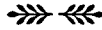


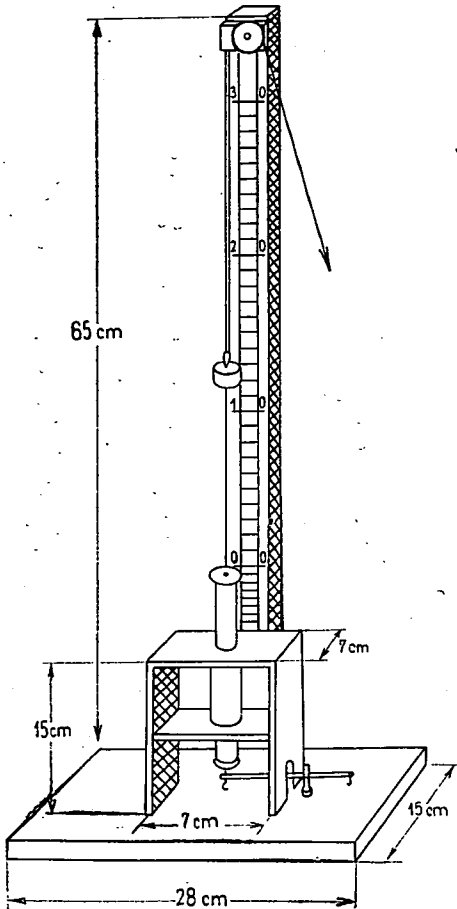
- Az iskolareform és a magyar szakkör. (Vajda Zsigmond.) Magyartanítás, 1961. 3. szám.  
 Színpad az iskolában. (Vastagh Zoltán.) Köznevelés, 1963. 15. szám.  
 Laci, a félzsiráf. (S. Nagy Gabriella.) Család és Iskola, 1963. 7. szám.  
 Szükség van-e rá? (Az iskolai színjátszásról. (Szentkúti K.) Köznevelés, 1964. 14—15. szám.  
 Az irodalmi színpad jelentősége és lehetősége... (Kövesi Józsefné.) Magyartanítás, 1964.  
 4. szám.  
 Mit és hogyan a szakkörökben? (Magassy László.) Köznevelés, 1965. 4. szám.  
 Az irodalmi szakkörök gondoljai. (Muszty László.) Magyartanítás, 1965. 4—5. szám.

MUSZTI LÁSZLÓ  
 Tanárképző Főiskola, Pécs



## A HELYZETI ÉS MOZGÁSI ENERGIA KÍSÉRLETI BEMUTATÁSA

A mechanikai energia két változatának, a mozgási és a helyzeti energiának tanítása részben tapasztalatokra, részben a tanulóknak bemutatott kísérletekre épülhet. A fogalmak elvontsága feltétlenül szükségessé teszi, hogy valamilyen formában gyakorlatilag is érzékeltesük a tanulókkal a testek munkavégző képességét, mint a munkavégzés eredményét, és annak újbóli munka-

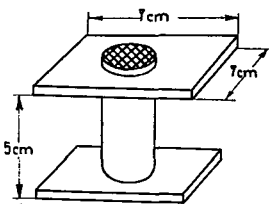


végzésre való felhasználását. Jó kísérletek segítségével könnyen beláttathatjuk a tanulókkal, hogy a mozgásban levő testek képesek munkát végezni. Ha elgurítunk az asztalon egy nagyobb golyót, és az nekiütközik egy testnek, azt felborítja vagy elmozdítja, munkát végez. Ehhez előzően nekünk is munkát kellett végezni a golyó elgurításával. Az ingaóra szerkezetének bemutatásával szemléltethetjük a felemelt testek munkavégző képességét, helyzeti energiáját. A munka árán felemelt súly lassú és közben mozgatja a szerkezetet, munkát végez. Hivatkozhatunk más tapasztalatokra is. Szertárainkban, de a tanszertalgalomban sem található olyan eszköz, amely kimondottan a mozgási vagy a helyzeti energia demonstrálására szolgálna. Ezen hiányok pótlására gondoltam, amikor önálló berendezést terveztem és készítettem a mechanikai energia fajtáinak szemléltetéséhez. Elkészítésük nem jelent különösebb megterhelést azok számára, akik eszközök készítésével foglalkoznak. Márpedig szükséges az ilyen irányú munka, mivel a szertárak hiányosságait csak így lehet a legkönnyebben felszámolni.

