

Végül a rügy- és levélgyűjteményhez anyagot gyűjtünk.
Hazafelé jövet beszélgetés formájában összefoglaljuk a látottakat, hallottakat.

Házi feladat: 3 napon belül írásbeli dolgozat készítenő kirándulásunkról.

Jeges Sándor

a természettudományok szakvezető tanára

8. Természettan

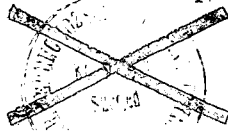
Súly, fajsúly, sűrűség.

Jelen soraim talán hasznára lesznek azon fizikus kártársaimnak, akik a jövőben be akarják vezetni a tanulóknak az órán való kísérleteit. A fenti tétel körülbelül szeptember hó második felében kerül sorra, amennyiben tankönyveink szokásos sorrendjét tartjuk be.

Aki a tanulókkal végeztetett már súlyméréseket, tapasztalhatta, hogy milyen ügyefogyottak, mennyi hibát követnek el. A mérleget kezelni nem tudják, a súlyokat, a mérés technikáját nem ismerik. Nem csodálkozhatunk rajta. Tanulóink az első osztályban tanulják a súlymértékeket, súlymértékek átszámítását, majd később a brutto, tara és netto súlyokra vonatkozó számításokat, a fajsúly alapján mértani testek súlyának kiszámítását. De legtöbbször mindez csak szó, mert jó, ha ezeken az órákon legalább a tanár végez egy pár mérést a tanulók szeme előtt. Sok tanulót fogunk találni, akinek kezében még grammos súly nem volt, csak szemén át érzékelt, nem pedig tapintó, illetve izomérzetén keresztül; és épenúgy sok gyermeket találhatunk tanítványaink között, aki még soha nem mérte meg a súlyát. A cselekvés iskolájában természetesen mindez a tanulók öntevékeny munkáján megy keresztül a számtan—mértan keretében is.

Az eddigi verbalizmust meg kell szüntetni; másodrangú szerepre kell szorítani a definíciókat és a nagy általánosságban mozgó kísérleteket. Ilyenek pl.: a súly a Föld vonzóerejének következménye; a fajsúly, a sűrűségnek szavakban kimerülő fogalma; le sem mért több-kevesebb víznek vagy homoknak emelgetése a tömeg és súly közötti összefüggés megállapítására stb. Epen úgy tartalmatlan marad tanításunk akkor is, ha légből kapott példákon csak merő számításokat végzünk. Ha nem is mellőzzük ezeket teljesen, de a fő, az alapvető a tényleges mérés és fajsúlymegállapítás.

Hogy ezeknek a követelményeknek eleget tehesünk, gondoskodnunk kell elsősorban tanulócsoporthoz egy-egy hasz-



nálható mérlegről. Ez fontosabb, mint a szertárakban gyakran látható sok igen drága eszköz, amely legtöbbször csak egyetlen fizikai tény demonstrálására szolgál, a tanuló kezébe soha nem kerül.

Céljainknak megfelelő mérleget, amelynek állványát sok tanulókísérletnél fel lehet használni, fiúiskolákban terveink alapján a IV. osztályos tanulókkal készíttethet a kézimunka tanára. Ahol megfelelő szerszámok nincsenek, vagy leányiskoláknál, asztalossal készíttetjük. Fenyőfából darabonként 3—4 pengőbe kerül.

Tájékoztató céljából állványaink rajzát és méreteit közlöm. Az alaplap 400 x 200 x 20 mm, amelynek közepébe van ékelve a függőleges tartó oszlop, 500 x 27 x 20 mm méretekkel. Ebbe keresztbe ékelve egy vízszintes rúd 300 x 20 x 8 mm méretekkel. A függőleges oszlopba síma, fejetlen drótszőget verünk a mérlegkar részére.

