

Elastični i neelastični sudari

Sudari (u fizici) – kratkotrajna djelovanja između tijela ili čestica. Pri sudarima su međusobne interakcije tijela toliko jake da se sve spoljašnje sile mogu zanemariti. Pošto spoljašnje sile koje djeluju na tijela tokom sudara mogu da se zanemare, takav sistem možemo smatrati izolovanim.

Pri sudaru ne mora da se desi neposredni dodir između tijela, može da dođe do međusobnog djelovanja fizičkih polja.

Sudar dva tijela je složen proces koji teško može da se prati u svim njegovim pojedinostima, pa se zato prilikom proučavanja polazi od nekih pretpostavki koje olakšavaju analizu. Pri analizi sudara uzećemo da se mase prije i poslije sudara ne menjaju i da su brzine prije sudara poznate. Brzine tijela poslije sudara možemo da odredimo primenom zakona održanja impulsa i energije. Pri tome zakon održanja impulsa možemo da primenimo u svakom analiziranom slučaju. Kada je primjena zakona održanja energije u pitanju možemo da razlikujemo dva slučaja:

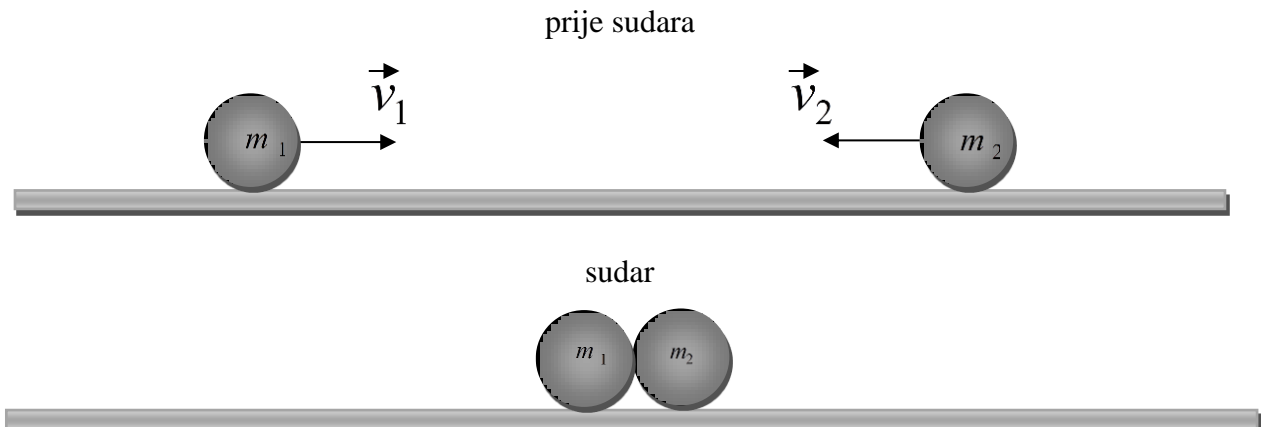
- ukupna kinetička energija tijela pri sudaru se ne menja – kinetička energija može da pređe sa jednog tijela na drugo, ali njena ukupna vrednost prije i poslije sudara ostaje ista – elastičan sudar

- ukupna kinetička energija tijela menja se pri sudaru – dio kinetičke energije prelazi u potencijalnu ili druge oblike energije, ukupna energija je sačuvana ali ne i ukupna kinetička energija – neelastičan sudar.

Razmotrićemo sudar dvije kugle, čiji se centri kreću duž jedne prave. Takav sudar kugli naziva se centralni sudar.

Elastičan sudar

Prilikom sudara ove vrste dolazi do elastične deformacije, pri čemu deo ukupne energije prelazi u potencijalnu energiju elastične deformacije. Posle sudara i odbijanja tijela, cjelokupna potencijalna energija elastične deformacije tijela ponovo prelazi u kinetičku. To znači da prilikom sudara nije došlo do gubitka mehaničke energije. Elastičan sudar pri kome kinetička energija sistema ostaje nepromijenjena naziva se apsolutno elastičan sudar.



poslije sudara



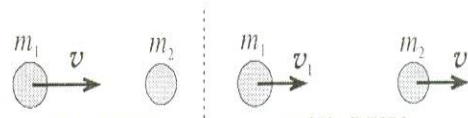
Zakon održanja impulsa: $m_1 \cdot v_1 + m_2 \cdot v_2 = m_1 \cdot v_1' + m_2 \cdot v_2'$

Zakon održanja energije: $\frac{m_1 \cdot v_1^2}{2} + \frac{m_2 \cdot v_2^2}{2} = \frac{m_1 \cdot v_1'^2}{2} + \frac{m_2 \cdot v_2'^2}{2}$

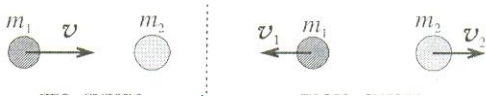
Primjeri:



