NÉHÁNY DEMONSTRÁLÓ ISKOLAI ESZKÖZ.

(A IV. táblával.)

Közli Fuchs Károly tanitó Pozsonyban.

1. Kételü mérleg.

Képzeljünk vízszintes deszkát, melynek hossza vagy 1 m., szélessége pedig 2 dm. Alsó lapjának közepében van két hosszu él s_1 és s_2, körülbelől $e = 1$ dm.-nyi távolságban egymástól. A deszka súlya legyen p, súlypontjának távolságai a két éltől pedig legyenek y_1 és y_2. Q legyen a teher, melynek súlypontja x_1 és x_2 távolságban van s_1 és s_2-től, úgy hogy

$$x_1 + x_2 = e \qquad y_1 + y_1 = e$$

Balra s_1-től van egy balra menő skála, melynek zéröpontja n_1 távolságban van s_1-től. Egy mozgó-suly p segitségével a p és Q terheket az s_1 él felett ellensúlyozzuk és leolvassuk a mozgó-súly jobb szélének távolságát α_1 a zéróponttól. A mozgó-súly súlypontja azonban z_1 távolságban van a súly jobb szélétől. Az egyensúly feltétele

$$p\,(n_1 + \alpha_1 + z_1) = Q\,x_1 + q\,y_1$$

Ha a két terhet a jobb oldalon is ellensúlyozzuk p segitségével s_2 felett, akkor még egy egyenlőséget nyerünk

$$p\,(n_2 + \alpha_2 + z_2) = Q\,x_2 + q\,y_2$$

A két egyenletnek összege

$$p\,(n_1 + n_2 + \alpha_1 + \alpha_2 + z_1 + z_2) = Q\,(x_1 + x_2) + q\,(y_1 + y_2)$$

Itt $z_1 + z_2$ egyenlő a mozgó-súly szélességével, b-vel. Ha a két zérópontnak egymástóli távolsága = m, akkor $n_1 + n_2 = m - e$ és a fentebbi képlet igy is irható

$$p\,(m - e + \alpha_1 + \alpha_2 + b) = Q\,e + q\,e$$

Látjuk, hogy az éleknek és a súlypontoknak fekvése a skálához e képletben nem szerepel. Hogyha p, q, e és b adva van, akkor m mindig úgy választható, hogy

$$p\,(m - e + b) = q\,e$$

Akkor a fentebbi képlet egyszerübben így irható

$$1)\quad p\,(\alpha_1 + \alpha_2) = e\,Q$$

A skála szerkesztésében hosszegységyül az e szolgálhat, mint az a gyorsmérlegnél használatos. Ha továbbá a mozgó-súly p = 1, pl. 1 kg., akkor a képlet egyszerübben így irható

$$2)\quad Q = \alpha_1 + \alpha_2$$

Ha tehát a terhet tetszés szerint a mérlegre a két él közé teszszűk, akkor a súlya egyszerüen a két leolvasásnak összege.

A súly-meghatározás akkor is a képlet szerint történik, ha p = e. Ha tehát az élek távolsága e deciméterben van adva, pl. 0·988 dm., akkor a mozgó-súlynak 0·988 kg.-ot adunk, ha a képlet szerint mérni ekarunk.

A skálát legegyszerübben a következő módon szerkesztjük. Ha q a deszkának súlya, akkor ez elméletileg két teherre, q_1 és q_2-re bontható fel, melyek az élek felett feküsznek. Akkor áll:

$$q_1 = \frac{y_2\,q}{e} \qquad q_2 = \frac{y_1\,q}{e} \qquad q_1 + q_2 = e$$

Megfelelően a Q teher is két teherre bontható fel, úgy, hogy

$$Q_1 = \frac{Q\,x_1}{e} \qquad Q_2 = \frac{Q\,x_2}{e} \qquad Q_1 + Q_2 = Q$$

A jobboldali zéró pontot úgy határozzuk meg, hogy $p = 1$ kg. mozgó-súlylyal a meg nem terhelt deszkát, vagyis a q_1 terhet s_2 felett ellensúlyozzuk és a mozgó-súly bal szélét a deszkán megjelöljük. Ez a jobboldali zérópont, és irhatjuk

$$3) \quad q\,y_2 = (n_2 + z_2)\,p$$

Az n_2 és z_2-nek jelentése a régi. Ha a baloldalon épen úgy járunk el, akkor lesz

$$4) \quad q\,y_1 = (n_1 + z_1)\,p$$

Mindkét képletben valamennyi mennyiség, p kivételével, ismeretlen.

