

VII,
E, 37809
C 4

like

37809, VII, 8, c

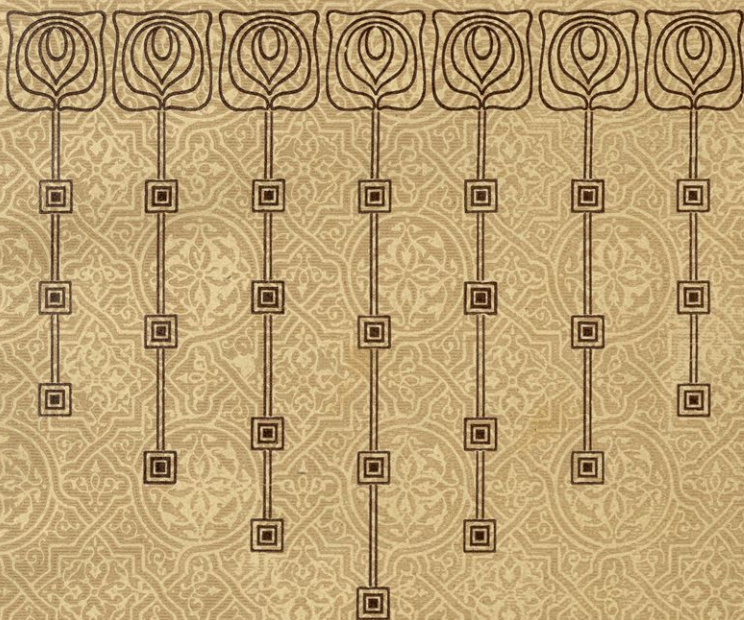


4.

DIDAKTIKA.

(Obče in posebno ukoslovje.)

Posebno ukoslovje prirodoslovnega
:: pouka v ljudski šoli. ::



Spisal šol. svetnik prof. France Hauptmann.

IV. del.

V Ljubljani 1912.

DIDAKTIKA.

(Obče in posebno ukoslovje.)

IV. del.

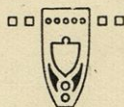
Posebno ukoslovje prirodoslovnega
pouka v ljudski šoli.

□□□□

Spisal

šolski svetnik, prof. France Hauptmann.

S slikami.



V Ljubljani 1912.

Izdaja „Slovenska Šolska Matica“. — Natisnila „Učiteljska
tiskarna“ v Ljubljani.

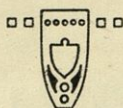
Posebno ukoslovje prirodoslovnega pouka.

□□□□

Spisal

šolski svetnik, prof. France Hauptmann.

S 17. slikami.



V Ljubljani 1912.

Izdaja „Slovenska Šolska Matica“. — Natisnila „Učiteljska
tiskarna“ v Ljubljani.



030027284

I. Zgodovinski uvod.

Do začetka novega veka je vladal po evropskih kulturnih državah v vseh izobraževalnih zavodih in v vseh krogih duševnega življenja po Aristotelu zasnovan filozofski sistem, ki je popolnoma preziral dejanske razmere v prirodi. Modrijani tistih časov se niso brigali za to, kakšni da so prirodni odnošaji, temveč so se zanašali le na Aristotelove izreke. Na podlagi izmišljenih ali samovoljno opredeljenih pojmov so ugibali brez konca in kraja, kakšni bi morali ali utegnili biti ti prirodni odnošaji. Nič jih ni motilo, da so vsakdanje izkušnje nasprotovale njihovim naukom; bilo jim je za besedo, ne za stvar, za formalnost, ne za realnost.

Ta nenaravni sistem so omajali s svojimi epohalnimi deli Kopernik (1473—1543), Bacon Verulamski (1561—1626), Galilei (1564—1642), Kepler (1571—1631) i. dr. Uveljavili so načelo: Podlaga vsej vednosti bodi izkustvo. Ustvarili so znanstvenemu raziskavanju novo izkustveno ali induktivno metodo in odtlej se razvija prirodoznanstvo kot samostalna veda. Opazovanje prirodnih prikazni in iznajdba fizikalnega poizkusa sta ji glavni opori.

To načelo je v kratkem času prešinilo tedanje mislece, tako da je že Amos Komensky (1592—1671) spoznal potrebo, sprejeti prirodozlovni pouk med šolske predmete nižjih šol. Njegovi nazori in nasveti o tem pouku so bili povsem jasni in so večinoma še zdaj merodajni, zlasti načelo nazornosti in opazovanja.

Toda uresničili so se v sledečem stoletju le prav izjemoma. Med te izjeme je šteti Komenskega sodobnik, vojvoda Ernest Pobožni, ki je v kneževini Gotha l. 1642. uvedel, menda prvi v Evropi, prirodoslovni pouk v ljudske šole.

Koncem 17. in začetkom 18. stoletja se poprimejo pietisti Avgust Hermann Francke Komenskega idej, njim slede v pospeševanju prirodoslovnega pouka filantropi Jean Jaques Rousseau, Joh. Bernhard, Basedow. Veleposestnik Friderik Eberhard pl. Rochow je l. 1772. na Braniborskem uvedel prirodoslovje v svoje vaše šole, ki so zaslovele daleč na okrog.

Priznati se mora, da se je v Nemčiji najprej uvaževal v nižjih šolah prirodoslovni pouk. In mi smo danes priče njega velikanske moči!

V Avstriji se je za cesarice Marije Terezije prvič odredil skromen prostorček temu predmetu. S splošnim šolskim redom iz leta 1774. se je uvedla trohica prirodoslovnega pouka v takrat zasnovane normalne in glavne šole (Felbiger, Methodenbuch 1775, Kindermann), v trivialke ni segel in v nekaterih kronovinah ga še celih sto let ni bilo v nižje šole. Šele državni šolski zakon z dne 14. majnika l. 1869. je enkrat za vselej odprl vrata realijam, torej tudi prirodoslovju v vse ljudske in meščanske šole. Žalibog, da se je ta zakon različno izvajal v različnih kronovinah in različni razvoj šolstva vobče nam je zanesljivo merilo, kako se pospešuje prirodoslovni pouk tu in tam. Imamo kronovin s krasno razvitim nižjim šolstvom, a tudi takih, koder meščanskih šol še najti ni.

Metodika prirodoslovnega pouka se je razvijala prav počasi, dasi ji je že Komensky bil odkazal naravno pot; pietisti in filantropi so nekoliko v njej napredovali, uvažujoč Komenskega zahtevo, da bodi začetek vsej naši vednosti realno naziranje, ne pa ustno predavanje o prirodoslovnih predmetih.