Először a helyzeti energia szemléltetésére alkalmas készüléket írom le, mert ennek elkészítése egyszerűbb, és kevesebb anyagot is igényel.

A felemelt testek helyzeti energiája a test súlyától és az emelés magasságától függ. Az  $E = mgh$  összefüggés tényezőinek vizsgálatához az alább leírt berendezés tökéletesen alkalmas. A készülék működési elve a cölöpverőhöz hasonló. A cölöpverő kosra tanításainkban is szoktunk hivatkozni. Viszont nem biztos, hogy a tanulók láttak is ilyen munkavégző berendezést. Érdemes tehát elkészíteni, mert nagyon megkönnyíti munkánkat.

Először egy állványt készítünk. Az alapdeszka mérete:  $28 \times 15$  cm. Ennek hátsó széléhez egy 65 cm magas oszlopot erősítünk. Az oszlop szélessége legyen kb. 4 cm. Előlapját borítsuk be fehér karton lappal, amelynek közepére cm-es beosztású mérőszalagot ragasztunk. Az oszlop felső végére egy csigát helyezünk el, amelynek segítségével a testet felemeljük. A készülék lényeges része a tokban csúszó rúd. Erre a célra tökéletesen egyenes és sima falu alumínium csövet használhatunk, amelyet előzőleg nagyon finom csiszoló papírral simára csiszolunk. A cső hossza 15 cm, átmérője 12–15 mm legyen. Felső végére 5 cm átmérőjű tárcsát erősítünk kb. 3–4 mm-es fémlemezről. A tárcsát kifűrészeljük, közepén kifúrjuk és egy facsavarral a csőbe dugott fa betétbe csavarozzuk. A cső számára megfelelő belső átmérőjű tokot kell készíteni, amelyben kellő surlódás mellett egyenletesen mozog. Legegyszerűbben úgy oldhatjuk meg, hogy a csőre szorosan tekeresztelt papír csövet készítünk. A munka menete a következő: A csőre először egy 6 cm széles szövetdarabot fektetünk úgy, hogy egyszeresen borítsa be a csövet. A szövet széleit pontosan összeillesztve ragasztó szalaggal hosszában leragasztjuk. Erre a szövethengerre 5 cm széles enyvezett papírszalagból annyi réteget csavarunk, hogy az így nyert cső falvastagsága kb. 2 mm legyen. 2–3 napi száradás után húzzuk le az alumínium csőről a papír csövet, és készítsünk számára egy fa tartót. A tartó lapokat kb. 10–12 mm-es deszkából, réteges lemezből vágjuk ki  $7 \times 7$  cm-es méretben. Ezek közéjébe a papír cső külső átmérőjének megfelelő lyukat fúrunk, és a cső két végét enyffel beleragasztjuk. A cső végei 5 mm-rel álljanak ki a lapokból. Ezekre a kiálló végekre hajtsuk vissza a szövet széleit és ragasztóval rögzítsük le. Jó száradás után dugjuk bele az elkészült tokba az alumínium csövet és mozgassuk benne. Ha nagyon szoros, és akadozva mozog, akkor posztódarabbal dörzsölgessük addig, amíg felülete egyenletesen sima nem lesz. Úgy kell tapadni a csőnek a tokban, hogy kb. 500–600 pond súrlódási erő lépjen fel. A tokot két deszkalap közé fogva erősítsük az alapdeszkára a függőleges oszlop elé. Felső lapjának magassága 15 cm legyen. Vigyázzunk arra, hogy a tok tökéletesen függőlegesen álljon. Az állványoszlop felső végére úgy helyezzük el a csigát, hogy a róla leelőgő súly a tárcsa közepére essen. Az oszlopra ragasztandó mérőszalagot úgy helyezzük el, hogy annak 0 vonala a tok felső lapjától 7 cm-re legyen. A kezdő vonalat, valamint a 10, 20, 30 cm-es magasságokat vastag vonallal húzzuk meg. A 0 vonaltól lefelé is mérni kell a rúd süllyedésének mértékét. Ide egy mm-es beosztású mérőszalagot kell ragasztani, amelynek számozása lefelé növekszik.