A mérlegkar méretei 380 x 20 x 8 mm. Ennek középső pontjába, közel a felső széléhez, lukat fúrunk, amelynek átmérője nagyobb legyen a tartó szeg vastagságánál. A mérlegkar alsó középrészébe mutatónak hurkapálcát erősítünk. A függőleges oszlop alsó részére papírosra rajzolt tájékoztató beosztást ragasztunk. A serpenyők felakasztására a mérlegrúd két végére olesó csavaros horgokat erősítünk.

A mérlegserpenyőket készíthetjük keménypapírból, fűggesztőit zsinemből, vagy sárgaréz huzalból.

Mielőtt a mérleget a tanuló kezébe adnánk, minden darabot ki kell próbálnunk és megfelelően korrigálnunk. Elsősorban a mérlegkaroknak kell vízszintesen állni serpenyők nélkül, amit durva reszelő használatával érünk el; azután egyensúlyozzuk ki a serpenyőket. Tanácsos az egy készülékre kiegyensúlyozott serpenyőpárt azonos számmal megjelölni, hogy bármikor könnyen megkereshessük az összetartozó párokat.

Ha készülékünket az emelők törvényeinek megállapítására is fel akarjuk használni, akkor a mérlegkar mindkét oldalán egyenlő távolságokra hat darab csavaros horgot erősítünk.

Ha a padok, amelyeken a tanulóknak majd dolgozniuk kell, lejtős, akkor az állvány elülső része alá a pad lejtésének megfelelő deszkadarabot kell erősítenünk, hogy az állvány alapja vízszintes legyen.

Második előkészítő munkánk mérő súlyok készítése. Megfelelő vastag (1—1, 7—2, 5 mm) rézhuzalokból próbálgatással levágunk egy-egy darab 1 tized, 2 tized, 5 tized, 1, 2, 5, 10 és 20 g-os darabokat. A többi darabot egyszerű hosszúság-összehasonlítás alapján szabjuk ki. Ha ezt elég pontosan végezzük, céljainknak meg fognak felelni. Tanuló csoportonként készítenünk kell a 0, 1—0, 5—1—5—10 g-os súlyokból egy-egy, a többiekből két-két darabot. Megkönnyítjük a magunk és a tanulókat dolgát,

ha a súlyokat az ábra szerint számjegyek alakjára hajlítjuk.

Harmadik előkészítő munka fajsúly-meghatározásokhoz alkalmas testek készítése. Legalkalmasabb e célra 2 cm-es élű kockákat készíteni könnyen alakítható anyagokból. E célra használhatunk viaszt, pecsétviaszt, agyagot, gipszet parafát, lágú gumit stb. Különböző fából, de még inkább fémből készíteni már jóval nagyobb munka, bár fűrész és reszelővel fából s ólom, ón, cinkből gipszformába öntéssel házilag is készíthetők ilyen kockák. Fémek reszelékéből és homokból is lehet készíteni úgy, hogy egy kevés viaszt, vagy parafint felolvasztunk, a reszeléket, vagy homokot belekeverjük s azon melegen formába dömpöcköljük. Természetesen ezek nem fogják az illető fémek fajsúlyát adni, de nem is az a célunk, hogy ezek fajsúlyát a tanulók állapítsák meg, hanem hogy a fajsúly fogalma tiszta és erős legyen náluk, s a vele járó mérést és számítást maguk erejéből megismerjék.

Elismerem, hogy ez az előkészítő munka sok, de egy-két év alatt megvalósítható. Probatum est!

Az óra lefolyása a következő.

A mérlegeket a tanulócsoportoknak kiosztatom.

Vegyetek elő egy kicsiny súlyú tárgyat (toll, ceruzadarab, rajzszeg, vagy egyéb). Tartsátok a pad fölé és engedjétek el! Miért esik le? (Föld vonzóereje.) Jól jegyezzétek meg, hogy a mérleg mutatója hova mutat, amikor mozdulatlan a mérleg két karja! Most az egyik serpenyőbe tegyétek az előbbi tárgyat! Mi történik? Mi okozza? (A Föld vonzóereje.) A másik serpenyőt nyomjátok le addig, míg a mutató az eredeti helyre mutat! Melyik erő nagyobb most, a vonzóerő, vagy a kezetek nyomása?

