

DARVAS ANDOR tanszékvezető főiskolai tanár

AZ ÁLTALÁNOS ISKOLAI FIZIKAI TÁBLAI RAJZ TECHNIKÁJA

A fizika tanárnak feltétlenül kell rendelkeznie olyan rajzkészséggel, ami szükséges ahhoz, hogy kifogástalan táblai vázlat-rajzokat készítsen.

Ez nem azt jelenti, hogy rajzművésznek kell lennie, de természetesen annál jobban meg tud felelni ennek a feladatának, minél magasabb a rajzkultúrája. Jóindulatú törekvéssel és türelmes gyakorlással azonban mindenki kifejlesztheti magában a rajzolási készségnek azt a minimális fokát, amely a jó táblavázlat készítéséhez szükséges.

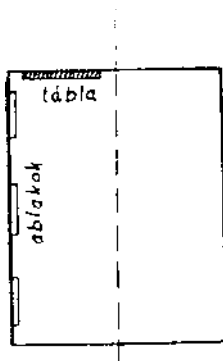
Pusztán a gyakorlás még kevés. hozzá tartozik még az is, hogy ismerje a rajzolásnak, a szakmai rajz készítésének néhány technikai előírását, technikai fogását és bizonyos szabványait, amelyek ismerete ma már több mint kívánatos, alkalmazása megkönnyíti mind a tanár, mind a tanuló munkáját, s ezen kívül országosan valamelyes egységet visz a fizika oktatásának ebbe a részletébe.

A rajzolás technikájának ismerete hozzájárul a rajzok gyorsabb elkészítéséhez, ami az óra időbeosztása szempontjából igen lényeges. A táblai vázlatot áttekinthetőbbé teszi a gyerek számára, de ha ezt a rajzolási technikát a tanuló is elsajátítja, saját füzetén is könnyebben eligazodik.

A rajz láthatósága. A táblai rajz iránt támasztott követelmények sorában a legelső a láthatóság kérdése. Alapvető kívánság, hogy az osztályban a legutolsó padban ülő gyerekek is, közepes minőségű megvilágítási körülmények között, szemük megerőltetése nélkül jól láthassák mindazt, amit a tanár a táblára ír, vagy rajzol.

Ehhez elsősorban a tábla elhelyezésének helyes volta járulhat hozzá. A tanulókkal szemben lévő fal középvonalában lévő táblaelhelyezés a szokásos. Ennek előnye kétségtelenül az, hogy a gyerekek a legkevésbé kell a testét függőleges tengely körül elfordítania, viszont a baloldali ablaksorból aránylag kevés fény esik rá. Ezért, ha van rá lehetőség, a táblát egy felső, vízszintes fénycsővel világítsuk meg, vagy mozdítsuk el és (ha csak nem túlságosan széles az osztályterem) a fal középvonal és a bal teremsarok távolságának közepére helyezzük. (1. rajz.)

A tábla nagysága rendszerint adott, de ha lehetőségünk van rá, igyekezzünk minél nagyobb táblára szert tenni. A tábla festése okvet-



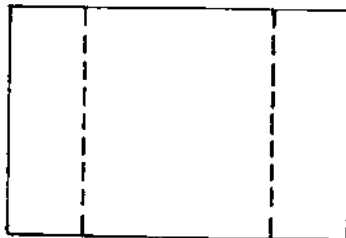
1. rajz

lenül matt legyen, mert a fényes felület a fényt nem megfelelően szórja, sőt egyes irányokban „tükröz” a tanulók szemébe, s e tükröző helyeken nem látható a rajz, az írás. Mind e mellett a tábla festése mennél simább legyen, mert ez a könnyű letörölhetőség és tisztán tarthatóság feltétele.

Ma még általában a fekete színű tábla használatos, de folynak kísérletek különböző színes felületű táblákkal is, amelyeknél a fehér kréta és a tábla erős kontrasztja kevésbé fárasztja a szemet, s így a figyelmet.

A táblai rajz alakja. Az iskolai táblák — hacsak nem „húzos” kettős tábláról van szó — fekvő téglalap alakú, míg a tanulók által használt füzet álló téglalap alakú. Ez rendszerint azzal jár, hogy a táblavázlat nem olyan elhelyezésben kerül a füzetbe, mint ahogyan azt a tanár felrajzolta a táblára. Már pedig mindenképpen kívánatos, hogy a kettő egyező legyen, mert az eltérések lényeges hibák forrásai lehetnek. A megoldásnak a tanártól kell kiindulnia. Ha a tábla eléggé széles, közepén egy függőleges vonallal ketté osztjuk, s először a bal felét írjuk — rajzoljuk tele, aztán a jobb felét. A tanulók úgy rajzolják ezt a füzetükbe, mintha a jobb táblafél a baloldali alatt lenne.

Ha a táblánk nem elég széles, akkor a két szélét vágjuk le egy-egy vonallal (2. rajz), s csak a középső felületet használjuk, amelyik már álló téglalap alakú. Így sajnos, elég nagy táblafelületet veszünk el.



2. rajz

A láthatóság és félreérthetlenség feltétele az is, hogy mindig tiszta táblára rajzoljunk, tehát se maszatos ne legyen, sem pedig régi rajzok, írások nyomai, betűi, vonalai ne legyenek rajta.

Az írás és rajz nagysága. S talán a legfontosabb: a rajz és az írás megfelelő nagysága. Ne felc djük: nemcsak a rajz egészének, hanem a részleteinek is elegendő nagyoknak kell lenniök! Ezért a rendelkezésünkre álló felületet maximalisan használjuk ki: ne zsúfoljunk, ne miniaturizáljunk, a betűzéseket, magyarázó szavakkal helyezük el. Még akkor se kicsinyítsünk és zsúfoljuk az írni-rajzolni valót, ha az egész órai anyag nem fér rá a táblára. Ha a tábla megtelt, s a tanuló már lerajzolta, töröljük le a táblánkat bátran, hiszen ami rajta volt már úgylis benne van a gyerek füzetében. Aztán rajzoljunk — írjuk a folytatást megfelelő nagyságban.