Proti koncu 18. veka metodika očitno propada, dasi je prirodoslovje kot veda znatno napredovalo. Začeli so prirodoslovni pouk snovati na suhoparna opredeljenja (definicije) prirodoslovnih pojmov, ki seveda učencu ni bistrilo niti duha niti mu ni razgrevalo srca. Še manj je to zamogla matematična metoda, ki je mlade duhove davila z nerazumljivimi formulami in enačbami. Oboje je uničevalo v mladini zanimanje ter rodilo mržnjo do prirode. Hoteč odstraniti to napačnost so zablodili ravno v nasprotno zmoto. Nadejaje se, da utegnejo izmišljene bajke, zabavne pritikline, izrazi občudovanja i. t. d. bolj uspešno zbujati veselje do tega uka, so pripovedovali učencem pri prirodoslovnem pouku take reči. No, ta žlobodra je ostala neplodna, ker je bila nenaravna. Brezuspешnost je izvirala iz nedostajanja metodiško zasnovanih učnih knjig po eni in dovolj izobraženih učiteljev po drugi strani. Šele v 19. stoletju so krenili na boljšo pot. Izvanredni napredek, ki so ga prirodoznanstvene vede doživele v tem stoletju, je pospešil razvoj zdrave metode. Ona je plod vzajemnega delovanja učenjakov fizikov in pa praktičnih, temeljito izobraženih učiteljev. Med temi-le stoji na prvem mestu Adolf Diesterweg, ki je s svojo knjigo (Wegweiser 1835. l.) prouzročil preporod v metodiki malodane vseh učnih predmetov. Za njim je dr. Johannes Crüger¹ (od l. 1850. dalje) z ostro kritiko šibal napake tedanje prirodoslovne metode ter postavil poizkus na čelo fizikalnega pouka. Bil je v tej metodiki merodajen za dobra tri desetletja. Med tem časom je A. Stöckhardt² (od l. 1845. dalje) učil poljudno obde-

¹ Dr. Johannes Crüger. Die Physik in der Volksschule. (Gl. slovstvo v XVII. pogl.)

² A. Stöckhardt. Die Schule der Chemie als erster Unterricht in der Chemie, versinnlicht durch einfache Experimente (1845). 21. Aufl. von Lasser-Khon, 1908. Braunschweig, Vieweg, K 8'40.

lovati kemijo, dr. Rudolf Arendt¹ (od l. 1867. naprej) in dr. Ferd. Wilbrand² pa sta določila načela metodi kemijskega pouka.

V Avstriji je v tej stroki prvi deloval dr. Evgenij Netoliczka (od l. 1852. dalje³) in v obči pedagogiki dr. G. A. Lindner. Ta-le in njih sodobniki stoje še na stališču, da zavzemaj v prirodoslovnem pouku fizikalni poizkus prvo mesto. Za njimi pa so plodonosno pospeševali razvoj metodike Herbart, Ziller in njih somišljeniki s „formalnimi stopnjami“, ki stavijo fizikalni poizkus na srednje oziroma zadnje mesto, Junge pa s svojimi „živlenskimi skupinami“, ki po posebnih načelih izbirajo in razvrščajo učno stvarino.

V zadnjih dvajsetih letih pa se je zopet izvršil prevrat v prirodoslovnem pouku. Severna Amerika in Angleska sta prvi začeli gojiti prirodoslovno in tudi druge stroke prirodoznanstva na podlagi poizkuševanja, ki ga izvajajo učenci sami.

¹ Dr. R. Arendt. Über den Unterricht in der Chemie an höheren und niederen Schulen. Leipzig, 1867. Klinkhartl. K 072.

— — — Methodischer Lehrgang der Chemie. Durch eine Reihe zusammenhängender Lehrproben dargestellt. Halle a. S. 1887. Kal. Waisenhaus, K 432.

— — — Didaktik und Methodik des Chemie-Unterrichtes. München, 1895. Beck, K 216.

² Dr. Ferd. Wilbrand. Über Ziel und Methode des chemischen Unterrichtes. Ein Beitrag zur Methodik. (1881.) 2. Aufl. 1900. Hildesheim, Lax. K 144.

— — — Leitfaden für den methodischen Unterricht in der Chemie. 9. Aufl. 1908. Hildesheim, Lax. K 432.

³ Dr. Eug. Netoliczka. Methodik des physikalischen Unterrichtes an Volks- und Bürgerschulen. Wien. Pichlers Witwe & Sohn. 1879. fl. 1.—.

— — — Experimentierkunde für Lehrer an Volksschulen. Wien. Pichlers Witwe & Sohn. 1879. fl. 1.—.

Napredek je zagotovljen; veda in nje metoda morata napredovati.¹ To potrjuje zgodovina človeškega izobraženja. Njiju razvoj je tako silen, kakor sila plime. Veda ni nič drugega nego do gotove stopnje razvit učinek prirodnih sil in kot takšna si je v izobraženih krogih priborila občo veljavo; glede na one pa, ki njen vpliv zanikaje ali napredek oviraje zaostajajo v izobrazbi, prestopa neizprosno in brez obotavljanja na dnevni red. Z njeno pomočjo, t. j. praktično uporabljajoč njene pridobitve si človek lahko lajša in olepšava kratko dobo svojega bivanja na zemlji.

Iz tega sledi, kakšno nalogo ima rešiti slovenska narodna šola, ako hoče usposablјati ves narod v tekmovanje s sosednimi narodi.

II. Smoter, svrha in vrednost prirodoslovnega pouka.

Smoter tega pouka je resnično in kar najbolj dovršeno spoznanje prirode. Človek, ki ga od vseh strani obdaja priroda, naj bi ne ostal tujec sredi nje. Prirodoslovje se je uvrstilo med učne predmete nižjih šol (ljudskih in meščanskih) posebno v ta namen, da bi s pomočjo šole vsemu ljudstvu vcepili pravilno naziranje prirode, ter da bi ga usposobili razmerno izkoriščati prirodne sile.

Kot **svrha** prirodoslovnega pouka določuje zakoniti učni načrt to-le:

a) Za ljudske šole: Učenci naj spoznavajo najvažnejše fizikalne in kemijske pojave z vednim oziranjem na potrebščine vsakdanjega življenja in na prirodne prikazni.

b) Za meščanske šole: Po zakonu z dne 2. majnika l. 1883. ima meščanska šola podajati izobrazbo,

¹ Prim. I. Tyndall. Die Wärme. Predgovor k prvi izdaji. 1863;

ki presega učno svrho obče ljudske šole, posebno oziraje se na potrebe obrtništva in kmetijstva, pa tudi pripravljati za učiteljišča in one strokovne šole, ki ne zahtevajo srednješolske izobrazbe. Pri sestavljanju učnega načrta se je ozirati na posebne potrebe šolskega kraja in okraja.

Ukaz ministra za bogočastje in nauk z dne 15. julija 1907. l. št. 2368, pa določa učno svrho našega predmeta takole: Spoznavanje najvažnejših fizikalnih in kemijskih pojavov na podlagi opazovanja, izkušnje in poizkusa z ozirom na posebne od šolskega okoliša zahtevane pridobitne in življenske razmere prebivalstva (kakor tudi na gospodinjstvene potrebe — za deklške meščanske šole).

Vrednost prirodoslovnega pouka je trojna: formalno-izobraževalna, gmotna in vzgojevalna.

1) Njega izobraževalna moč je toli mnogostranska, kakor pri nobenem drugem učnem predmetu ne.