Ha ekkép a két zérópont meg van határozva, mérlegre a két él közé egy ismeretlen terhet, 1, 2, ... n kg-ot fektetünk és ismételjük a két ellensúlyozást. Ekkép két új jelet és két új egyenletet nyerünk:

$$5) \quad n\,Q\,x_2 + q\,y_2 = (n_2 + \alpha_2 + z_2)\,p$$
$$6) \quad n\,Q\,x_1 + q\,y_1 = (n_1 + \alpha_1 + z_1)\,p$$

A két képlet összeadása által lesz:

$$7) \quad n\,Q\,e + q\,e = (n_1 + n_2 + \alpha_1 + \alpha_2 + z_1 + z_2)\,p$$

Megelőző két egyenlet, 3 és 4 összeadása által pedig lesz

$$8) \quad q\,e = (n_1 + n_2 + z_1 + z_2)\,p$$

Kivonás által lesz 7 és 8-ból

$$n\,Q\,e = (\alpha_1 + \alpha_2)\,p$$

vagy, miután $Q = p = 1$ kg.

$$n\,e = \alpha_1 + \alpha_2$$

A jobboldali és a baloldali jeltávolságok összege tehát egyenlő a $z + n$-szeres éltávolsággal. Miután a képlet azt tételezi fel, hogy $e = 1$, azaz hogy e a skálának hosszegysége, az α_1 körző segitségével át lesz vive jobbra, α_2 pedig balra, úgy hogy mindkét oldalon lesz $\alpha_1 + \alpha_2 = n$ és e hosszak alapul szolgálnak a két skála megszerkesztésében.

Az ily szerkezetü mérleg aránylag nagyon érzékeny. Oka annak abban fekszik, hogy a súlypontok magasan feküsznek az élek felett, úgy hogy a mérleget mindég labilis egyensúlyba hozzuk.

Ugyanazon egy mérlegen nagyobb és kisebb mozgó-súlyt alkalmazhatunk, csakhogy mindegyikök külön skálát igényel.

A kétélü mérleget úgy is kezelhetni, hogy egyetlen egy leolvasás adja a teljes súlyt Q. Egy terhet Q_1 kissé balra s_1-től a mérlegre teszünk és egy segédsúly Q_2 segitségével ellensúlyozzuk s_1 felett. Ha Q_2 kicsiny, akkor az egyensúly könnyebben áll helyre, minta Q_1-et magát mozgatjuk. Ha q, Q_1 és Q-nak karjait y_1 x_1 és x_2-vel jelöljük és Q_2 jobbra fekszik s_2-től, akkor áll

$$9)\quad Q_1 x_1 = q y_1 + Q_2 x_2$$

A nélkül, hogy valamit változtatnánk, e három terhet a p mozgósúlylyal ellensúlyozzuk s_2 felett. A momentumok képlete akkor a régi jelzés mellett:

$$10)\quad Q_1 (x_1 + e) + q (e - y_1) = p (n_2 + \alpha_1 + z) + Q_2 (x_2 - e)$$

Ha a fentebbi képletet kivonjuk, lesz

$$Q_1 e + q e = p (n_2 + \alpha_1 + z) - Q_2 e$$

Hogyha a skála elkészítésénél egységül e szolgál, ugy hogy a képletben e = 1, vagy ha p = e, akkor lesz e képletből:

$$Q_1 = \alpha_1 + (n_2 + z_2) - (Q_2 + q)$$

Már most n_2 vagy a skálának kezdőpontja mindég úgy választható, hogy lesz $n_2 + z_2 = Q_2 + q$, mikor aztán

$$Q_1 = \alpha$$

A megfelelő n_2-t pedig empirikus módon úgy találjuk, hogy teszszük $Q_1 = o$, úgy hogy kezdetben a deszka csak Q_2 segitségével lesz ellensúlyozva s_1 felett. Ha azután p-vel ellensúlyozunk s_2 felett, akkor p-nek bal széle adja a skála zéropontját, azaz n_2-nek végpontját.