Erre a pontra azért van szükség, mert ha enélkül méretünk a tanulókkal egy tárgyat, nem figyelik meg a mérés előtt a mutató helyzetét, hanem kiegyensúlyozáskor csak arra törekednek, hogy a mutató a beosztás közepére mutasson. Ki kell emelnünk, hogy minden mérés előtt meg kell figyelni a mutató helyzetét, s a mérés akkor jó, ha a mutató ismét ugyanarra a helyre mutat.

Mivel helyettesíthetnénk a kezünk nyomását? (Súlyokkal.)

Az egyes súlyokat felmutatom, megmondom nagyságukat, ismertető jelüket. A táblára felvázolom a súlyokat és alájuk írom nagyságukat.

Súlyokat kiosztani!

Mérjétek meg azoknak a testeknek súlyát, amelyeket most kiadok!

Apróbb tárgyakat adok ki mérésre, s hogy a tanulók munkáját, eredményeit könnyebben ellenőrizhessem, ezek súlyát már előzőleg megállapítottam és egy szelet papírra feljegyeztem. Így kellő idő jut a mérleg és súlyok kezelésének ellenőrzésére. Méréseit minden tanuló feljegyzi füzetébe a következő adatok szerint: 1. a tárgy, 2. a tárgy anyaga, 3. a tárgy súlya.

Ezeket a tárgyakat összeszedetem, s úgy rendezem, hogy ismételt kiadáskor messze kerüljenek attól a csoporttól, amelyiknek kezében eddig voltak.

Vegyétek egyik kezetekbe a kapott tárgyat, másik kezetekbe súlyokat, amíg a kettőt egyenlő nehéznek érzitek! Jegyezzétek be a füzetbe: 1. a tárgy neve, 2. a tárgy anyaga, 3. a tárgy súlyát becsülöm g-ra. Most a mérlegen mérjétek le súlyát, vajjon eltaláltátok-e? Eredményt beírni!

Ettől kezdve minden kézbe kerülő tárgy súlyát megbecsüljük mérés előtt!

Egy következő lépésünk az egyforma súlyú, de nagyon könnyű tárgyak átlagmérése, amely a fajsúly meghatározásának és megméréseinek előkészítése is.

Mérjétek meg 10 darab kicsiny szög súlyát együtt! Füzetbe beírni, s számítsátok ki, mennyi lehet egy szög súlya!

Mérjétek meg 15 darab ugyanolyan szöget, számítsátok ki egynek a súlyát!

Mérjétek meg 20 darab ugyanolyan szöget, számítsátok ki egynek a súlyát!

Számítsátok ki a három eredmény alapján egy szög átlagsúlyát!

10 csoport diktálja fel nekem eredményeit! Számítsuk ki az átlagot! (Az eredményeket összeadjuk és osztjuk tízzel.)

Hogyan tudhatnánk meg más módon is egy szög súlyát átlagban? (A mérleg egyik serpenyőjébe teszünk pl. 5 g-ot, s addig rakunk a másikba szögeket, amíg a mérlegnyelv eredeti helyére mutat. Az 5 gramm súlyt osztjuk a szögek számával.) Csinálni!

Mérjük le 20 szál gyufa súlyát és számítsuk ki egynek a súlyát!

Ezen a ponton jó volna tanulócsoportonkint minden anyagból legalább 3—3 db egy köbcentiméteres kocka a következő vezetéssel:

Mérjétek meg a 3 kocka súlyát együttvéve! Számítsátok ki, mennyi lehet egy kocka súlya! Ellenőrizni méréssel!

Tanításomból ez egyelőre még hiányzik, mert a 12 csoport részére szükséges 36 db. köbcentiméteres kocka elkészítésére és a reális eredmény elérését biztosító korrektúrára (s ez a nagyobb munka!) még nem jutott sor. 1—2 év alatt egyéb munka mellett ez is el fog készülni.