A tokban fellépő súrlódási erő megmérésehez egy egyenlő karú kétoldalú emelőt építünk be. Az emelő egyik végét a cső alján levő karikához akasztjuk, a másik véghez pedig egy dinamómétert akasztva mérhetjük meg a cső egyenletes mozgatásához szükséges erőt.

A készülék használata: A tárcsát a 0 vonalra állítjuk. A kísérletet először 100 pondos súllyal végezzük. A súly fogantyújára egy kis karikát kell készítenünk, hogy a zsinórra való felfüggesztéskor alsó lapja vízszintesen álljon, vagyis a felfüggesztési pont a súlyerő hatásvonalába essék. A zsinórt átvetjük a csigán, a súlyt felemeljük 10 cm magasságba. A zsinór hirtelen elengedésével a súlyt ráejtjük a tárcsára, amely néhány mm-rel lejjebb süllyed, a rúd benyomódik a tokba. Feljegyezzük a süllyedést. Ezután a 100 pondos súlyt 20 cm, 30 cm magasságból ejtjük le. A tárcsa most kétszer, háromszor mélyebbre süllyed. Megállapíthatjuk, hogy az energia arányos a h magassággal.

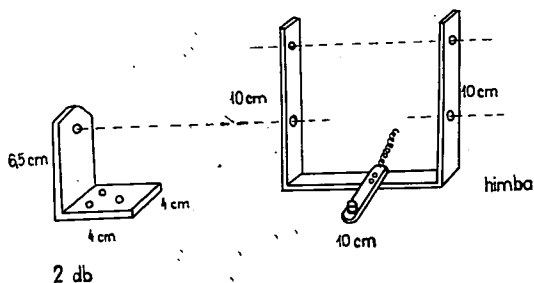
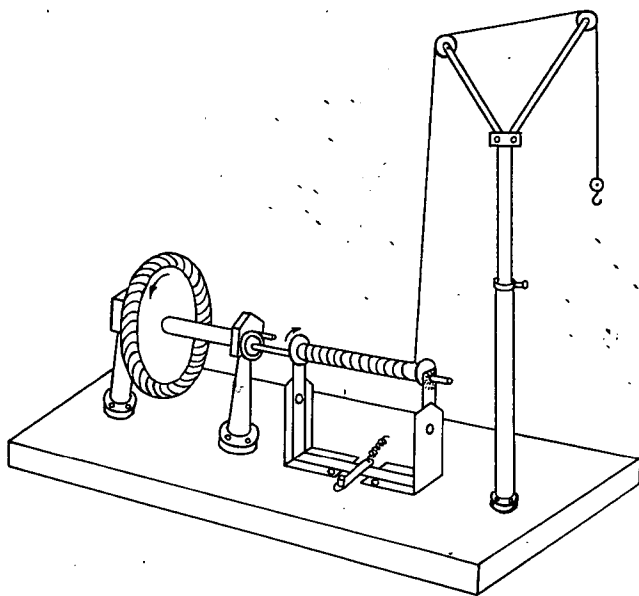
A kísérletet megismételjük 200 pondos súllyal is. Most az előbb kapott értékeknek kétszeresét kell kapnunk, ami igazolja, hogy a helyzeti energia a test súlyával is egyenesen arányos.

Ha megmérjük a tokban fellépő súrlódási erőt, és ismerjük a rúd elmozdulását, kiszámíthatjuk a végzett munkát. Ez természetesen jóval kisebb lesz, mint a befektetett energia, mert annak tekintélyes része hővé alakul. Esetleg kiszámíthatjuk a hatásfokot is ezeknek az adatoknak az alapján. Felhasználhatjuk az eszközt az energia átalakulásának, megmaradásának érzékeltetésére is. Jó szolgálatot fog tenni minden területen.