Hogy mi az a „megfelelő nagyság”, azt nem lehet általános szabályként lerögzíteni, mert függ a tábla elhelyezésétől, megvilágításától, az osztályterem méreteitől, stb.

Ezért míg nem vagyunk eléggé gyakorlottak, és míg a rendelkezésünkre álló körülményeket nem ismerjük jól, (de még aztán is) a rajz-

zó tanulókat ellenőrizve a padok között, pillantsunk olykor a táblára is, ellenőrizve saját munkánk láthatóságát az osztályterem különböző helyéről.

De nemcsak a rajznak, hanem a betűzésnek és az írott szövegnek is jól láthatónak kell lennie.

Erre vonatkozólag tájékoztatást nyújt a következő táblázat:

A betűk magassága mm	A jól olvashatóság távolsága (m)			
	sűrű	középsűrű	ritka	
16	4,5	6	7	Markó: Műszaki rajza és szerkesztés c. könyvéből.
20	6	7	9	
25	7,5	9	11	
32	9,5	12,5	14,5	
40	12	14,5	18	
12	3,5	4,5	5,5	

A táblázatból látható tehát, hogy ha a legutolsó pad a táblától pl. 9 méterre van, legalább 2,5—3 cm magas betűkkel kell dolgoznunk. Ha a betűk nagyobbak, az természetesen nem árt, csupán a rajz és betűnagyság arányosságára vigyázzunk. Az is kitűnik a fentiekből, hogy jobban, azaz messzebbre látható a ritkább írású szöveg, mint a sűrű. — Ha a világítási viszonyok közepesnél jobbak, kedvezőek, az olvashatóság távolsága kb. 30 százalékkal növekszik.

Végül megjegyzem, hogy a fenti adatok az ún. műszaki tömbírásra (tehát nyomtatott betűkkel való írásra) vonatkoznak, a kézirás valamivel nehezebben olvasható.

Koncentráció a műszaki ismeretekkel. A fizika oktatáson belül nagyon lényeges a gyakorlati tárggyal, a műszaki- ipari politechnizációs elemi ismeretekkel való koncentráció. Sok minden egyéb mellett ennek a táblai vázlatnál, így annak technikai kivitelezésénél is meg kell mutatkoznia. A műszaki rajzolás, vagy helyesebben a műhelyrajz elemeit — ahol lehet, és ahol ésszerű — fel kell használni a táblai rajzon is. Itt bizonyos egyezményes jelek, jelölések felhasználására gondolhatunk, de főképpen a betűírásnál kívánatos a műszaki szabványírás (MNOSz 5--51) alkalmazására.

A táblai vázlaton írás háromféleképpen szerepel:

1. Jelölésre használt egyes betűk. 2. A rajzok részleteit magyarázó egyes szavak. Végül 3. összefüggő szöveg: mondatok.

A szavak és mondatok szabványos betűkkel való írása hosszadalmas lenne, erre a tanítási órán semmiképpen nincs idő, ezért ezeket rendes folyó-írással írjuk, vigyázva természetesen a maximális elolvashatóságra.

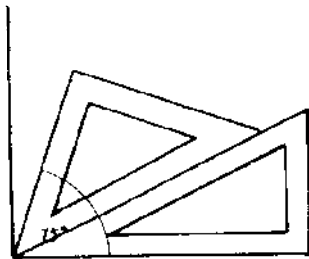
A jelölésekre használt egyes betűket azonban a szabványírás betűivel kell írni, s ezért ezt be kell gyakorolnia a fizika tanárnak.

Ennek a „szabványos tömbírásnak” néhány elemét ismertetem.

Kétféle szabványírás van: dőlt és álló. (Az álló írást főleg a magasépítészeti rajzokon használják.) A dőlt írás betűi:

**abcdefghijklmnop
opqrstuvwxyz
ABCDEFGHIJKLM
NOPQRSTUVWXYZ
YZ 1234567890**

Dőlt betűknél a dőlési szög 75° , amit egy 30° -os és egy 45° -os vonalzóval könnyen előállíthatunk. (3. rajz.)



3.rajz

A betűk alakja a lehető legegyszerűbb. A betűk írásának begyakorlására legjobb először egy vízszintes és 75° -os dőlésű vonalokból álló hálózatot rajzolni. A hálózat vonalsűrűségét a betű vastagságához igazítsuk. A betű vastagsága a többi méretével van összefüggésben. Ha a kisbetű választott magassága „h” milliméter, akkor a betűt alkotó vonal vastagsága kb. $1/5$ h, a nagybetű magassága pedig kb. $7/5$ h lehet. (4. rajz.)

A kisbetű szélessége $4/5$ része a magasságuknak, a nagybetűk ötször olyan szélesek, mint a vonaluk vastagsága.

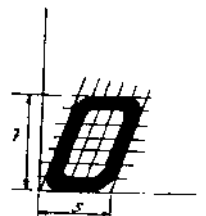
A szabványírás betűit rajzoljuk, nem „írjuk”.

A betű rajzolása úgy történik, hogy először meghúzzuk a függőleges (illetve 75° alatt hajló) párhuzamos vonalakat, aztán a vízszinteseket, illetve a vízszintes irányú ívdarabokat.

A táblai rajznál nagyon lényeges a vonalak megválasztása, mert a fizikai táblarajzok vonalokból állanak. Általában négyféle vonalat használ a műszaki rajz, a teljes vonalat, szaggatott vonalat, pont-vonalat és a pontozott (pontokból álló) vonalat.

Mi ezek közül szinte kizárólagosan a teljes vonalat használjuk, egyrészt, mert az ezzel készült rajz a legáttekintőbb, másrészt, mert a leggyorsabban megy a rajzolása. Egyes kivételes esetben szaggatott vonal is használható. Erre vonatkozólag jegyezzük meg, hogy a szaggatott vonal hézagai kb. a vonalvastagsággal egyenlőek, az egyes vonal-darabkák pedig kb. tízszer hosszabbak a vonalvastagságnál.