Prirodoslovni pouk nudi priliko zbujati pozornost, bistriti opazovalnost in enakomerno vežbati vsa čutila.

Hočemo li spoznati prirodo, se moramo baviti z njo. V to svrho obračajmo svojo pozornost na predmete našega obližja in na njih vršeče se izpremembe (prikazni), ter zasledujmo, kako se vrše.

Na predmetih vidimo njih velikost ali množino, obliko, barvo, lego, krajevne ali snovne izpremembe i. t. d., slišimo glas svojega bližnjega, zvok strune in zvonca i. t. d.; vohamo cvetice in druge vonjave snovi; okušamo jedi in pijače in tipaje se prepričamo, so li telesa težka ali lahka, hrapava ali gladka, mrzla ali topla i. t. d.

Dojmi, ki jih pri tem vsprejemajo naša čutila, zbujajo v nas predstavo dotičnega predmeta, oziroma prikazni: zaznavamo predmete.

Te zaznave nas napotijo, da sodimo. Ako povzamemo po razsodkih bistvene znake, odpahnivši nebistvene (abstrakcija) ter spojimo sorodne predstave in pojme (asocijacije), dobimo nove razsodke, ki jih imenujemo sklepe.

Sklepe in razsodke izrazujemo jezikovno ter si jih zapomnimo s pomočjo spomina. Večkratnim ponavljanjem postanejo trajna lastnina učenca.

Takšna duševna delavnost oživlja ne-le domiselnost mladine, temveč zbuja v njej tudi gotova čustva, kadar n. pr. išče kaki trditvi primernih dokazov, ali pričakuje zaželenega uspeha ali kadar se veseli, da je uspel odločujoči poizkus i. t. d.

To pa so činitelji, ki kaj vrlo oživljajo izkustveno (empiriško) zanimanje mladine.

Prirodoslovni pouk je torej izvrstno sredstvo za vežbanje v logičkem mišljenju ter za izobrazbo razuma sploh.

2) Gmotna vrednost prirodoslovnega pouka tiči v najraznovrstnejši uporabi fizikalnih in kemijskih znanih v vsakdanjem življenju. Uspevanje in napredek kmetijstva, male in velike obrti, umetnosti, gospodarstva v hiši, kuhinji in kleti, ohranitev našega zdravja, vse to je zavisno od spretnega uporabljanja prirodoslovnih resnic.

Te-le so orožje, brez katerega dandanes nihče niti gospod niti prostak, izhajati ne more. Vsak posamezni človek, ki hoče kdaj postati koristen član državljske družbe ter hoče uspešno sebi v prid izkoriščati razne položaje, ki mu jih nudi življenje, se je moral v šoli ne le vzgajati temveč tudi napeljevati k razumevanju fizikalnih in kemijskih dogodljajev, ki se krog njega vrše, in priprav, ki se uporabljajo v njegovi okolici.

Kjer vladajo jasni in pravilni nazori o prirodi in njenih prikaznih in o prirodninah, ki se uporabljajo, tam ni prostora toli sramotnemu praznoverju in ne škodljivim predsodkom.

Prirodoslovni pouk pa je tudi za jezikovno izobrazbo neprecenljive vrednosti. Učenec se seznani z imeni najraznovrstnejših prirodnin, vedno in vedno pa je primoran o njih tudi točno in gladko izraževati se.

3) Prirodoslovni pouk vodi učenca polagoma do spoznavanja stvarstva; polagoma zbuja in utrjuje v njem misel, da vladajo vesoljstvu na veke neizpremenljivi zakoni in da je med delujočimi silami (vzroki) in njih učinki nerazrušljiva vez, ki neizprosno deluje; da je priroda in vse, kar je v njej, podvrženo načelu vzročnosti, kateremu se noben človek ne more uspešno upirati. Ako pa je učenec prišel do tega prepričanja, potem se radovoljno in ponižno klanja veličanstvu Stvarnika ter uravnava svoje življenje primerno večnim zakonom prirode — in v tem tiči velika vzgojevalna vrednost prirodoslovnega pouka.

III. O učni snovi.

A. O izboru realne snovi.

Ves pouk je opravilo, pri katerem sodelujejo trije činitelji, ti so a) učenec kot predmet, ki se naj izobrazuje, b) učna snov kot obraževalno sredstvo, in c) učitelj kot obrazujoč mojster. Kakor pa se mora orodje vselej prilagoditi predmetu, ki se naj obdeluje, prav tako se mora pri izboru učne snovi ozir jemati na dojemljivost učencev.

Učna snov se jemlje iz izkustvenega kroga učencev, kolikor je zadostuje njih dojemljivosti, potrebam in zanimanju. O tem veljajo več ali manj tale načela:

1. Uči le to, kar se naslanja na vsakdanje izkustvo učencev in kar se da nazornim potom razjasniti bodisi s pomočjo opazovanja v prirodi, ali pa na preprostem poizkusu v šoli! Česar ni učenec sam nazorno zaznal, za to se ne more zanimati.

Zategadelj se je ogibati marsikateri prikazni, ki je sama ob sebi zanimiva, a se ne nahaja povsod, n. pr. se-vernij, fata morgana; celo vprašanja, ki so za vsakdanje življenje važna in potrebna, ni mogoče razreševati, ako zahtevajo predragih nazornih sredstev, n. pr. naj-novejše elektrotehniške naprave.

2. Uči le to, kar je primerno dojmljivosti učencev! V nižje šole ne spadajo teorije in hipoteze, kajti učencem še manjka potrebnega duševnega razvitka.

3. Učno snov izbiraj vselej z ozirom na praktične potrebe učenca. Prvo je to, kar je neposredno v zvezi z njega dobrobitjem, potem pridejo prirodne prikazni, ki jih mnogokrat vidi, naposled krajevne razmere. Te so določene po življenskih odnošajih učenca, po gospodarskih, obrtnih in prometnih krajevnih razmerah. V vinorodnih krajih se bo natančneje obravnavalo pridelovanje vina, na Gornjem Štajerskem o železu, na Kranjskem o živem srebru itd. Praktični smoter zahteva posebnega ozira na elementarno kemijo, kajti kemijska stran prirodnin se nas tiče dosti bolj nego fizikalna; pomislimo le na dihanje, gorjenje, hranitev, na pogoje pametnega zdravstva, na moderno pačenje živil itd.

4. Učni smoter dosežaj se po najkrajši poti. Zgo-dovinski razvoj prirodnoslovne vede se je vršil zdaj pa zdaj po ovinkih. N. pr. v praktičnem oziru je nauk o dinamiški elektriki dosti važnejši nego o statiški. Ljudska šola potrebuje o statiški elektriki le toliko, da je kos podati malo nauka o nevihti in blisku, na dinamiški elektriki pa sloni vsa novejša elektrotehnika. Nauki o elektrostatiki so pa za blizu dvesto let starejši nego nauki o elektriškem toku. Iz starejšega gradiva naj se torej izbere le toliko, kolikor je neobhodno potrebno, da tako ostane prostora in časa za novejše in važnejše nauke.