A mozgási energia fogalmának kialakításához is készíthetünk alkalmas berendezést. A fentiekben már említettem, hogy egyszerű eszközökkel lehet szemléltetni a mozgó testek munkavégző képességét, de ilyen esetekben nem tudjuk pontosan meghatározni a munka nagyságát. Ehhez pontosan mérhető adatokra van szükség. Az alább leírandó készülék ezt is lehetővé teszi,

vagyis nemcsak szemlélteti a mozgó (forgó) test munkavégző képességét, hanem rajta lemérhető az a munka, amelyet a mozgási energia árán nyerhetünk.

A készülék lényege, hogy egy nagy tehetetlenségi nyomatékkal rendelkező korong megforgatásával bizonyos energiát halmozhatunk fel, amelyet egy csörlő rendszerű készülék hozzákapcsolása útján munkavégzésre használhatunk fel. A csörlővel vagy egy ismert súlyú testet emelhetünk fel bizonyos magasságba, vagy egy megterhelt kis kocsi húzunk el megmérhető távolságra. A végzett munka tehát mindkét esetben pontosan kiszámítható. A berendezés segítségével tehát soron követhetjük a munkavégzés árán nyert energiának újból munka formájában való megjelenését. A tanulók előtt az energia és a munka kapcsolatának megértetése szempontjából ez nem kis jelentőségű dolog.



A berendezés elkészítéséhez először megfelelő anyagot kell gyűjteni. Szükséges egy nagy tehetetlenségű korong vagy kerék. Nagyon alkalmas erre a célra egy kiselejtezett varrógép lendkereke, vagy kisebb méretű készülék céljára egy pörgettyű korong. A forgó korongba megfelelő tengelyt kell erősítenünk, amely együtt forog a koronggal. A tengely két golyóscsapágyban forog. A csapágytartó állványokat erős anyagból készítsük el. Méreteit a korong nagysága szabja meg. A berendezés másik része a csörlő. Ehhez kevesebb anyag szükséges. Elkészítése a következők szerint történik. Lapos vasból, amelynek vastagsága 3—4 mm, szélessége 4 cm, két darab L alakú tartót hajlítunk a rajzon megadott méret szerint. A fekvő részébe 3—3 lyukat