A folytonos, teljes vonalat különböző vastagságban lehet húzni, ehhez azonban a krétát különbözőképpen kell hegyezni.



4.rajz

Színes kréta használata. Mivel a táblára rajzolt különböző vastagságú vonalak nem eléggé szemléletesek, színes-krétát is kell használnunk.

A színes kréta használata nem öncélú, nem esztétikai jelentősége van, kizárólag a jobb megértést, tájékozódást szolgálja. Ezért felesleges sok különböző szín alkalmazása. Két szín (a fehér krétán kívül) általában elegendő: piros és zöld, vagy élénk sárga. A kék a fekete táblán nem látszik elég jól. A tanuló is csak két színes ceruzát használjon, a nagy tarkaság felesleges.

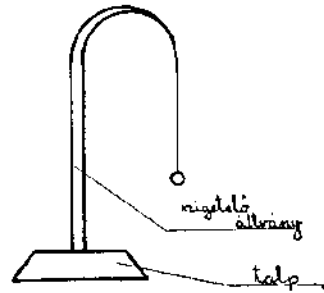
A színes krétával akkor, és olyan részeket rajzoljunk, amelyeket meg akarunk különböztetni a rajz többi részétől, vagy különösen fel akarjuk hívni a figyelmet a kérdéses részletre. Ha az ilyen rajz mellé magyarázó szavakat is írunk, a szót olyan színű krétával írjuk, mint amilyenel azt a részletet rajzoltuk, amelyre vonatkozik.

Szövegírás a táblán. A rajzot magyarázó szavakat csak abban az esetben írjuk bele a rajzba, ha ott bőségesen van hely, és a rajz áttekinthetőségét nem zavarja. Különben mindig a rajz megfelelő része mellé írjuk, s vékony megtört vonallal jelöljük, hová tartozik (5. rajz), ha a hova-tartozáshoz kétség férhet. A magyarázó szavakat *kivétel nélkül minden esetben vízszintesen írjuk*, sose ferdén, vagy függőlegesen.

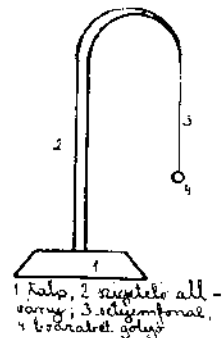
A rajznak csak olyan részletéhez írunk magyarázó szavakat, amelynek megértéséhez kétség fér. Az 5. rajzon pl. a „talp” szó felesleges, mert az első látásra felismerhető. Didaktikai szempontból nem helyes az a módszer, hogy számozzuk a rajz részeit és a magyarázó szavakat a rajz alatt „összegyűjtve” közöljük a megfelelő számmal együtt. (6. rajz.)

A rajz és a hozzá tartozó magyarázó szavak egységes és önálló egésszet alkossanak. Ha a táblai vázlatban szöveg (törvény stb.) is szerepel, ezt úgy kell külön írni, hogy a szöveg és a magyarázó szók jól elkülönüljenek, mert a szövegbe olvadó magyarázó szó értelmetlenséget okoz. Ezért pl. két rajz közé, vagy közvetlenül egy rajz mellé ne írjunk szöveget (mondatokat, felsorolást), hanem lehetőleg a rajzok fölé, vagy alá kerüljenek a mondatok, megfelelő hézaggal. A nagyon lényeges szövegrészt be lehet vonallal keretezni, vagy esztleg aláhúzni.

Összefoglaló és részletrajzok. Előfordulhat, hogy egy rajz olyan részleteket tartalmaz, ami zsúfoltságánál vagy méreteinél fogva akkor sem eléggé áttekinthető, vagy nem eléggé látható, ha a rajz egésze különben elegendő nagyságú. Ez esetben az egész táblát betöltő igen nagy



5 rajz



6. rajz

méretű rajz helyett normális méretűt rajzolunk, s a kérdéses részletet részrajzként külön, megfelelően felnagyítva lerajzoljuk. Ilyenkor természetesen megfelelő jelöléssel jelezzük, hogy a részletraajz az áttekinthető (tehát teljes) ábra melyik helyére tartozik.

A részletraajzok fent említett külön kirajzolása természetesen nehezíti a gyermek dolgát, nehezíti a munkafüzet otthoni használhatóságát, ezért csak nagyon indokolt esetben alkalmazzuk.

Gondoskodjunk arról is, hogy a rajzok elhelyezése a táblán ne össze-vissza történjen. Leghelyesebb, ha a rajzok vízszintes sorokban követik egymást, s egyik sor betelése után, megfelelő távolságban új sort kezdünk.

Általános kívánalomként jegyezzük meg azt, hogy a táblára olyan elhelyezésben, elrendezésben kerüljön a rajz, ahogyan azt a tanuló a bemutatáskor, a tanári asztalon látta, mert így nem okoz zavart (tehát pl. a jobb és bal oldal ne legyen felcserélve.) A tanulótól is kívánjuk meg, hogy füzetébe minden úgy kerüljön be, ahogyan mi a táblára rajzoltuk.

A rajzolás gyorsasága. Lényeges kérdés a rajzolás módja is. Ennek a kérdésnek a köréből ki kell emelnünk egy mozzanatot: a táblára való rajzolás sebességét. Az idővel való takarékoskodás azt kívánja, hogy a táblán a vázlat minél gyorsabban készüljön. Ennek a gyorsaságnak két tényező szab határt. Egyik magának a tanárnak a rajzkészsége. A rajznak, s az egész tábla képének nemcsak jónak, hanem szépnek, rendesnek is kell lennie. E feltételek betartása kötelező, s minél gyakorlottabb és jobb rajzoló a tanár, annál gyorsabban rajzol. De a leggyakorlottabb tanárnak is korlátot állít a másik tényező: az osztály tanulóinak rajzkészsége. Ne feledjük: a tanulónak is le kell rajzolnia, írnia azt, amit mi rajzolunk és írunk. Őneki mindez új, felváltva kénytelen a táblát, majd a füzetet nézni, figyelni is kell, rajzkészsége is kisebb. Egyszóval lassabban rajzol mint a tanár. Ezért is, de megfigyelési hibák elkerülése végett is a rajz egy-egy elemi, de jelentéssel bíró egységét rajzoljuk meg egyszerre a táblán, s aztán álljunk félre, hogy a tanuló láthassa és lemásolhassa. Tehát pl. egy gyűjtőlencsét ne úgy rajzoljunk, hogy előbb az egyik oldali határoló görbét húzzuk meg, ezt a gyerekekkel lerajzoltatjuk, aztán a másik oldalt, s ezt is lerajzoltatjuk. Ez túlságos felaprózás, s a rajznak az első vonal után még nincs is értelme.

