ir zināms mašīnas vilcējspēks  $F$  un kustības ātrums  $v$ . Šo formulu iegūst pārveidojot jaudas aprēķina pamata formulu.

$$N = F \cdot v$$

Jebkura ierīce neizmanto 100% no sākotnēji pievadītās enerģijas lietderīgā darba veikšanai. Tādēļ jebkurai ierīcei ir svarīga ne tikai jauda, bet arī lietderības koeficients, kas parāda cik efektīvi tiek izmantota iekārtai pievadītā enerģija.

Piemērs:

Lai mašīna varētu braukt, tad ir jāgriežas riteņiem. Bet, lai riteņi grieztos, dzinējam ir papildus jākustina kloķvārpstas mehānisms, jāgriež zobrati un liela daļa enerģijas izdalās siltuma veidā apkārtējā vidē. Rezultātā iekšdedzes dzinēja lietderības koeficients ir robežās 40 - 45 %. Tātad iekšdedzes dzinēja lietderības koeficienta dēļ tikai apmēram 40% no visa benzīna, kuru mēs iepildām mūsu automašīnās, rada mums vajadzīgo pārvietošanās efektu. Ja iepildām 20 l benzīna, tad 8 litri mums nodrošina pārvietošanos, bet 12 litri tiek sadedzināti nelietderīgi.

Lietderības koeficients  $\eta$  ir lietderīgās jaudas  $N$  attiecība pret pilno jeb kopējo jaudu  $N_p$ . Tā aprēķināšanai izmanto formulu

$$\eta = \frac{N}{N_p}$$

Ja lietderības koeficientu izsaka procentos, tad izmanto formulu

$$\eta = \frac{N}{N_p} \cdot 100\%$$