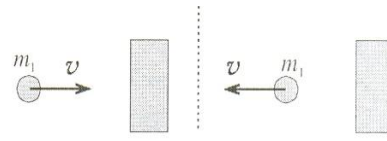
prije sudara | sudar | poslije sudara



prije sudara | poslije sudara

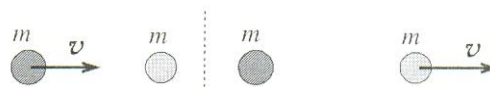


prije sudara | poslije sudara

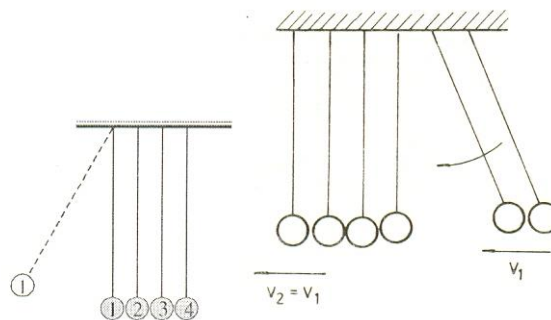


prije sudara | poslije sudara

Ako su mase kuglica jednake, kuglica 2 je prije sudara mirovala, posle sudara kuglica 1 se zaustavlja i predaje svoju energiju kuglici 2, koja odlazi istom brzinom kojom je kuglica 1 udarila u nju.



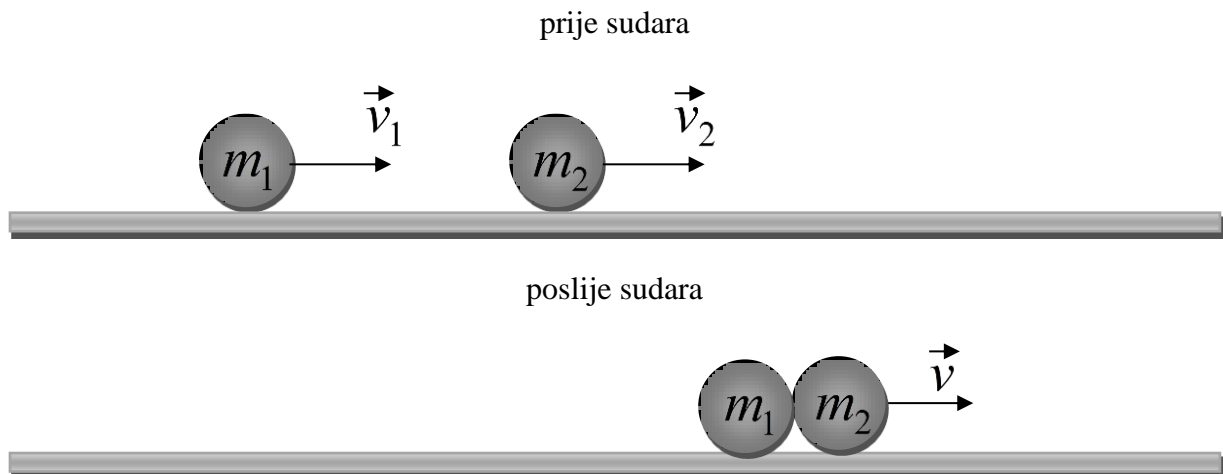
prije sudara | poslije sudara



Neelastičan sudar

Kod ove vrste sudara deformacije koje nastaju na tijelima su trajne. Pošto su te deformacije nastale na račun promjene kinetičke energije tijela, znači da se dio kinetičke energije tijela pretvorio u drugi oblik (unutrašnja energija sistema). Zbir kinetičkih energija prije sudara nije jednak zbiru kinetičkih energija poslije sudara – ne važi zakon održanja kinetičke energije.

Ako se tijela tokom neelastičnog sudara i poslije sudara nastave da se kreću zajedno, takav sudar nazivamo apsolutno neelastičan sudar.



Primjenom zakona održanja impulsa dobija se:

$$m_1 \cdot v_1 + m_2 \cdot v_2 = (m_1 + m_2) \cdot v$$

Napomena:

Za sve sudare važi zakon održanja impulsa, a zakon održanja energije važi samo za elastične sudare.

Primjer: Balističko klatno – korisiti se za određivanje brzine metka.

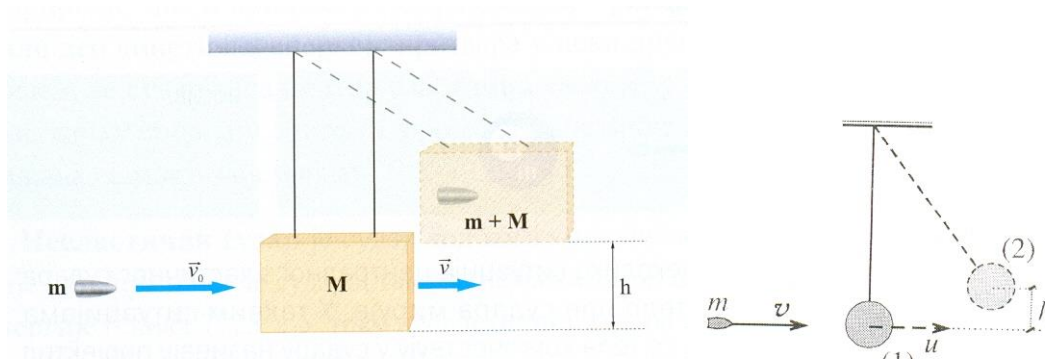
Metak brzinom v uleće u drveni blok i ostaje u njemu – apsolutno neelastični sudar. Dio energije metka se transformiše u toplotu, pa za sudar ne važi zakon održanja mehaničke energije.