A tanítás így megy tehát tovább.

Minden csoport kap egy kockát különböző anyagból! (Kiosztom, közben az anyagokat megnevezem, pl.: viasz, parafa, viasszal kevert vaspor, stb.) Becsüljétek meg a súlyát! Füzetbe jegyezni! Megmérni! Bejegyezni!

Számítsátok ki, hogy a nálatok lévő anyagból egy köbcenti-

méteres kocka milyen súlyú volna? Eredményeket mondjátok meg!

A táblára felírom az egyes kockák anyagát és melléje egy köbcentiméterének a súlyát.

Ellenőrzésül cseréljétek ki kockáitokat!

Mitől függ egy köbcentiméter anyag súlya? Az anyag fajtájától. Hogyan állapítanátok meg valamely anyag fajsúlyát? Megmérjük a súlyát, megmérjük, illetve kiszámítjuk a köbtartalmát, s ezekből kiszámítjuk, hány gramm esik egy köbcentiméterre. Mikor, hol találkozhatok már az anyagok fajsúlyával? Testekre vonatkozó számításoknál a mértanban. Hogyan állapították meg a kilogramm súlyát? 1 liter 4°C hőmérsékletű teljesen tiszta víz súlya (tanulták már az első osztályban). 1 köbcentiméter víz súlya tehát mennyi? 1 g. Mennyi tehát a víz fajsúlya? 1 g.

Itt néhány gyakoribb és nevezetes anyag fajsúlyát feljegyezzük, pl. száraz fenyőfa 0,4 — 0,5, parafa 0,25, márvány 2,84, aluminium 2,6, vas 7,1 — 7,9, fajták szerint, ólom 14,4, higany 13,55, arany 19,3, stb.

Mit jelent az, hogy pl. az aluminium fajsúlya 2,6 g? Egy köbcentiméter aluminium súlya 2,6 g. Tanácsos ezt a kérdést más-más anyagra nézve a gyengébb felfogású tanulóknak ismételtelen feladni.

Mennyi a víz fajsúlya? 1 g. A cink fajsúlya 7 g. Melyik sűrűbb anyag, a víz, vagy a cink? (Mutatjuk.) A cink. Ugyanakkora kockám van vízből és cinkből. Melyikben van nagyobb tömegű anyag? A cinkben. Melyikben vannak a molekulák sűrűbben? A cinkben. Ha a cink fajsúlya hétszer nagyobb a víznél, hányszor sűrűbb a cink, mint a víz? Hétszer. Mennyi a higany fajsúlya? Hányszor sűrűbb a víznél? Mennyi az aluminium fajsúlya? Hányszor sűrűbb a víznél? Mit kell az alatt érteni (közben a táblán mutatok a fajsúlyára), hogy a vas 7,1-szer nehezebb ugyanannyi víznél? 7,1-szer sűrűbb. Mit jelent az, hogy az arany sűrűsége a vízhez viszonyítva (ismét rámutatok a táblán a fajsúlyra), 19,3?

Házi feladatul csak akkor adhatnánk fajsúly-meghatározást, ha bizonyosak lehetnénk afelől, hogy minden tanulónak van otthon alkalmas mérlege, súlysorozata és mérésre alkalmas teste. Ezért fizikai szempontból legalkalmasabbak az olyan feladatok, amelyekben megadjuk a test köbtartalmát, (esetleg méreteit, de ekkor már átjatszuk a feladatot a mértan területére,) és súlyát, kiszámítandó a fajsúlya. Főkövetelmény az ilyen feladatoknál, hogy ne találomra adjunk feladatot, pl. egy test köbtartalma 40 cm^3 , anyaga vas, súlya 1200 g. A feladatot meg kell szerkesztenünk előre, hogy annak megoldása az anyag fajsúlyával egyezze, pl. a vashól készült test köbtartalma 40 cm^3 , súlya 300 g. Mennyi a fajsúlya? (7.5.)

