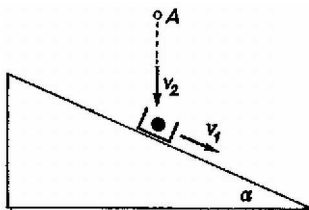


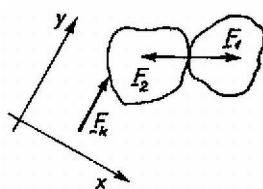
A láda a lejtőn $g \sin \alpha$ gyorsulással mozog, ezért t idő alatt $v_1 = gt \cdot \sin \alpha$ sebességre tesz szert. Ugyanennyi idő alatt a szabadeséssel mozgó zsák $v_2 = gt$ sebességre gyorsul fel (1. ábra).



1. ábra

Az ütközés rugalmatlan, ezért a testek mechanikai energiájának összege nem marad állandó. Nézzük meg, alkalmazhatjuk-e az ütközéseknél gyakran felhasznált másik összefüggést: a mozgásmennyiség (más szóval impulzus) megmaradási tételét.

Ha két test összeütközik, akkor köztük belső erők lépnek fel (2. ábra).



2. ábra

Ezek az erők a III. Newton axióma értelmében nem változtatják meg a rendszer teljes mozgásmennyiségét, hiszen azonos nagyságú, de ellentétes irányú erőkről van szó. Ezt szoktuk felhasználni rugalmas és rugalmatlan ütközéseknél egyaránt.

Vigyáznunk kell azonban, ha az ütközés Δt ideje alatt a belső erőkhöz kívül valamilyen F_k külső erő is hat. Ilyenkor a rendszer teljes impulzusa nem marad állandó, hanem

$$(1) \quad \Delta \mathbf{I} = \mathbf{F}_k \cdot \Delta t$$

értékkel megváltozik. A fenti egyenlet egy vektorösszefüggés, amely általában több skalár-egyenlettel egyenértékű. Például a 2. ábrán látható koordinátarendszert használva külön felírhatjuk az (1) egyenlet x és y összetevőjére a mozgásmennyiség megváltozását az erőlkéssel kifejezve:

$$(2) \quad \Delta I_x = 0,$$

$$(3) \quad \Delta I_y = F_{ky} \cdot \Delta t.$$

Amennyiben a külső erőnek csak az irányát ismerjük, de nagyságát nem, úgy a (3) egyenlettel nem tudunk mit kezdeni. A (2) egyenletből azonban megtudjuk, hogy a külső erőre merőleges irányú mozgásmennyiség az ütközés során nem változik.

Visszatérve az eredeti feladathoz, megállapíthatjuk, hogy súrlódásmentes esetben (ilyenkor a lejtő által a ládára gyakorolt „külső” erő biztosan merőleges a lejtőre) a láda és a zsák összes mozgásmennyiségének lejtőirányú vetülete állandó. Ha u -val jelöljük a láda és a zsák közös sebességét az ütközés után, akkor felírhatjuk, hogy

$$mv_1 + mv_2 \cdot \sin \alpha = 2 \cdot m \cdot u.$$

Behelyettesítve v_1 és v_2 korábban kiszámított értékét

$$u = g \cdot t \cdot \sin \alpha$$

adódik, ami éppen v_1 -gyel egyezik meg. Azt kaptuk tehát, hogy a láda sebessége az ütközés során nem változik meg.

Ugyanezt az eredményt kapjuk, ha a láda és a zsák tömege különböző.

A számításban lényegesen kihasználtuk, hogy a súrlódás elhanyagolható, továbbá, hogy az ütközés előtt a láda és a zsák azonos ideig mozgott.