De kerüljük a másik végletet is, vagyis azt, hogy előbb mi elkészítjük az egész ábrát, mindenestől, aztán félre állunk, hogy az osztály rajzolhassa. Ez azért nem helyes, mert ilyenkor a tanuló már nem tudja követni a rajzolás helyes sorrendjét, vagyis a rajz felépítését, amiről a továbbiakban még lesz szó. Már pedig a rajz helyes sorrendje jelentősen hozzájárul a téma megértéséhez, mint ahogy a fordítottja sokszor a meg nem értés forrása. Komplikáltabb rajzoknál, ha a tanuló a kész rajzot kénytelen másolni, az is sokszor előfordul, hogy egyes vonalak, részletek, jelölések, vagy magyarázó szavak kimaradnak, vagy rossz helyre kerülnek, s így a füzet otthon hasznavehetetlenné válik.

Eleinte ne is sürgessük túlságosan a gyereket, mert csúnya vagy rossz lesz a rajz, de fokozatosan hozzá kell szoktatni egy elegendő gyors ütemű munkához. A füzet rendességét, tisztaságát, és főleg áttekinthetőségét meg kell kívánnunk, de ezen túlmenő követelményeket ne támasszunk, mert az már csak a füzet otthoni átdolgozásával valósulhat meg, és ez felesleges munka.

Törlés, javítás a táblán. A táblai vázlat rajzain utólagos törlés, vagy lényeges javítás ne történjen. Ne feledjük el, ugyanis, hogy a táblán könnyű törölgetni, javítgatni, de a tanuló füzetében ez már nehezebb, ott radirozni kell, sőt színes ceruza használata esetén még ezt sem lehet. Ezért jól fell kell készülni és pontos táblavázlat-tervet kell készíteni. Ha mégis valami javítás válik szükségessé, akkor mondjuk meg a tanulónak, hogyan csinálják azt, s adjunk is időt a véghezvitelére.

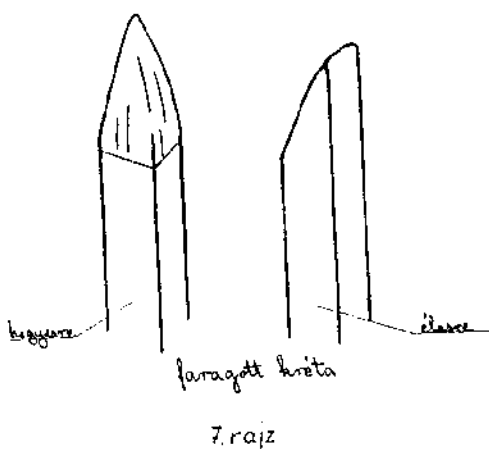
Rajzeszközök használata. A rajzolás sebességével kapcsolatos egy másik kérdés is, az ti., hogy használjon-e a tanár a táblai rajz készítésekor rajzeszközöket, vagy ne?

Az idővel való takarékoságon kívül pedagógiai szempontok is azt kívánják, hogy ne használjon. Tanuljunk meg szabad kézzel rajzolni, arányokat szemmértékkel megállapítani, stb. Ez elsősorban gyakorlás kérdése és nem tehetségé. A gyakorlás pedig táblán történjen, s ne papíron, mert a táblán, függőleges síkon, alátámasztás nélküli kézzel rajzolni nagy méretű rajzokat — egészen más, mint az asztalon papírra való rajzolás.

Különösen az egyenes vonalak és körök, ellipszisek rajzolását gyakoroljuk. Ha a rajzon az arányok nagyon fontosak, magunk tájékoztatására először halványan meghúzzhatjuk a legfontosabb vonalakat, s csak aztán vastagítunk.

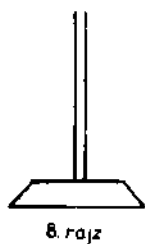
Vannak természetesen esetek, amikor egy-egy vonalat, vagy kört, amelyek teljes szabályossága nagyon fontos, vonalzóval, vagy körzővel rajzolunk meg. A körzőt fontos esetekben távolságok, szakaszok megjelölésére is felhasználjuk. Hangsúlyozom azonban, hogy erre csak a legritkább esetben kerítsünk sort, s a tanulókat is szoktassuk a szabad kézzel való rajzoláshoz. Ez fejleszti a kézügyességet, javítja a szemmértékét, és erősen növeli a rajzban való kifejezőképességet is.

A rajzeszközök használata tehát csak egész ritka legyen, mégis jellemezzük meg róla egy-két praktikus apróságot. A vonalzó mellett vagy hegyesre, vagy még inkább élesre faragott krétával (7. rajz) húzzuk a vonalat. Nem billen el a hosszú vonalzó sem vonalzás közben a táblán, ha alsó (tehát a táblára fekvő) oldalára vékony gumilemezről (futball belső-



ből) 2—3 csíkot ragasztunk, egyet-egyét a két végéhez közel, egyet a közepére. A körző hegyét köszörüljük jó hegyesre, ez esetben nem kell erősen és mélye a táblára nyomni, hogy ne mozduljon el. Így a táblába is kisebb lyukat ütünk.