5. Za izbor snovi je tudi merodajno, na kateri stopnji stoji šola ali je malorazredna kmetska ali več-

razredna trška ali celo meščanska. Enorazrednice se morajo omejiti na najenostavnejšo snov, večrazrednice pa in meščanske šole morejo obdelati obširnejše gradivo.

6. Zahtevi, naj se izbira snov enakomerno iz vseh prirodoslovnih poglavij, se da ugoditi le toliko, kolikor se to ujema s poprej označenimi načeli.

Pri izboru učne snovi je treba izključiti 1. vse, kar je smatrati zgolj za igračo in umetničenje, n. pr. kartezijev potapljalec, začaran lij, kitajski skakalec, nekatere električne igrače; 2. vse, kar zahteva prezamotanih poizkusov in aparatov. Ako pa se vendar iz praktičnih vzrokov ne smejo prezreti n. pr. parni stroj, elektromagnetni brzjav i. dr., je to najlepša prilika za učitelja, da ustvari z metodiško izbranimi predpoizkusi varno podlago za razumevanje celotnega predmeta; 3. vsakojakšno matematiško obravnavanje prirodoslovne snovi, izvzemši izvajanje zakonov računskim potom iz poizkusnih števil in pa razreševanje enostavnih računskih nalog prirodoslovne vsebine (gl. XIII. pogl.)

O izboru učne snovi se glasi ukaz ministrstva za bogočastje in uk z dne 8. junija 1883. l. št. 10.618 takole:

Za ljudske šole (člen IV. t. 3): „Pri izboru učne snovi iz realij je na vseh učnih stopnjah skrbno ozir jemati na navadno mero dojemljivosti in na navadne življenske razmere učencev.“

Za meščanske šole (čl. IV. t. 3): „Za vsako meščansko šolo bo treba sestaviti poseben učni načrt in ni nobene ovire, da se ne bi v krajih, kjer je več meščanskih šol, v učnih načrtih posameznih šol oziralo na različne potrebe.“

„Število učnih ur kakor tudi učna snov iz ... prirodopisja, prirodoslovja i. t. d. bo zavisna od posebnih dejanskih potreb, tako da je n. pr. v mestih ali v okrajih, kjer zahtevajo posebne obrtniške razmere ... razširjenega pouka v kemiji i. dr., v učnem načrtu zadostiti tem potrebam, dočim naj se v drugih krajih, kjer prevladuje kmetijsko pridelovanje, ozir jemlje na to s primernim, v okviru prirodopisja in prirodoslovja izbranim poukom...“

Tudi ministrska naredba z dne 15. julija l. 1907. govori „o prilagodenju učnih načrtov, ki se imajo sestaviti za vsako posamezno meščansko šolo ..., posebnim potrebam dotičnega šolskega kraja in

njegà okolice," kakor tudi o „omejitvi posameznih, za to ali ono meščansko šolo manj važnih oddelkov učne snovi na korist drugim važnejšim . . .“

B. O razvrstitvi učne snovi.

Učna snov razvrščaj se tako,

1. da bo vsaka točka, ki se razpravlja, formalno in materijalno v sebi zaokrožena celota. Kar je po vsebini tesno zvezano, naj se v pouku ne loči. Tako n. pr. se mora nauk o raztezanju teles po toploti zdržema raztegniti na vse vrste teles, na trdne, kapljive in plinaste in dobljeni zakon se mora uporabiti saj v razjasnenje toplomera.

2. da se učenci delj časa bavijo s snovjo iste skupine; na ta način se temeljiteje uglobijo v dotično snov.

Ako zadostiš prvi zahtevi, zadoščeno bo navadno tudi drugi.

3. da se učencu na vsaki učni stopnji nudi kaj resnično novega; tako mu bo pouk vedno zanimiv in torej tudi uspešen.

Glede na razvrstitev učne snovi se dado zgodovinski razločevati te-le smeri:

1. Najstarejša je znanstvena ali sistematična razvrstitev. Ta razvršča nauk o prirodnih prikaznih po njih vzrokih, t. j. po prirodnih silah ter obdeluje tvarino sistematično, torej n. pr. najprej ves nauk o toploti, nato magnetizem, električno, mehaniko itd. Svojo metodo uravnava poglavitno po bistvu predmeta, malokaj se oziraje na duševno razvitje učenca. Porabno je torej le pri učencih višje duševne zrelosti in nima mesta v prirodoslovnih knjigah za ljudske in meščanske šole.

2. Razvrstitev po koncentričnih krogih. Po tej se določi za vsako šolsko leto iz posameznih poglavij prirodoslovja nekaj snovi in sicer po načelu vsestranskega enakomernega napredovanja od lažjega

do težjega. Ta razvrstitev vidno stremi za tem, podrediti učno snov individualnosti učencev in to je njena najboljša stran. V vsakem poglavju je namreč lažje in težje razumljivega gradiva in naravno je, da se začne z lažjim, težje pa pomakne v višja šolska leta. V vsakem višjem razredu se na kratko ponovi prejšnja tvarina in to je podlaga za shvatanje nove snovi.

Koncentrična razvrstitev ima eno slabo stran; ta je, da ne podaja vselej kaj celotnega, da več ali manj raztrga to, kar skupaj spada. S tem pa otežuje uglobljenje, ki se le da doseči, ako se tvarina istega poglavja obdeluje toliko časa in v tolikem obsegu, da je v sebi vsaj nekoliko zaokrožena, n. pr. da se lahko izvedenemu zakonu priklopi tudi nekaj uporabe. Vrhutega se ob taki razvrstitvi lahko zmanjšuje zanimanje učencev, ker naslednja učna stopnja ne prinaša vedno kaj resnično novega.

Glavni zagovornik koncentrične razvrstitve je bil v Nemčiji C. Baenitz¹ (1869), v Avstriji pa E. Netoliczka.² Dosledno se da izvesti na osemrazrednicah in na meščanskih šolah; na nižjerazrednicah pa, kjer se vsako leto višjemu razredu pridruži večje število novincev, je treba učno snov obdelovati v kolobarjih (turnus), tako da se v vseh letih skupnega pouka vendar predela vsa predpisana tvarina.

3. Razvrstitev po praktičnih ozirih. Novejša stremjenja na polju prirodoznanstvenega pouka v obče se dado zasledovati nazaj do Herbarta in njegovega naslednika Zillerja. Naperjena so v prvi vrsti na izbor in razvrstitev učne snovi, ter na medsebojno spojitev ali koncentracijo posameznih strok realistične vede.

¹ C. Baenitz. Der naturwissenschaftl Unterricht in gehobenen Lehranstalten. 2. Aufl. Berlin, 1883. Bornträger. K 6.—.

² Dr. Eug. Netoliczka. Lehrbuch der Physik und Chemie für Bürgerschulen in drei Stufen. A. Pichler. 1875. Sedaj v 24.—53. izdaji nanovo predelali I. Steigl, dr. E. Kohl in K. Bichler.