Ezen egyoldalu mérésnél az alapgondolat az, hogy Q_2 segítségével a tömegek közös súlypontját s_1-be helyezzük, tehát állandó távolságba (e) s_2-től; azután s_2 egy közönséges gyorsmérleg tengelye gyanánt szerepel.

A mérleget Ferd. Ernecke Berlinben késziti.

2. *Interferáló ingák.*

Az együttzengés tudvalevőleg azon alapszik, hogy egy külső hangnak lengési ideje összeesik valamely tárgy tulajdon hangjának lengési idejével. Az együttzengésnek ezen alapgondolatját a következő módon illustrálom két ingával.

Két vékony, keskeny, vagy 1·5 m. hosszu lécz tetszőleges távolságban egymástól úgy van felfüggesztve, hogy egy sikban leng. Össze vannak pedig kötve vagy egy czérnaszállal, melynek közepe kis terhet hord, vagy pedig nagyon vékony sárga réz-dróttal, melyen 2—3 nagyon tág csavarmenet van. Az egyik inga nehéz fémlencsét hord, mely úgy van megerősítve, hogy a két inga közel egyidejü. Ha a nehéz ingát lengésbe hozzuk, akkor a könnyü inga kezdetben mindig nagyobb-nagyobb lengéseket tesz, melyek azonban nem sokára megint kisebbek-kisebbek lesznek míg az inga teljesen megáll. Erre a lengések újra kezdődnek stb. Csak ha a két inga synchron, akkor állandók és nagyok a könnyü ingának lengései.

3. *Ékkészülék.*

A jelenleg használatban levő ékkészülékeknél mérésről szó sem lehet. Jobbat nem igen mondhatni róluk, mint, hogy hozzávetőleges becslést engednek.

Én a következő készüléket használom. Egy vízszintes deszkán két függőleges, 3 dm. magasságu rugalmas fa- vagy aczéllemez van megerősítve, melyeket szét lehet hajlítani. Az egymástóli távolságuk lehet tetszés szerint akár $= 0$, akár egy deciméter. Felső végükön a rugók egy-egy csigát hordanak, melyeknek korongjai egy sikban feküsznek.

Ha a korongoknak átmérője 5 cm.-nél kisebb, a készülék nem elég érzékeny. Az ékek állhatnak vékony pléhből vagy kemény papirból, hosszuk pedig lehet vagy 1·5 dm. Alsó végükön át vannak furva, hogy könnyü horog segitségével súlyokat lehessen oda aggatni. Az egyik rugón vízszintes fémív van megerősítve, mely empírikus skálát mutat. A másik rugó állásából leolvassuk az erőt, mely a két végét szétfeszíti. Ha egy éknek két élszerü lejtőjét a csigák barázdáiba illesztjük és a súlytalannak vehető éket súlyokkal megterheljük, akkor a skálán szépen leolvashatjuk az oldalnyomást.

A készüléket Ferd. Ernecke Berlinben állítja elő.

4. Lejtő.

A készűlékek, melyeken az iskolákban a lejtő törvényeit bemutatjuk, a hajlás szögét rendesen mérik, nem azonban ennek sinusát vagy cosinusát. Pedig a képletekben csak az utóbbiak kellenek, az előbbeni nem. Továbbá a hosszak és a súlyok rendesen oly szabálytalan számok által vannak kifejezve, hogy az arányosságok épen nem szembe szökők. Végre az ellensulyozás nagyon kellemetlen, mert rendesen vagy az egyik, vagy a másik súly nagy zörejjel lezuhan.

Én a következő készüléket használom. Két, cm.-rekre osztott, 1 m. hosszú és vagy 8 cm. szélességü léczнek két vége úgy van összekötve, hogy az egyik lécz vízszintes, a másik függőleges. Egy harmadik épen oly hosszu és épen oly széles lécz lejtő gyanánt szolgál. Felső végéhez zsinor van megerősítve, mely a függőleges lécz felső vége felett el egy szorítóhoz vezet, úgy hogy a lejtőnek minden tetszőleges magasságot adhatni és a megfelelő sinust és cosinust egyenesen leolvashatni. A felső végein egy csavarrugó van megerősítve, mely rugómérleg gyanánt szolgál. A megfelelő skála egyenesen a lejtőre van irva. A teher teljes súlya 1 kg.; áll pedig egy ólomdarabból egy 30 cm. hosszu léczen, mely üveghengereken jár. A teher akkor sokkal mozgékonyabb, mintha kerekeken járna. Az erőt a rugó skáláján olvassuk le.