Az ábrázolás módja. Térjünk rá a fizikai táblavázlattal kapcsolatban az ábrázolás módjára. A fizikai rajzok az esetek legnagyobb részében síkbeliek, tehát nem is akarják a térbeliség benyomását kelteni. Az eszközöket, műszereket, összeállításokat általában hosszmetsetben ábrázoljuk, még így is a lehető legnagyobb mértékig leegyszerűsítve. Kevésszámú, csak a legszükségesebb vonallal, a legjellemzőbb módon. Tudatosan kerülni kell minden felesleges vonalat, mert az a megérthetőséget csökkenti. Az alapelv: csak a leglényegesebbet, a legszemléletesebb módon rajzoljuk és írjuk.





Ezért az eszközöknek is csupán azok a részei rajzolandók, amelyek a tárgyalt fizikai jelenség szempontjából figyelembe veendőek. Ugyanazon célt szolgáló alkatrészeket pl. talapzatokat, állványokat még akkor is egyformán és legegyszerűbben rajzoljunk, ha azok a valóságban el is térnek egymástól. Leghelyesebb erre a célra egyezményes jelöléseket megbeszélni, pl. olyat, hogy minden eszköz talapzatát egy téglalappal, vagy esetleg egy szabályos trapézzal jelöljük. (8. rajz.)

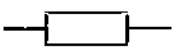
A többféle célra használható, vagy több összeállításban szereplő eszközt feltétlenül ugyanolyan módon rajzoljuk minden esetben (pl. elektroszkópot.) Kivéve amikor először tanulunk róla, ekkor ugyanis valamivel részletesebben ábrázoljuk. A rajzainkban felhasznált elemek, vagy egyes eszközök ábrázolása legyen összhangban a tankönyv ábrázolási módjával, ha az nem hibás és eléggé korszerű. Ne feledjük, a tankönyv és a táblavázlat egymást kiegészíti, és a táblavázlat az óra gerincét tartalmazza. Ezért a kettőnek összhangban kell lennie az ábrázolás módját illetően is, és nem szükséges, hogy ugyanaz a dolog mind a kettőben (tankönyvben is és a tanuló füzetében is) szerepeljen. Ez vonatkozik a tankönyvben vastag betűvel szedett törvényekre is. De ezt a megállapodást nem szabad olyan mereven alkalmazni, hogy a táblai vázlat, azaz a munkafüzetű vázlat összefüggő, érthető voltának a rovására menjen. Ha pl. az óra menetének és logikus sorrendjének kívánalmaképpen valamit le kell rajzolnunk, akkor is lerajzoljuk, ha a tankönyvben is benne van.

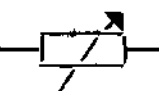

Kapcsolási rajzok. A táblai vázlatrajzok sorában jelentős szerepet játszanak az elektromosság köréből származók, ezek közt is a kapcsolási rajzok. Mivel az elektrotechnika a modern ipar „kenyere”, már az általános iskolában arra kell törekedni, hogy minél jobban hozzá szokjanak a tanulók. Így feltétlenül szükséges, hogy a kapcsolási elemeket a szabványos jelölésekkel rajzoljuk fel. Ezeket a 8. osztályos fizika tankönyv közli, itt csupán néhány szükségesnek látszó kiegészítést adunk: (MSz és DIN szabványok)

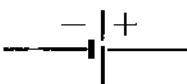
a földelés jele: 

Vezetékek keresztezése kötés nélkül lehet egyszerűen: 

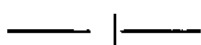
de ha különösen hangsúlyozni kívánjuk,
hogy nincs kötés; akkor így rajzoljuk: 

Az ohmos ellenállás jelzése: 

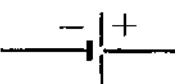
folyamatosan változtatható ellenállás:  vagy: 

Galvánelem, akkumulátor: 


Ezt a jelzést úgy tudatosítsuk, hogy ha elmarad a pólusjelölés, akkor is tudják, melyik a (+) és melyik a (-).

Egyenirányító: 

Ezeket a jelölési módokat beszéljük meg a tanulókkal, tudatosítsuk

bennük, tehát pl. tudják azt, hogy a  jel két függő-

leges vonala az akkumulátor, vagy galvánelem két elektródját jelképezi,
s i. t. A továbbiakban aztán használjuk következetesen ezt a jelölést,

és pl. a lapos zseblámpa elemet se jelöljük a kontur-rajzával: 

A kapcsoló-vezetéseket lehetőleg függőleges és vízszintes vonalak jelezzék, mert így a legáttekinthetőbb a rajz.

A jelölések közé betűk is tartoznak, ezek közül is a szabvány által előírottakat használjuk. Ahol a szabvány két változatot is megenged, ott a tankönyvben használatos jelet alkalmazzuk. Tudatosítsuk a tanulóban, hogy ha a fizikai egység valamelyik tudósról van elnevezve, (Amperè, Volt, Coulomb, stb.) mint egységet jelentő elnevezést kis kezdőbetűvel írjuk (ampér, volt, coulomb), viszont a jelét (A, V, Cb), nagy betűvel.

A táblai rajz felépítése. A táblai vázlaton szereplő rajzok tekintetében didaktikailag legjelentősebb mozzanat a rajz felépítése.

A rajz ábrázol és emlékeztet, de ezen kívül magyaráznia és megértetnie is kell.

A táblai rajzok legtöbbje a tanár magyarázatát teszi szemléletessé, érthetőbbé. Ez az elsőrendű feladata, s csak másodsorban az, hogy a szereplő kísérletet, kísérleti eszközt rögzítse a táblán s a tanuló füze-

tében. Éppen ezért nem mindegy, hogy hogyan kerül fel a táblára. Ha a tanár nekilát és az eszközt, vagy kísérletet egyszerre felrajzolja a táblára, s azután félre áll, mondván hogy: „Na, most ezt rajzoljátok le”, ezzel nemcsak igen fontos oktatási lehetőségtől esett el, de még esetleg rontott is azon az eredményen, amit magyarázatával és kísérletével elért. Mert a tanuló ott lát maga előtt egy készrajzot, amelyet készülés közben a tanár részben el is takart. A kész rajzról már nem tudja megállapítani, melyik része készült előbb, melyik később? Mi ábrázolja pl. egy folyamat elejét, vagy végét? Milyen a rajzon az összefüggések irányulása, A és B kapcsolatát látja, de nem biztos, hogy meg tudja állapítani, melyiktől indul a kapcsolat a másik felé. Tehát pusztán a lerajzolás helytelen sorrendje megbontja a tanuló tudatában annak a építménynek a rendjét, logikáját, amit a tanár magyarázatával felépített. Súlyosbítja a helyzetet még az, hogyha a tanuló már az iskolában az órán nem tudja, mi a rajz logikus mondanivalója, otthon, esetleg 1—2 nap múlva előszedvén a füzetet, még kevésbé tud visszaemlékezni a dolgokra.