Kar se tiče koncentracije, se je prvi poizkus v Avstriji zvršil na realkah s tem, da se je mineralogija združila z neorgansko kemijo. Za ljudske in meščanske šole pa so poskušali spojiti v enoten predmet prirodopisje (antropologijo, živalstvo, rastlinstvo, rudinstvo in geologijo) s prirodoslovjem (fiziko in kemijo) pod skupnim imenom prirodoznanstvo. (Twiehausen, Janisch¹ i. dr.) Prirodopisna in prirodoslovna tvarina se združujeta na različne načine; ali prepleta druga drugo, kakor v prirodi dotični predmeti,² kar deloma nasprotuje zgoraj (str. 11. sl.) navedenim načelom o razvrstitvi učne snovi, ali pa stoje odstavki iz enega in drugega predmeta drug zraven drugega ali drug za drugim. Po tem načinu sta obdelala prirodoznanstvo F. Kießling in E. Pfalz,³ ki sta iz stališča gole koristnosti postavila „nauk o človeku“ v središče vsemu pouku. Vpliv teh stremljenj sega že v ljudske šole. To izpričujejo razne učne knjige ljudski šoli namenjene.⁴

Poprej že je Junge⁵ vzel kot podstavo za razvrstitev prirodopisne učne snovi življenske pojave v vaškem rib-

¹ Janisch. Die Naturkunde in der Volksschule. Naturgeschichte und Naturlehre in natürlichen Gruppen vereinigt. Langensetze, 1904. Schulbuchhandlung. K 3.—.

² G. Partheil u. W. Probst. Die neuen Bahnen des naturkundlichen Unterrichtes (60 h). Naturkunde für Bürgerschulen und gehobene Volksschulen (K 2·16). Dessau, Osterwitz. 1895.

³ Methodisches Handbuch für den Unterricht in der Naturgeschichte. Braunschweig, Appelhaus & Pfennigstorf, 1886—1892. K 21·60.

⁴ L. Arnhart, W. Bauhofer und J. M. Hinterwaldner, Physik, Chemie und Mineralogie f. österr. allg. Vsch. (Gl. slovstvo XVII.)

A. Sattler, Kleine Naturlehre u. Chemie mit Berücksichtigung der Mineralogie und der Lehre vom Menschen. Für einfache Schulverhältnisse. (Gl. slovstvo v XVII. pogl.)

⁵ Fr. Junge. Beiträge zur Methodik des naturkundl. Unterrichtes. 4. Aufl. Langensalza, H. Bayer & Söhne. 1904. K 3·36.

niku in krog njega ter je skupno obravnaval, kar se v življenju skupaj nahaja. Tako je zasnoval razvrstitev prirodopisne snovi po „življenskih skupinah“. Posledica tega je bila, da so poskušali prirodoznanstveno tvarino razvrstiti po „naravnih skupinah“, v nemar puščajoč vsakatero sistematiko in le ozirajoč se na izkustva in duševno obzorje učencev ter na praktične potrebe.

Tu sem spada, kot izmed najvažnejših, razvrstitev prirodoslovne snovi po fizikalnih individuih (Herbert Zillerjeva struja). Učna snov se razdeli na manjše oddelke; vsak oddelek obsega to, kar je s kakim značilnim, učencem vsaj površno znanim predmetom v tesni zvezi; ta predmet se postavi oddelku na čelo, navadno v napovedi učne svrhe, kot „fizikalni individuum“ ter ima po Zillerju zavzemati začetno, središčno in končno točko vsega pouku.

Prirodoslovno tvarino je prvi razvrstil in obdelal po fizikalnih individuih seminarski ravnatelj P. Conrad¹ in sicer na jako zanimiv način, v Avstriji pa prav spretno Rob. Neumann.²

Omenjena razvrstitev je za nižje šole brezdvomno velike vrednosti, ker postavlja v ospredje zgolj praktična iz učenčevega izkustva vzete predmete ter tako zanesljivo zbuja njega vedoželjnost in si zagotavlja njega zanimanje.

Po nazoru E. Ebenführerja³ je smatrati primerno izbrane fizikalne individue kot jedra, krog katerih

¹ Präparationen für den Physikunterricht. I. Teil 3. Aufl., II. Teil 2. Aufl. Dresden, 1907. (Gl. slovstvo XVII. pogl.)

² Schindler-Neumann, Naturlehre für Volksschulen. V njega nerazdeljeni izdaji „Physik u. Chemie für Bürgerschulen“, (Gl. slovstvo XVII.), je razvrščena snov po fizikalnih individuih in nekoliko po koncentričnih krogih.

³ E. Ebenführer. Referat zur Revision der Lehrpläne für Naturlehre an Volkssch. Baden, 1897. Lehrerhausverein. K 030.

se dado nanizati nadaljni nauki o prikaznih in predmetih, kolikor jih je treba v temeljito razumevanje jedra. Jedro in nanj nanašajoče se prikazni skupaj imenuje prikazensko skupino (Erscheinungsgemeinschaft) in na take skupine priporoča razvrščati učno tvarino.

V obče sta izbor in razvrstitev najprikladnejša tedaj, ako upoštevata enakomerno brez vsakršne enostranosti kakovost učne snovi, dojmljivost učencev in posebne krajevne in šolske razmere. Potemtakem pa bi ne bilo pretirano zahtevati, naj se učni načrti snujejo ne po kronovinah, temveč po okrajih, v katerih vladajo slične življenske razmere. Ta zahteva ni nič novega; vsaj imajo že sedaj pri nas in v inozemstvu mestne in kmetske šole različne učne načrte. Isto priznava ministrska naredba z dne 15. julija 1907. l. za avstrijske meščanske šole.

C. Učni načrti. Glej dotične uradne učne načrte!

Za Štajersko veljajo sedaj za ljudske šole načrti, ki jih je objavil štajerski deželni šolski svet z ukazom z dne 16. oktobra 1884; št. 5167, s katerim se izvršuje prvi članek ministrske naredbe z dne 8. junija 1883, št. 10.618, ter priobčuje pregledani učni načrt za ljudske šole na Štajerskem. (gl. „Die neuen Gesetze und Verordnungen auf dem Gebiete der Volksschule in Steiermark. XVII.—XIX. Heft!"). Sicer pa se baš sedaj snujejo novi načrti, ki jih je pričakovati v kratkem času.

Za Kranjsko.

Učni načrt za štirirazredne ljudske šole, v katerih se drugi deželni jezik poučuje kot obvezen predmet.

(Ukaz ministrstva za bogočastje in nauk z dne 10. novembra 1884. l., št. 20.691, razpis dež. šolsk. sveta za Kranjsko z dne 25. septembra 1886. l., št. 2439 iz 1884. l.).

Prirodoslovje.

I. in II. razred (1. in 2. š. l.). „Zajedno z miselnimi in govornimi vajami in takisto z nazornim poukom se opisujejo nekateri najočividnejši prirodni prikazi, ko so se prej opazovali in se je uporabila dotična berilna tvarina.“

III. razred (3 in 4. š. l.). „Na podstavi čitanke in nazornih pomočkov se učencem razjasnjujejo najpreprostejši nauki iz prirodo-slovja“ (1 uro na teden).