fúrunk az alapra való felerősítés céljából. Az álló rész felső részébe pedig 1—1 lyukat kell fúrni a himba felcsavarozásához. A csörlő orsóját egy lengő keretbe (himba) helyezzük, hogy a forgó korongtól függetleníthessük, és csak akkor csatoljuk a korong tengelyéhez, amikor az már forog. A csatlakozás egy dörzskerék segítségével történik. A himba alsó részére egy fogantyút szerelünk, amelynek előre húzásával a dörzskerék a korong tengelyéhez nyomódik, és az orsó forgásba jön. A forgást a himba elengedésével bármely pillanatban megszüntethetjük. A himba alakját és méreteit az ábra szemlélteti. Ezt is 3—4 mm-es, 2,5 cm széles lapos vasból készíthetjük el. Két szárának közepébe lyukat fúrunk a felerősítő csavarok számára. Felső végére pedig ugyancsak egy-egy furatot készítünk az orsó tengelyének befogadására. A tengely kb. 8 mm-es hengeres vasból készülhet. Ennek egyik végére 4 cm átmérőjű dörzskereket erősítünk. Készíthetünk kemény gumiból (ebonit), vagy esetleg fából is. A jó súrlódás biztosítása végett a forgó korong tengelyének kiálló végére egy kis gumicső-darabot húzunk. Ehhez szorítjuk hozzá a dörzskereket. Ha csörlővel terhet emelhetünk, megállás után a teher visszacsúszik és az orsót visszafelé pörgeti. Ennek megakadályozása céljából az orsó tengelyére egy fogaskerekes gátló berendezést, ún. „racsnit” kell szerelni. Az orsó így csak egy irányban foroghat, a zsineg rácsavarodik, de vissza nem tud forogni. A csörlő megállítása után a teher helyben marad. Ha levesszük a terhet, és a „racsnit” kioldjuk, a zsineg visszaforgatható. A fogaskerekes gátló szerkezetet selejtezett ébresztő óra felhúzó rugós fogaskerekéről szerelhetjük le. Az orsóra 2—3 m hosszú erős zsinetet csavarunk, amelynek kezdő végét kis csavarral rögzítjük meg az orsó hengerén. Az orsót egyébként fából kell készítenünk, vagy már meglévő faorsót használhatunk fel erre a célra. Jól megfelel a vékony szigetelt huzalok kisebb méretű orsója. A csörlő méreteit a kész orsóhoz kell megválasztani. Ahhoz, hogy a csörlővel terhet emelhessünk fel, szükséges egy magasabb tartó oszlop, amelynek végén csigákat helyezünk el. Ezek elrendezését ugyancsak az ábra mutatja. Az oszlopot két darab, egyenként kb. 50 cm hosszú, egymásba illő csőből készíthetjük. A vastagabb csövet az alapra erősítjük, felső végébe egy szorító csavart készítünk, amellyel a vékonyabb csövet megfelelő magasságig emelve rögzíthetjük. A cső felső végére két ferde állású csövet erősítünk, és ezekbe helyezzük el a csigákat. Az egész berendezést egy 4—5 cm vastag keményfa alap deszkára szereljük fel. A vízszintes irányú erő kifejtéséhez a zsinetet az alapra szerelt csiga alatt átvezetve kapcsolhatjuk egy megterhelt kis kocsihoz, amelyet az asztalon bizonyos távolságra elhúzatunk.

A készülék kezelése aránylag egyszerű, de figyelmet kíván. A nagy tehetetlenségű korongot erős zsineggel gyors forgásba hozzuk. A zsinetet a korong tengelyén levő tuskéra akasztjuk, felcsavarjuk, majd állandó erővel magunk felé húzva lepörgetjük a tengelyről. A korong forgásba jön, és a csörlő-berendezéstől függetlenül forog. Vigyázni kell a forgásirányra. A helyes irányt a korongra festett nyílal jelöljük meg. Ez azért fontos, mert a csörlő orsója csak egy irányban foroghat. A megforgatott korong a forgás sebességétől függően (szögsebesség) tekintélyes energiával rendelkezik. Itt természetesen forgási energiáról van szó, ami egyértelmű az egyenesvonalú mozgásban levő testek mozgási energiájával.  $E = 1/2 J \omega^2$ ;  $E = 1/2 mv^2$ . A csörlőt a himba segítségével csatoljuk a forgó koronghoz. A csatlakozás után a csörlő lassú forgásba jön, és a zsineg felcsavarodik. A csigákon átvetett zsineg végére akasztott teher lassan felemelkedik. A csörlő forgása azonnal megszűnik, mielőtt a himba fogantyúját elengedjük, mert egy rugó visszahúzza azt. Ha a kívánt vagy a maximális magasságot eléri, a csörlőt azonnal kapcsoljuk ki. A maximális magasságnál a teher a csigán átesve rongálódásokat okozhat. Arra nagyon vigyázzunk, hogy a kellő pillanatban állítsuk meg a csörlőt. Az emelő szerkezet maximális terhelése ne legyen nagyobb, 1—1,5 kp-nál. Ha vízszintes irányú elmozdulást akarunk végeztetni, vagyis a kis kocsit elhúztatni, ne terheljük meg a kocsit 2—3 kp-nál nagyobb teherrel. A végzett munka mindig kiszámítható.

A terv alapján elkészült berendezés igen jól működik, jól felhasználható a mozgási (forgási) energiával rendelkező testek munkavégző képességének demonstrálására.

KUBINYI ZOLTÁN  
Tanárképző Főiskola, Szeged