Előnye a táblai rajz helyes felépítésének az is, hogy egyes lépésekhez fűzött magyarázat során a tanár felhívja a tanuló figyelmét az eszköz vagy jelenség olyan részleteire, amelyek a kísérlet során esetleg elkerülték figyelmét. A rajz felépítése során a tanuló szinte még egyszer átéli azt, amit a kísérlet bemutatása során tapasztalt.

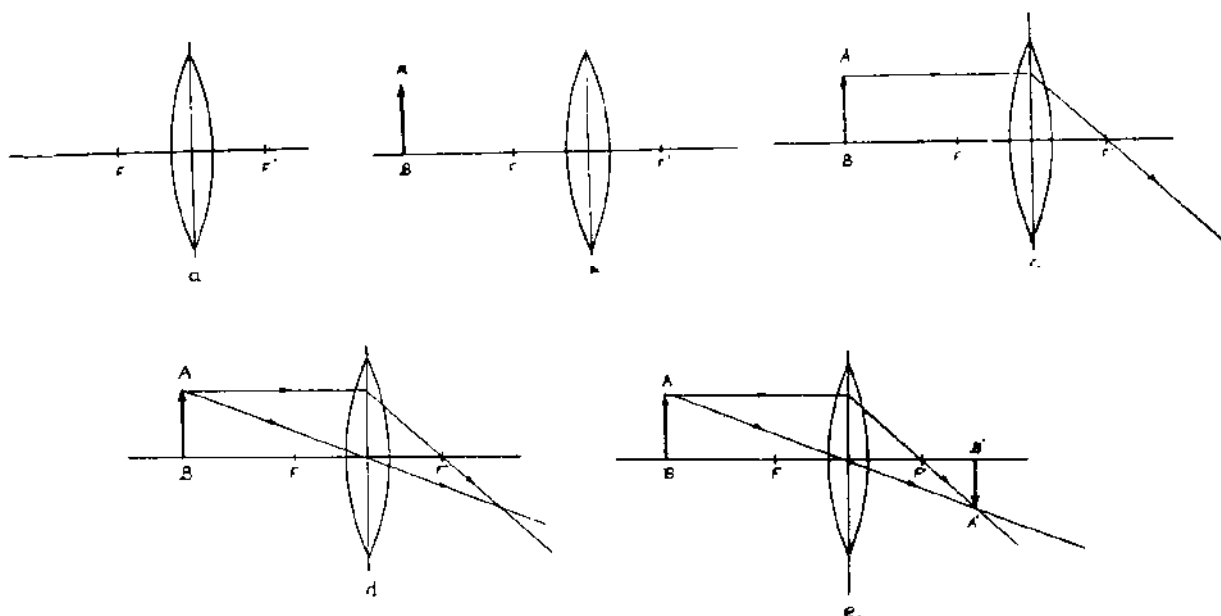
Mindez elsősorban olyan rajzokra vonatkozik, amelyek folyamatot ábrázolnak, de a legtöbb fizikai rajz ilyen, hiszen maga a fizika tudománya is a természetben lejátszódó folyamatokat és azok törvényeit kutatja.

A rajz felépítése azt jelenti, hogy a jelenség, a folyamat ismertetése során a rajznak mindig az a részlete kerül fel a táblára, amelyik az ismertetett jelenség-részlet megértéséhez szükséges.

A rajz felépítésére, annak magyarázó, folyamatot megértő jelentőségére nézzünk egy példát: gyűjtőlencse képalkotásának szerkesztését. A magyarázatot természetesen csak vázlatosan adom, csupán annyit, amennyi a megértéshez kell.

Elsősorban felrajzoljuk a gyűjtőlencsét és a főtengelyt. (9. rajz a.) Ezek felrajzolási sorrendje lényegtelen.

Elhelyezünk a lencse egyik oldalán egy tárgyat. Legyen ez egyszerűség kedvéért egy, a főtengelyen álló nyíl. (9. rajz b.) Szerkesszük meg először a nyíl végső (A) pontjának a képét. Az A pontból minden irányban kiinduló fénysugarak közül megrajzolom azt a kettőt, amelynek útját a lencsén való megtörés után is ismerem, vagyis a főtengellyel párhuzamosan futó, s a lencse után a gyűjtőponton átmenő sugarat (9. rajz c.), és a lencse középpontján irányváltozás nélkül áthaladó sugarat (9. rajz d.) Ez a két fénysugár a lencse után metszi egymást és itt keletkezik az A pont Á képe. Ugyanígy megszerkeszthetnénk az összes többi pont képét is, de ez jelen esetben felesleges, mert a tengelyre merőleges tárgy képe is merőleges lesz a tengelyre, tehát mindjárt



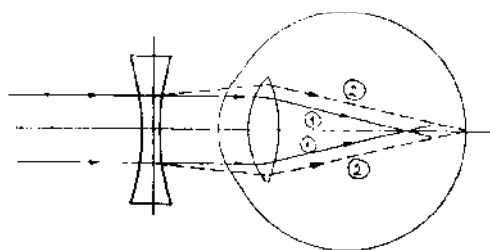
9. rajz.

megrácsolhatom az egész képet (9. rajz e.) Ez a kép fordított, valódi... stb., stb. A két fénysugár megrácsolási sorrendje nem döntő.