A készülék értéke abban áll, hogy egyszerü, hogy öntevékeny és hogy kerek számokat ad.

Gyártja a készüléket Ferd. Ernecke Berlinben.

5. *A fény visszaverődése és törése.*

Van az országban sok múzeum, melyet avatatlan kezek sok költséggel ügyetlenül összeállítottak. Hivatott utódoknak azután annyi pénz sem áll rendelkezésükre, hogy a legszükségesebb jót akár beszerezzék, akár sajátkezüleg elkészíthessék. Az utóbbi helyzetben levő tanitóknak szól a jelen közlemény.

Fényforrásul szolgál egy alacsony, vastag stearingyertya, gyertyatartó nélkül, melynek alsó vége késsel símára van vágva. Használhatni alacsony, lábnélküli petróleumlámpa lángjának élét. 2—3 dm.-nyire a fényforrástól egy magas, sima, hengeres, vízzel telt ivópoharat állítunk fel, mely hengerlencse gyanánt szolgál és a gyújtóvanalban a lángnak keskeny, hosszu, fényes képét adja. Egy más épen olyan poharat confocalisan az előbbenivel úgy állítunk fel, hogy belőle a fény mint vékony súgárszalag vízszintes haladással lép ki. E súgárszalag még 2 m.-nyi távolságban is párhúzamos súgárnyalábnak használható.

Czélszerü a fényforrást ernyővel ellátni, talán összehajtott pléhvel, melynek két széle 1 cm.-nyire áll el egymástól. Első pohárnak czélszerübb próbacsövet p használni, melyet dugasz segítségével deszkácskára ragasztottunk. Második pohárnak minél nagyobb átmérőjü főzőpoharat használunk. Külső falára diafragma gyanánt két nedves papirszalagot ragasztunk. Az egészet egy 5 dm. hosszu, 1 dm. szélességű deszkácskára állítjuk, hogy a sugárnak minden tetszőleges irányt adhassunk.

A visszaverődést a következő módon mutatjuk be. Nagy keménypapirra nagy szögmérőt rajzolunk, melynek csak minden tizedik fokát megjelölni már elégséges. A középponthoz keretnélküli tükröt vízszintesen állítunk, úgy, hogy két deszkácskát ⊤ alakban összeszegzünk és az egyikre a tükröt viasszal tapasztjuk. A beeső és visszaverődő súgár akkor nagyon világosan és élesen tűnik fel a fehér papiron még világos szobában is.

