



Ajakulu

2x 45 min



Seotud teemad

IMPULSS

INERTS

JÕUD

RÕHK



Katsevahendid rühmale

- Muna
- Vahtplast
- Ajalehed, paber
- Õhupallid
- Liim
- Nöör
- Kile
- Isoleerpael
- Mõõdulint
- Käärid
- Muud käepärased vahendid



Kuidas teha?

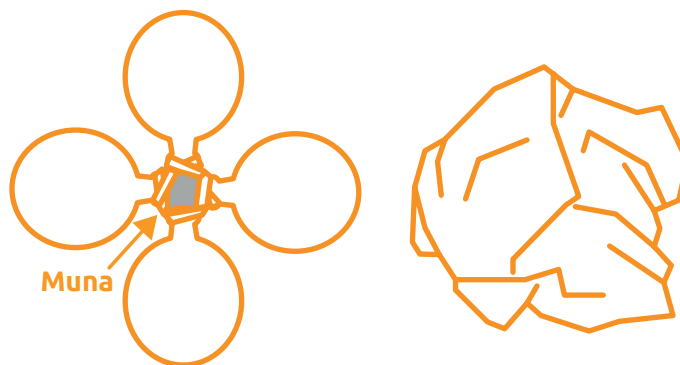
Ehitamine

Osalejate ülesandeks on ehitada seadeldis, milles muna kõrgelt kukkudes terveks jääks. Lihtsamaks koristamiseks tasub muna õhupalli või kummikinda sisse panna.

Leppige kokku ehitamiseks mõeldud aeg, mille jooksul peavad kõik rühmad oma seadme valmis saama. Laske õpilastel vabalt toimetada, neid vaid aeg-ajalt vajadusel suunates ja kogu katse füüsikalisele taustale (rõhu sõltuvus kehade kokkupuutepindalast ja kukkuva keha kiirendusest) tähelepanu juhtides. Samuti julgustage neid eksperimente tegema, et nad lõppkatseks paremini valmis oleks.

Kaks lahendust paljudest:

- neli õhupalli on muna külge teibitud. Kaitseseadeldise kokkupuutel maaga muna kiirus väheneb ja suure tõenäosusega ei puuduta muna ka (täiskiirusel) maapinda (Joonis 1).
- kortsustatud ajalehtedest või paberitest õhuline paberkerä, mille keskel on muna (Joonis 2). Muna võiks igast küljest ümbritseda võimalikult paks paberikiht, et:
 - 1) kaitseseadeldis ja muna saavutaksid maksimaalse kokkupuutepindala,
 - 2) kiirust võimalikult ühtlaselt ja palju vähendada.



Joonis 1 ja 2. Kaks võimalikku lahendust muna kaitsmiseks

Katsetamine

Leppige kokku katsetingimused. Enne seadme kukutamist laske katsetajatel oma seadet teistele tutvustada. Ohutuse tagamiseks märgistage maandumisplats näiteks kollaste lintide kleeplindiga. Kui mõnel tööühmal katse õnnestub, siis võiksid nad teistega oma edu saladuse jagada ja, proovida oma seadme disaini põhjendada.



Vaba langemist alustades on kehal potentsiaalne (vastastikmõjus olevate kehade) energia (E_p)

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

m – keha mass,
 g – raskuskiirendus,
 h – katseseadeldise kõrgus maapinnast/põrandast.

Katsete seerias muudame seadeldise algkõrgust, mistõttu sõltub potentsiaalse energia suurus algkõrguse valikust. Mida kõrgemalt keha kukutame, seda suurem on potentsiaalne energia. Vabal langemisel keha kiirus kasvab, mistõttu hakkab suurenema selle kineetiline (kehade liikumisoleku) energia (E_k)

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

m – keha (katseseadeldise) mass,
 v – keha (katseseadeldise/muna) kiirus.

Mehaanilise energia jäävuse seadus ütleb, et suletud süsteemi kuuluvate kehade mehaaniline koguennergia on jääv: $E_k + E_p = \text{const}$. Seega, kui potentsiaalne energia (muna kõrgus maapinnast) väheneb, siis kineetiline energia (muna liigub kiirenedes) suureneb. Energia aga iseloomustab keha (või kehade süsteemi) võimet teha tööd (A)

$$A = F \cdot s$$

F – kehale mõjuv jõud (antud katses $F=m \cdot g$),
 s – nihe (muna pidurdusteekond).

Sellest saame järeldada, et mida suurem on muna kukkumise kõrgus (h) ja lühem pidurdusteekond (s), seda tugevama löögi (F) muna saab.

Kukkumisel suureneb keha kiirus gravitatsioonijõu mõjul. Et aga kehad on inertsed (püüavad säilitada oma liikumisolekut – Newtoni I seadus), on nende peatamiseks tarvis rakendada jõudu (Newtoni II seadus), mille suurus sõltub muna pidurdusteekonna pikkusest. Keha kiiremaks peatamiseks (lühem pidurdusteekond) tuleb rakendada rohkem jõudu. Mida suuremat jõudu kehale rakendada, seda suurema tõenäosusega see puruneb.

Kui muna kukub pinnale (nt põrand), siis avaldavad mõlemad kehad teineteisele rõhku (põrand munale ja muna põrandale). Rõhk iseloomustab rõhumisjõu mõju pinnale. Rõhu (p) arvutamiseks jagatakse rõhumisjõud pindalaga, millele jõud mõjub:

$$p = \frac{F}{s}, \text{ antud juhul } F = m \cdot g.$$

Mida suurem jõud ja mida väiksem pindala, seda suurem rõhk.

Järeldus: muna pidurdusteekond võiks olla võimalikult pikk (tähendab pehmemaid, so elastseid või pörkes painduvaid/murduvaid materjale ja konstruktsioone) ning pidurdusel avalduv jõud võiks jaotuda muna välispinnale võimalikult ühtlaselt (jällegi, pehmed materjalid, mis võtavad ühelt poolt muna pinna ja teisalt põranda kuju).

Tuleb teada ja tähele panna, et muna lõppkiirus sõltub selle algkiirusest ja kukkumise kõrgusest. Meie eksperimendis kehtib seos: mida kõrgemalt muna kukutada, seda suurema kiiruse muna lõpuks saavutab. Seetõttu suureneb ka võimalus, et muna puruneb, kuna rõhk munale kasvab (samade katsetingimuste juures). Seetõttu on oluline, et:

- 1) muna puutuks oma katseseadeldist võimalikult suure pindalaga,
- 2) kokkupuutel põrandaga võtaks katseseadeldis esimese „löögi“ endale ja vähendaks võimalikult ühtlaselt ja palju muna kiirust.

Võrreldavate tulemuste saamiseks tuleb igal rühmal muna kukutada samadel tingimustel - lasta lahti ühesuguselt kõrguselt ja mitte visata.



Märksõnad internetiotsinguks:

Inertsus, vabalangemine, rõhk, *pressure*, *crash test dummy*, John Paul Stapp, *Red Bull Gravity Challenge*, Newtoni seadused, *Newton's laws*