De a táblán végül is nem egy ilyen képsorozat lesz, hanem csak egy, a 9/e. Ha a tanuló előtt a tanár nem így építi fel a rajzot, minden részlet után lerajzoltatva a megfelelő, a továbbjutást jelentő vonalat, hanem lerajzolja az egészet egyfolytában, s aztán „ráereszti” a gyerekeket, hogy most rajzolják le, megtörténhet pl. hogy a tanuló a lencse és a tengely lerajzolása után pl. a két nyilat rajzolja, ami biztos jele annak, hogy az egészet nem érti, s így a füzetbeli rajz már otthon sem segít neki.

Ezért a rajzadási sorrend fontosságát — ahol ez ténylegesen fennáll — igen nyomatékosan hangsúlyozzuk.

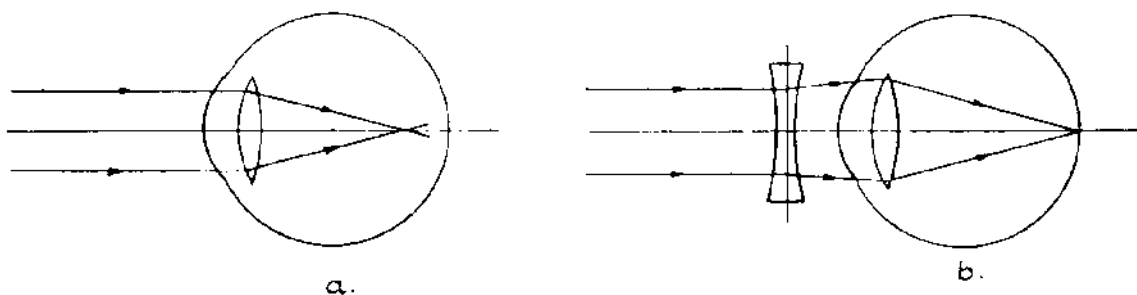
Ha valami okból a rajz könnyen félreérthető, a rajzadási sorrendet a vonalak mellé írott számokkal jelölhetjük. Ilyen esetben fordulhat elő pl. a szem hibáit tárgyaló rajznál, ha — mint azt a tankönyv is teszi — az eredeti és a javított fénysugármenetet egy ábrán mutatjuk be.



10. rajz

Ez esetben ilyen lenne a rajz. (10. rajz.)

Nyilvánvalóan itt sorrendi szempontból a legfontosabb a két sugármenet, a szórólencse odahelyezése előtti és utáni. Ezért ezeket kell megszámozni. Ennél az esetben azonban helyesebb és félreérthetlenebb, ha két rajzot készítünk, (11. rajz a. és b.) noha ez több időt igényel.

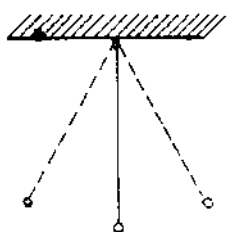


11. rajz

Az itt hangoztatott alapelveket szinte rajzról-rajzra mérlegelni kell, s mindig a legjobbnak mutatózó módot kell kiválasztani — természetesen már az órára való felkészülés idején.

Mozgás ábrázolása. A táblai rajz egyik legnagyobb problémája, hogy a rajz statikus, főleg állapotokat lehet kifejezni vele, a fizikai jelenségek pedig általában folyamatok, tehát az esetek egy jó részében folyamatokat, változásokat, mozgásokat kell ábrázolni.

Ezt természetesen csak áthidaló megoldásokkal sikerül, s általában kétféleképpen szokták véghezvinni: a mozgás két-három legjellegzetesebb pillanatát rögzítik egy rajzon, még pedig általában úgy, hogy az alaphelyzetet vagy a legstabilabb helyzetet folytonos vonallal, a többit szaggatott vonallal jelzik. Így ábrázolható pl. az ingamozgás, amikor (12. rajz.) is az ingát nyugalmi helyzetében ábrázoljuk folytonos vonal-



12. rajz

lal, és két szélső helyzetében szaggatott vonallal. Hasonló módon ábrázolható pl. az a jelenség, amikor a mérőhenger segítségével térfogatmérést végzünk úgy, hogy a hengerben lévő vízbe mártjuk a mérendő térfogatú testet. A víz eredeti felszínét folytonos, a felemelkedett meniszkuszt szaggatott vonallal jelöljük.

A mozgás, változás ilyen ábrázolása azonban csak egyszerű, kevés vonalból álló rajz esetén lehetséges, amelyek könnyen áttekinthetők és megérthetők maradnak.

Ha a rajz eleve komplikáltabb, vagy maga a mozgás is komplikáltabb, esetleg olyan, hogy több helyzetet, fázist kell ábrázolni, ez esetben az egyes fázisokat külön rajzokon kell szemléltetni. Ilyen pl. a négyütemű Otto motor működésének ábrázolása. Itt elkerülhetetlen, hogy mind a négy ütemet ne ábrázoljuk, de ez egy rajzon lehetetlen. Ezért — amennyire csak lehet, leegyszerűsítve — négy kis rajzot kell készítenünk.

Egyes esetekben, amikor a rajzon a konturvonalak nem változnak a mozgás következtében (pl. egy kerék forgása esetén), a mozgás meglétét és irányát nyíllal jelöljük. (A vonalas-mozgásokat egyenes, a forgómozgásokat körív alakú nyíllal.)

Axonometrikus ábrázolás. A táblai rajzon, egész kivételes esetektől eltekintve, síkban ábrázolunk. Axonometrikus, tehát térszerű ábrázolás tehát nem is nagyon szükséges, ahol a megértetés kedvéért mégis előnyös, ott ezeken a helyeken a tankönyv rendszerint közöl ilyen képet, s ezek kellőképpen útbaigazítják a tanulókat.

Ha elkerülhetetlen, akkor is csak a legegyszerűbb geometriai alakokkal dolgozzunk, még az esetben is, hogyha a mi rajzkészségünk magas fokú, és komplikáltabb térbeli, fényképszerű rajzok készítésére is alkalmas. Mert ne feledjük el, a gyerekeknek mindent le kell rajzolniuk a füzetükbe, ami a táblai vázlaton van, az ő rajzkészségük pedig nem eléggé fejlett ilyen ábrák helyes és gyors lemásolására.