Za ovaj sudar važi zakon održanja impulsa:

$$m \cdot v = (m + M) \cdot u$$

pošto je masa metka mnogo manja od mase drvenog bloka, može da se napiše da je:

$$m \cdot v = M \cdot u$$



Drveni blok se nakon sudara kreće po kružnoj putanji i dostiže maksimalnu visinu h . Za to kretanje važi zakon održanja energije:

$$\frac{(m+M)u^2}{2} = (m+M)gh$$

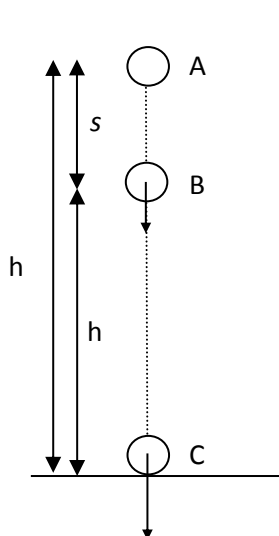
$$u = \sqrt{2gh}$$

na osnovu zakona održanja impulsa: $u = \frac{m \cdot v}{m+M}$

$$\frac{m \cdot v}{m+M} = \sqrt{2gh}$$

$$v = \frac{m+M}{m} \sqrt{2gh}$$

Primjer: Slobodan pad – Tijelo mase 1kg, visina 30m



Tačka A

$$v_A = 0 \Rightarrow E_k = 0$$

$$E_p = mgh$$

$$E = E_p$$

$$E = E_p$$

$$E = mgh$$

$$E = 1kg * 10 \frac{m}{s^2} * 30m$$

$$E = 300J$$

Tačka C:

$$h_C = 0 \Rightarrow E_p = 0$$

$$E_k = \frac{mv_C^2}{2}$$

$$E = E_k$$

$$E = E_k$$

$$E = \frac{mv_C^2}{2}$$

$$v_C^2 = 2gh$$

$$E = \frac{m \cdot 2gh}{2}$$

$$E = mgh$$

$$E = 1kg \cdot 10 \frac{m}{s^2} \cdot 30m$$

$$E = 300J$$

Tačka B:

$$E_k = \frac{mv_B^2}{2}$$

$$E_p = mgh_B$$

$$E = E_k + E_p$$

$$v_B = gt$$

$$v_B = 10 \frac{m}{s^2} 1s$$

$$v_B = 10 \frac{m}{s}$$

$$s = \frac{gt^2}{2}$$

$$s = \frac{10 \frac{m}{s^2} (1s)^2}{2}$$

$$s = 5m$$

$$h_B = h_A - s$$

$$h_B = 30m - 5m$$

$$h_b = 25m$$

$$E_k = \frac{mv_B^2}{2}$$

$$E_k = \frac{1kg \left(10 \frac{m}{s}\right)^2}{2}$$

$$E_k = 50J$$

$$E_p = mgh_B$$

$$E_p = 1kg 10 \frac{m}{s^2} 25m$$

$$E_p = 250J$$

$$E = E_k + E_p$$

$$E = 50J + 250J$$

$$E = 300J$$

Tačka A	Tačka B	Tačka C
$E_k=0$	$E_k=50J$	$E_k=300J$
$E_p=300J$	$E_p=250J$	$E_p=0J$
$E=300J$	$E=300J$	$E=300J$

$$E = E_k + E_p = const$$

Domaći zadatak:

1. Tijelo mase 20 kg padne sa visine 10m . Za koliko se promijenila njegova potencijalna energija, ako je ubrzanje slobodnog pada na tom mjestu $9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$? Kolika je kinetička energija i brzina u trenutku pada na zemlju, ako je tijelo počelo da pada iz stanja mirovanja?
2. Lopta je bačena sa zemlje vertikalno naviše brzinom $10 \frac{\text{m}}{\text{s}}$. Na kojoj će visini kinetička energija biti jednaka potencijalnoj? Zanemariti otpor vazduha.
3. Pčela se nalazi na jednom kraju štapića, mase $4,75\text{g}$ koji pliva u posudi sa vodom. Pčela je u jednom trenutku počela da se kreće ka drugom kraju štapića brzinom $3,8 \frac{\text{cm}}{\text{s}}$ u odnosu na vodu. Ako je brzina štapića $0,12 \frac{\text{cm}}{\text{s}}$, odredi masu ploče.
4. Opruga koeficijenta elastičnosti $60 \frac{\text{N}}{\text{m}}$ i mase 300g padne sa visine 2m na pločnik. Za koliko se maksimalno sabije? Pretpostaviti da je opruga sve vrijeme vertikalna. Otpor vazduha je zanemarljiv, kao i dužina opruge u odnosu na visinu sa koje opruga pada.