Azok a feladatok, amelyek a test köbtartalmából és az

anyag fajsúlyából a test súlyát számíttatják ki, inkább a mértan keretébe tartoznak s csak annyiban kell ezeket itt szerepeltetni, amennyiben a koncentráció elvét szolgálják.

Kettős okból nem vettem fel az anyagba egy liter, vagy egy dl, vagy egy cl víz súlyának lemerését. Elsősorban tanártársam az első osztályban bizonyára lemerít a tanulók előtt egy liter vizet. Másodsorban mérlegünk nem alkalmas nagyobb súlyok lemerésére, harmadsorban köbcentiméteres kockába töltött víz lemerítése a kockák elkészítésének nehézségén kívül még csődre is fog vezetni. A tanulók valami sajátságos kritikus hajlammal meg fogják állapítani, hogy egy köbcentiméter víz súlya nem pontosan egy gramm, s mi hiába fogjuk a sok hiba-lehetőséget felsorolni, érezzük majd, hogy a tanulók ezt természetszerűleg nem értik meg, bizonytalanság és a tudomány lebecsülése terheli meg továbbra is lelküket. Ha ennek elosztatásába belefogunk, a sok ellenőrző mérés miatt nem egy, de 2—3 órát fogunk tételünkre fordítani, vagy elégedetlenül abba hagyjuk.

Ennek az órának anyagába nem veszem fel szabálytalan testek fajsúlyának megállapítását sem. Az iskolában mérhető testek nagysága nem alkalmas arra, hogy vízbemerítéssel mér-cézett edény segítségével megállapítsuk egy test térfogatát. A meniskus bizonytalansága, a kicsiny testeknél lényeges hibát okozó csekély eltérés elkerülhetetlen. A méréseknek ezt a részletét ajánlatos Archimedes törvényének tárgyalására hagyni, mint amelyik a pontosabb mérést lehetővé teszi.

Ha ezt az anyagrészt ilyen módon feldolgoztattuk tanítványainkkal, akkor Archimedes törvényének feldolgoztatásánál új anyag már csak a térfogat-meghatározás lesz egy újabb, pontosabb eredményre vezető módszerrel, s az úszás és lemerülés elve.

Szabad-e vajjon a mérleget használtatnunk a tanulókkal, mielőtt az emelők törvényét és a mérlegeket tárgyaltuk volna? Véleményem szerint igen. Míg a tanuló a harmadik osztályba kerül, sokszor hall súlymérésről, az életben is sokszor lát mérleget és mérést. Hány kereskedő tudja az emelők törvényét? A ceruzát is használja a gyermek, mielőtt tudná, mi a grafit és hogyan készül a ceruza.

Még egyet, amit a kétségesskedők figyelmébe ajánlok.

Az első évben, amikor még a szükséges kellékek nem voltak meg, a fenti tétel feldolgozására szánt óráról egypár átlag-tanulót kiküldtem játszani az udvarra, s a többivel a régi sablon szerint demonstrációs módon »letárgyaltam« az anyagot; a tanításról kiküldött pár tanulót aznap délutánra egy órai időtartamra berendeltem, s a fenti menetben végig-kísérleteztettem őket. Az összehasonlítás a következő fizikaórán meggyőzőtt arról, hogy ez az út a helyes. A demonstrációs órán résztvettek között voltak, akik szívet gyönyörködtetően »fújták a leckét«,

de rögtön zavarba jöttek, amint a mérleget eléjük tettem. Amá-
zok pedig, bár felmondani nem tudták gyönyörűen a »leckét«,
de amint eléjük kerültek az eszközök és anyagok, kifogástalanul
csinálták és mondták a szükségeseket.

És mi fontosabb a reáliák terén: a szó, vagy a tett?

Matzkó Gyula

a természettan szakvezető tanár.