Arra pl. vállalkozhatunk, hogy axonometrikusan ábrázoljuk az egyenes vezető körül koncentrikusan elhelyezkedő, mágneses erővonalakat jelző vasreszeléket, mert itt végül is csak egy négyzet alakú papírlap, és rajta koncentrikus körök vízszintes síkban való ábrázolásáról van szó.

De egy kartonlapon átfűzött szolenoid mágneses terének térbeli ábrázolására már — a tanuló rajzkészsége miatt — ne vállalkozzunk. Ezt a kísérlet bemutatása után — ábrázoljuk inkább felülnézetben.

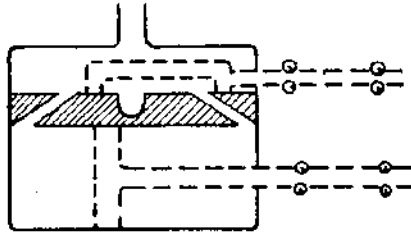
Grafikonok. Végül meg kell emlékeznünk egy olyan ábrázolási mód felhasználásáról, amely általános iskoláinkban még elég ritka, pedig a műszaki (és tudományos) életben egyre nagyobb teret hódít. Ez a grafikonokban való ábrázolás. Kívánatos, hogy a tanulókat hozzászoktassuk a mennyiségek összefüggéseinek grafikus ábrákból való megértéséhez. Ez annál is szükségesebb, mert az összefüggések matematikai megfogalmazása az általános iskola tanuló részére még nagyrészt megközelíthetetlen.

Grafikonokat főleg akkor alkalmazzunk, ha valamilyen mérőkísérletet végzünk az osztályban. A mért adatokat feljegyeztetjük a tanulókkal a füzetükbe (egy tanulóval a táblára) s aztán megrajzoljuk a vízszintes és függőleges tengelyt — vagyis a derékszögű koordináta-rendszert — megválasztjuk a két tengelyen a megfelelő léptéket, aztán felvisszük a mért adatokat a síkra, s végül az így kapott pontsort összekötjük az értelemszerűen adódó vonallal. Ezután minden esetben példán is illusztráljuk a grafikon felhasználásának módját.

Rajzos mozgó szerkezetek. A táblára nemcsak a táblavázlat kerülhet, hanem minden olyan „műfogás” céljára is segítségül vehetjük, ami az anyag megértését elősegíti.

Így egyes esetekben „rajzos mozgó szerkezetek” alkalmazása is segíthet magyarázat közben. Ezek lényegét egy-két példával mutatom be, alkalmazhatóságuk területének nagysága a fizika tanár fantáziájától függ.

A gőzgép hengerének és elosztóművének működését egy erre a célra készült kísérleti eszközön, egy hosszmeteszet-modellen szoktuk bemutatni. Ez azonban meglehetősen kicsiny, az utolsó padokban már nem lehet jól látni. Felrajzoljuk tehát a henger és elosztómű keresztmetszetét a táblára elegendő nagyságban, de a dugattyú és a tolattyú nélkül. (13. rajz.)

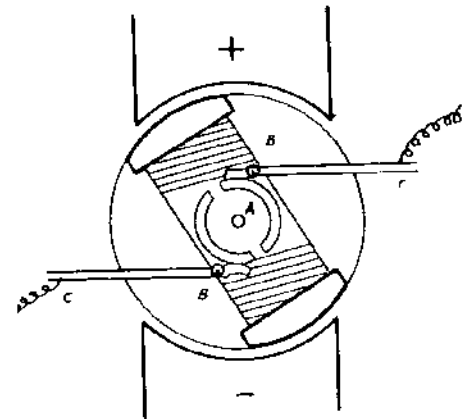


13 rajz

A rajz méreteihez illő dugattyút és tolattyút kemény papírból (triplex, stb.) kivágjuk, és a rajz szerint úgy erősítjük rajzszegek közt a táblához (szaggatott vonal ábrázolja), hogy a tábla síkján jobbra-balra elhúzhatók legyenek. Így kézzel mozgatva, eltolva megfelelő állásba a dugattyút és a tolattyút, a gőzgép hengerének működését jól (és láthatóan) megértethetjük.

Hasonló módon lehet pl. megértetni az egyenáramú generátor mű-

ködését. Ennél a táblára jó nagy méretben felrajzoljuk a mágneset (14. rajz.) A mágnes pólusai közé korong alakú fekete kartonlapot rajzszegezünk (A), amelyen fehérrel fel van rajzolva a forgó rész, a tekercseléssel és a kommutátor szeletekkel. A keféket és elvezetésüket (B) megfelelő kartonból kivágva úgy erősítjük a táblához (C), hogy alattuk a B korong, vagyis a forgó rész, a rotor kézzel forgatható legyen. Az áramkör további részét ismét krétával rajzoljuk fel a táblára. Ezzel a mozgó ábrával a generátor működését és a kommutálás szerepét jól meg lehet értetni.



14. rajz

Így lehet demonstrálni a négyütemű Otto motor működését, ahol is a dugattyút és a két szelepet készítjük el mozgathatóan; a kétütemű benzinmotort, mozgó dugattyúval; forgótekercses árammérőt; a köpüs légszivattyút (mozgó dugattyúval és szelepekkel) stb., stb.

Ne feledjük azonban, hogy ezek a rajzos mozgó szerkezetek demonstrációk a táblán, tehát nem részei a táblai vázlatnak. Épp ezért ezekhez szükséges rajz megrajzolását és a mozgó részek felerősítését az előző napi előkészület során elvégezhetjük, de ezek mellett mindazt, amit a tanuló füzetében is látni akarunk, a táblai vázlatban magunknak is le kell rajzolnunk. A rajzos mozgó szerkezeteket ne rajzoltassuk a tanulókkal, a rajz felépítéséről elmondottak alapján sc.