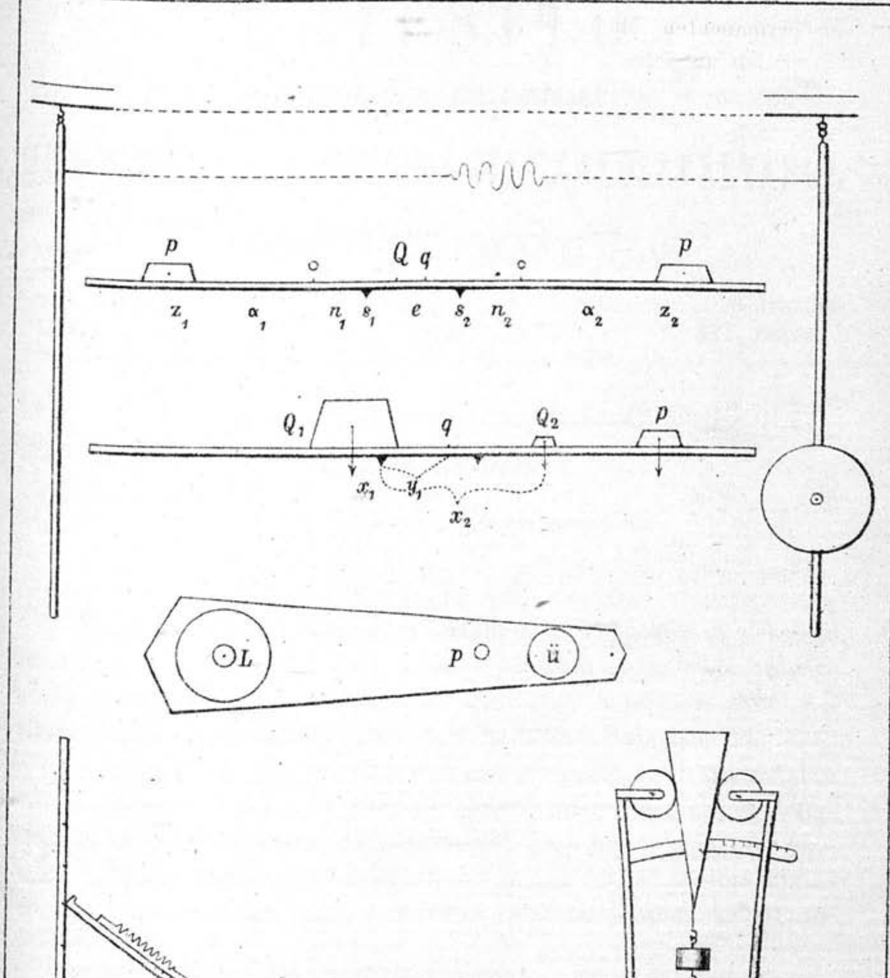
A homoru tükröt a következő módon mutatjuk be. Az üveges mester tűkörmaradékokból 3 cm. szélességü és 8 cm. magas tűkörkéket vág. Ezeket kis építőfákra ragasztjuk, milyenekkel a gyermekek játszanak. Erre a deszkácskát, melyen a lámpa áll, úgy szegezzük az asztalra, hogy a szeg feje felett elmegy a súgár és mi a szeg fejét tekinthetjük fényforrásnak. 1·5 m.-nyi távolságba egy nagy ív keménypapirt fektetünk, arra pedig focusnak egy krajczárt. Most egyenként úgy állítjuk (nem fektetjük) a tükörkéket, hogy a rájok vetett sugár a krajczárra verődik. A tükrök akkor ellipsis alakban állanak. Ha már most a szeg helyére gyertyát állítunk, a krajczárt pedig elvesszük, akkor igen szépen látjuk az egyes visszaverődő sugarakat a papiron; a góczpontban pedig fényes foltot adnak.

Szépen mutatkoznak a gömbtükör hibái, ha a tükörkéket köríven állítjuk fel. Könnyü két megfelelő tükröt is alakítani; az egyiknek gyújtó-pontjába állítunk gyertyát, a másiknak gyújtó-pontjában a sugarak gyűlnek.

A fénytörést úgy mutatjuk, hogy a sugarat excentrikusan egy nagy, vízzel telt jegeczcsészére vetjük, melynek fenekére kemény papirkorongot tettünk, mely alól ólommal van megnehezítve. A csészét egy kerek nyilásba állíthatjuk, melyet egy ív keménypapirba vágtunk, mely ív egy magasságban fekszik a vízben levő papirral. Akkor a papíron nemcsak a beeső és a tört sugarat, hanem esetleg az egész útat látjuk, melyet a szivárványtalkotó sugár egy vízcseppben befut.

Én kemény papirra 2 dm. átméretü kört szoktam rajzolni, melynek egy diametere a beesési merőlegest adja és melyben húrok vannak rajzolva, melyek 0·1, 0·2 . . . 0·9^{0}-nyi sinusoknak felelnek meg. A vízzel telt csészére megfordítva teszem a papirt, rá teszek vékony deszkát, és aztán az egészet megfordítom, úgy hogy a rajzon megfordítva, azaz szájjal lefelé áll a csésze. A törés törvénye úgy világosan látszik. Kellemetlen, hogy a fénysúgár útját mindig csak egy néző láthatja.

Tökéletesebb kivitelben e készüléket Ferd. Ernecke Berlinben gyártja.



Fuchs K. Néhány demonstráló iskolai eszköz.

Lith. Lehmann G. Brassó.