IV. razred (5. in 6. ozir. 6., 7. in 8. š. l.). „Vsako leto se na podstavi dotičnega berila razpravljajo posamezni najvažnejši prikazi iz vseh delov prirodoslovja, tako da se polagoma razširja in zajedno izpreminja učna tvarina ter se koncem vsega (triletnega, oziroma dveletnega) kolobara obravna nastopna fizikalna in kemijska tvarina“ (2 uri na teden):

„Skupnost teles: Raztezanje po toploti, toplomer, preprih in veter. Voditev toplote. Talitev, izparivanje, hlapenje. Žaritev toplote. Zračna vlažnost. Prirodni in samodelski magneti; kompas. Torna in galvanska elektrika, huda ura, strelovod, telegraf. Voda. Zrak. Oglje, ogljikov okis, ogljikova kislina. Gorjenje, trohnenje, vrenje. Svinčnica, teža, težišče. Jednostavni stroji. Razvod vodnega tlaka, občujoče posode. Plavanje. Zračni tlak, tlakomer, natega, sesalke. Heronova bučka, brizgalnica. Parni stroj. Zvok in jek. Ravna zrcala. Lom in razkroj svetlobe. Človeško oko. Naočniki. Drobnogled. Daljnogled.“

Za meščanske šole. Avstrijski učni načrti za meščanske šole so osnovani vobče na koncentrični razvrstitvi. Hoteč zadostiti različnim potrebam prebivalstva določa ministrska naredba z dne 15. julija 1907. l. v splošnih potezah nastopno učno snov:

Za I. razred (2 uri na teden): Obča svojstva teles. — Temeljni pojmi iz mehanike trdih, kapljivih in plinastih teles. — Temeljni nauki o toploti, izžarivanje, viri toplote, kurilna vrednost goriva. Veter in vreme. — Temeljne magnetne prikazni. — Najvažnejše o statični in zračni elektriki. Postanek in razvod zvoka. Razvod svetlobe.

Za II. razred (3 ure na teden): Najvažnejši odstavki iz neorganske kemije z vednim ozirom na praktično stran ter na posebne potrebščine dotične meščanske šole. — Temeljne prikazni in učinki galvanskega toka, posebno elektromagnetizem. — Razširjanje učne snovi iz mehanike trdnih, kapljivih in plinastih teles. — Zvočna telesa, jakost in odboj zvoka. — Odboj, lom in razkroj svetlobe.

Za III. razred (2 uri na teden): Najvažnejši odstavki iz organske kemije z vednim ozirom na praktično stran ter na posebne potrebščine šole. — Navodna (inducirana) elektrika. — Prosti pad in met, nihalo, gonila (motorji). — Govor in sluh. — Jakost svetlobe, optiške leče. Vid. Najvažnejše optiške priprave. Fotografija.

Iz tega načrta razvidimo, da koncentričnost ni izvedena do skrajnosti. Kajti nauk o toploti in o magnetizmu je dodeljen le prvemu razredu, a v tem nič ni kemije; v drugem razredu se začne z neorgansko, v tretjem pa nadaljuje z organsko kemijo. Vsa druga poglavja so razdeljena na tri kroge; med njimi pripade jako umestno elektrike statični del prvemu, galvanski drugemu, indukcijski pa tretjemu razredu. Obseg učne snovi je v vseh poglavjih označen toli splošno, da je vsaki šoli mogoče v tem okviru prosto gibati se po posebnih potrebah.

IV. Razvrstitev tvarine z metodiškega stališča.

1) Z ozirom na metodiško obravnavanje se da vsa prirodoslovna učna tvarina razvrstiti na tri velike skupine.

I. V prvo skupino štejemo :

a) predmete iz izkustvenega kroga učencev, na katerih si ti-le uriyo svoje čute, sodeč n. pr. o velikosti, obliki, barvi; o vonju in okusu; o kakovosti površine, o lesku (svetlosti) in trdosti, o prozornosti, o toplotnem stanju teles i. t. d.

b) Elementarna dejstva iz različnih predelov prirodoslovja, n. pr. fizikalna svojstva vode in zraka, načini skupnosti, razvrstitev trdih teles, spoznavanje, da so telesa raztopna in neraztopna, taljiva in netaljiva, hlapljiva in nehlapljiva, vnetljiva in nevnetljiva; hlapenje, uteži, mere itd.

II. V drugo skupino štejemo snovi, katerih obdelovanje je spojeno z izvajanjem fizikalnih ali kemijskih pojmov in prirodoslovnih zakonov, n. pr. zakonov o odboju in lomu raznih žarkov, o prevajanju toplote in elektrike, o gibu in ravnotežju, o specifični teži in specifični toploti teles, o učinkih elektrike, o kemijskem spajanju in razkrajanju i. t. d., i. t. d.

III. V tretjo skupino spadajo predmeti in snovi, katere razjasnujemo s pomočjo prej omenjenih zakonov. Taki predmeti so n. pr. tehtnica, brizglja, parni stroj, telegraf, zrcalo, drobno- in daljnogled, elektromotor i. dr.; vrhu tega veliko število prirodnih dogodljajev n. pr. gorjenje, prhnenje, vretje, megla, nevihta, dež, sneg i. t. d.

2. Z ozirom na učenca spada prva skupina po svojem bistvu na nižjo in srednjo stopnjo ljudske šole ter tvori pripravljalno snov za višjo stopnjo.

Obravnavanje druge in tretje skupine zahteva od učenca precej duševne izvežbanosti, po končanem naziranju in namišljevanju je treba odmišljati, drugokrat pa spoznane obče veljavne resnice (zakone) prenašati na posamezne primere, oboje potom logiškega sklepanja. Sklepi se vrše pri predmetih druge skupine po induktivnem, pri predmetih tretje skupine pa po deduktivnem načinu.

Jasno je, da se obdelujeta tej skupini kolikor toliko šele na višji stopnji ljudske šole in v meščanski šoli.

V. Nazorni pouk in začetek prirodoslovnega pouka.

Nazorni pouk je podlaga vsemu daljnemu pouku, posebno v realijah. Prirodni pojavi pod milim nebom, razni predmeti v hiši, kuhinji, na dvoru, v gospodarstvu in v delavnici so pripravi za nazorno opazovanje, sploh vse, kar se nahaja v izkustvenem okrožju učenca. Prva izkustva o prirodoslovnih rečeh si otrok pridobiva v tej meri, v kateri se mu razvija duševnost. Pravilno razvit otrok že v nežni mladosti povprašuje o raznih prirodnih prikaznih, n. pr. o mnogoštevilnih vremenskih pojavih ter o raznih pripravah in orodju, ki mu prihajajo pred oči v hiši, vasi, v mestu i. t. d.

V resnici prinese s seboj količkaj brihten otrok, ko vstopi v šolo, celo vrsto fizikalnih in kemijskih pojmov in predstav. Dasi se jih sam ne zaveda, vendar mu dobro služijo kot podporišča pri pouku.

Otroku je znano n. pr. nekoliko o učinkih toplote, — raztezanje teles, taljenje, zmrzovanje, hlapenje —; vsak otrok pozna veter, meglo, oblak, dež, točo in slano ter razne priprave za izvajanje toplote in svetlobe, zvoka v obče in godbenih glasov, odmev, blisk, grom, premo razširjanje svetlobnih žarkov, slike v zrcalih in bojnate prikazni (mavrico) i. t. d.

Iz vsakdanjega življenja si je pridobil nekaj znanja iz mehanike. Znano mu je marsikatero orodje in ta ali oni stroj, ki ga je že ali sam uporabljal ali pa vsaj videl; ima tudi nekakšne predstave o utežih, ravnotežju, stalnosti in vztrajnosti, niti prikazni sredobežnosti mu niso popolnoma tuje. Mnogo fizikalnih priprav, kakor toplomer, tlakomer, tehtnica, nihalo, ura, natega, smrki za vzdiganje vode mu je znanih deloma po imenu in zunajnosti, deloma po smotru in notranji uredbi. Iz kemije pozna obilo snovi, n. pr. ogljik in žveplo, celo vrsto kovin — železo, baker, kositer, srebro, zlato, ki spadajo med prvine — pa tudi marsikatero spojino, ki se v kemiji imenuje oksid, kislina, osnova ali sol, končno kemijske dogodljaje, kakor gorjenje, vretje, rjavenje, trohnenje i. t. d.

Ta prirodoslovni obzor, če smemo tako reči, je seveda pri različnih otrokih jako različen, zlasti je zavisen od tega, kje so otroci bivali svoja prva leta, ali na kmetih ali v trgu, mestu i. t. d. Vsekakor pa nobeden otrok ne pride brez vseh fizikalnih in kemijskih predstav v šolo in marsikateri že kaže, predenj stopi v šolo, izvestno vedoželjnost in zanimanje za prirodoslovne reči.

Če pa prinese otrok, vstopivši v šolo, že precejšnje število podpornih predstav prirodoslovne stroke s seboj, tedaj se sme pač po pravici zahtevati, naj se začne s pripravami za naslednji prirodoslovni pouk že v prvem šolskem letu. Prostora za to je v nazornem pouku, ki naj gradi temelje raznim učnim strokam poznejših let, tore tudi prirodoslovni stroki.

VI. O učnem načinu.

Način poučevanja je poglavitno določen po dveh činiteljih, 1. v objektivnem oziru po učnem predmetu samem; 2. v subjektivnem oziru po duševnem stališču učenca. Da more učitelj zadoščati prvi točki, bodi pred-

vsem stvarno kar najtemeljiteje podkovan v predmetu. Predmeta, ki ga sami ne obvladamo, nikakor ne moremo metodiški pravilno obravnavati. Da zadošča drugi točki, mora modro presojati, koliko tega, kar ve sam, in kako sme podavati učencu, da odgovarja njega duševnemu razvoju.

A. Obdelovanje prve skupine.

Uspeh pouka je med drugim tudi zavisen od tega, koliko se učenec zanima za predmet. Zanima ga pa le to, kar sam vidi, sliši, voča, čuti, zato se mu mora podajati vse, o čemur ga hočemo natančneje poučiti, nazornim potom. Njegove lastne zaznave so one temeljne točke, od katerih izhaja in na katere se naslanja vse nastopno nazorno predstavljanje.

Iz tega sledi, da se ima snov, ki smo jo zgoraj šteli v prvo skupino, obravnavati zgolj po načinu nazornega pouka.

Glavna naloga tega pouka je 1.) vežbati čutila, t. j. spoznavati zunanje fizikalne in kemijske znake onih predmetov, ki so otroku, odkar se zaveda, prišli pred oči, ter onih, ki se mu v šoli namenoma predočujejo; 2.) vzbujati razumnost s popravljanjem, izpolnjevanjem in razširjanjem prejšnjih, in z ustvarjanjem novih naziranj in predstav, s prisposabljanjem in razločevanjem sorodnih, oziroma nesorodnih znakov ter z zaznavanjem novih svojstev in položajev, kolikor je to s čutili samimi mogoče; 3.) zbuhati in izobraževati jezikovni čut, t. j. vaditi otroka v govorjenju; otrok ima jezikovno izraziti vse, kar nazorno zazna, in podane mu izraze prisvojiti si in tako krepiti si spomin.

Nazorni nauk združuje vaje v naziranju, mišljenju in govorjenju. Prvo je naziranje, drugo opazovanje in shvatanje, tretje pa pravilno izražanje tega, kar je učenec zaznal.

Izključeno je na tej prvi stopnji opredeljevanje pojmov in odmišljanje prirodnih zakonov.

Nekaj gradiva za prvo skupino (gl. IV. str. 17.):

I. a) **Vaje za vid.** Barve: Kreda, perilo, sneg, mleko ... so *bela* telesa; črnilo, saje, ogelj, sukno ... so *črna* telesa; zlat je *rumen*; kljuka je *žolta*; oblak je *siv*; nebo je *sinje*; modriš je *moder*, kri *rdeča*, trava *zelena*, mavrica *pisana* ...

Po dne je *svetlo*, po noči *temno*; *svetli*, *temni* oblaki.

Lesk: Nova krona je *svetla*, likana omara je *leskeča* ...

Prozoren: Zrak, voda, steklo ...

Prosojen: Tanek oblak, beli (posebno mastni) papir ...

Neprozoren: Zid, deska, knjiga ...

Čist zrak; čista, kalna voda.

Luknjičav: Kruh, goba, pivni papir, snovi za obleko ...

b) **Vaje za tip.** *Gladek*: Papir, miza, steklo ...

Hrapav: Zid, skorja ...

Robato: drvo.

Bodeč: Pesek, trnje ...

Trd: Kamen, jeklo, steklo, suha kruhova skorja ...

Mehko: Maslo, kruhova meča, loj in sploh tolstše ...

Toplotne zaznave: *Mrzla*, *hladna*, *mlačna*, *topla*, *vroča*, *vrela* voda; *mrzel* sneg, led; *mrzel*, *topel* zrak, veter; *žgoč* ogenj ...

c) **Vaje za vonj.** Nekatere cvetice in rastline lepo *dišijo* (dehtè), nekatere pa neprijetno; goreča žveplenka ima *skeleč* duh; na gnojiščih, straniščih je *neprijeten* (zopern) duh; gnilo jajce, riba *smrdi*, tako tudi po sobah, ki se ne prevetrujejo.

č) **Vaje za okus.** *Sladek*: Sladkor, malinov sok, strd, zrelo sadje ...

Kisel: Ocet (kis), citrona, zeleno sadje, kislo zelje, kislá repa.

Grenek: Pelin ...

Slanega okusa: Sol, soliter, smodnik ...

Lužnatega okusa: Gašeno apno, lug, soda, pepeljika ...

Svežega okusa je hladna studenčnica ...

II. Voda teče, olje teče, mleko teče; voda, mleko, olje je *tekoče*; voda, mleko, olje ... so *tekočine*. — Živo srebro, voda, mleko, olje ... *kapljajo*, so *kapljive*, so *kapljevine*.

Čista voda je prozorna, brezbarvna, brezokusna, brez vonja, tekoča in kapljiva.

Čisti zrak je neviden, prozoren, brezbarven, brez vonja ter se da dihati.

Sladkor, sol, galica, soda se *raztapljajo* v vodi, so *raztopne*.

Smola, maslo, tolšče se *topé* v vinskem cvetu (špiritu), v lugu. Svinec, kositer, tolšče se *talé* na ognju, so *taljivi*. Led se *tali* na solncu.

Špirit, éter, bencin ... v odprti posodi ginejo naglo v zrak, voda, petrolej pa polagoma ... *izhlapevajo*, so *hlapni*.

Navadna olja ne izhlapevajo, niso hlapna.

Špirit, éter, bencin, petrolej, užigalice se *vnamejo*, in *goré*, so *unetljivi* in *gorljivi*.

Les gori, se ne topi.

Kamen, stol, knjiga ... so *težki*, kurje pero, list, svilni trak ... so *lahki*. *Težo* teles merimo s *tehtnico*, *tehtamo* jih.

Kamen pade *navpik* proti zemlji ... Svinčnica.

Voda v škafu, mizina plošča, tehtnična gredelnica stojijo *vodoravno* ...

Les, bruno, jabolko, gluho jajce, olje so *lažja* od vode ter *plavajo* na vodi.

Vinski cvet in voda, vino in voda, glicerin in voda, mleko in kava se dajo *mešati*, so *mešalni*; mešanica.

Olje in voda se ne dasta mešati. Če ju pa vendar zmešaš, dobiš *kalno* tekočino, ker olje v vodi ni raztopno; iz mirno stoječe tekočine se polagoma izloči olje, a ne popolnoma, kajti voda še ostane kalna.

B. Obdelovanje druge skupine (na induktivni način).

Tu sem spada izvajanje zakonov, katerim se pokore prikazni v prirodi ali v našem ožjem obližju in na katerih temeljijo stroji, orodja in razne prikazni vsakdanjega življenja.

1. Opazovanje prikazni.

V nazornem pouku na nižji stopnji se določuje: kaj je, kakšno je. Sedaj, t. j. na višji stopnji se temu pridruži vprašanje, kako se vrši?

Vse, kar vemo o prirodi, izvira iz izkustva, Prirodoslovje je izkustvena veda.

Utisi, ki jih povzročajo stvari in dogodljaji krog nas na naša čutila, so kot doživljaji naši izkušnji prva podlaga. Predstave slučajnih doživljajev pa so zavisne od jakosti in trajnosti utisov, torej mnogokrat nepopolne in

nedoločne. Tako pri odraslem človeku, še bolj pa pri lahkoživi mladini. Predstave, ki naj v resnici širijo naše znanje, morajo biti jasne in določne. Jasne in določne predstave pa si pridobivamo le s pozornim in natančnim opazovanjem.

Prva glavna naloga prirodoslovnega pouka je torej učenca navajati k opazovanju. Opazuje naj 1. stvari in prikazni, ki se mu same od sebe nudijo, ali doma ali pod milim nebom, 2. prikazni, ki jih učitelj nalašč izvaja med poukom.

a) V prirodi.

Število in raznovrstnost prirodoslovnih predmetov je tolika, da je treba vestne izbere in dobro premišljene razvrstitve. Začenja se z najložjim, najbližjim, očitnim; odtod se prehaja na bolj oddaljene, manj znane predmete.

Kaj se sme v pouku smatrati kot najbližje, lahko dumno, kaj pa kot bolj oddaljene, težavneje dumno, je vobče težko razsoditi, kajti omislije učencev je jako različno; pri mestnih otrokih tu in pri kmetiških tam, da celo pri otrokih istega šolskega okrožja je duševni obzor toli različen, da bi bilo prirodoslovnemu pouku na kvar, ako bi se ta razlika prezirala.

Da privede učitelj učence do uspešnega opazovanja, mora najprej sam proučiti njih duševni obzor. V to mu služi pozorno premostrivanje življenskih razmer šolskega okrožja, v šoli pa občevanje z učenci samimi. Spretno izprašujoč se kmalu prepriča o kakovosti in obsegu njih prirodoslovnih predstav.

Kar je na teh resničnega, se odobri; pomanjkljive se spopolnjujejo, napačne pa popravljajo. To se izvrši deloma neposredno med ustnim poukom, deloma pa z ukazom, naj učenci dotično prikazen v novič opazujejo. Obenem se jim namigne, na katere dele predmeta, na katere znake prikazni, sploh na katere značilne in važne točke naj obračajo svojo pozornost.

Tako postopajoč vzbuja učitelj jako uspešno zanimanje učencev za prirodoslovni pouk, privede vse učence ali vsaj veliko večino do dovolj jasnih naziranj in predstav, na katere je mogoče zidati v daljnjem pouku.

Predmet opazovanja bodi primeren letnemu času; nekatere vremenske in zračne prikazni se opazujejo le po zimi, nekatere le po leti.

Pri opazovanju izven šolskega časa učitelj vobče ne more nadzorovati učencev, šele v šoli mu je mogoče izpraševati jih o sprejetih pojmihi. So ti-le nepopolni ali nejasni, je treba učenca opozoriti na posameznosti prikazni. Tako jih spomniš marsičesa, kar so ali pozabili povedati ali pa manje pozorno shvatili pri opazovanju.

Ko je na ta način vsebina predstav izpopolnjena in razjasnjena, se jezikovno izrazi v kratkih, jedrnatih stavkih, ki si jih imajo potem učenci zapomniti.

Primeri. Opazovanje v prirodi.

1. *Gib navzdol* (padanje teles). Ako hočeš dognati, kako se gibljejo telesa navzdol, kako se vrši njih padanje in vprašaš učenca, kaj se zgodi, če izpusti telo, ki ga v roki drži, odgovori ti najbrž le: „Pade na tla.“ In ako izpustiš okrogel predmet ob strmini, pa zopet vprašaš učenca, ti kvečjemu odgovori: „Kota se v dolino.“ O smeri padanja ne dobiš natančnejega, o hitrosti padanja pa sploh težko kak odgovor.

Prav tako malo ti vedo učenci povedati o gibu po poševnih cestah in lestvah, rampah, sploh po strminah; tu sem spada tudi tok vode po strugah rek in potokov, po žlebih i. t. d. Izmed učencev, katerim so bivališča in življenske razmere ugodne, utegnejo posamezni kaj vedeti o izpremambi hitrosti n. pr. pri sankanju, drugi pa ali niso imeli prilike zaznati jo ali pa se je sploh niso zavedli.

Pri vseh teh prikaznih je paziti na dvojce: 1. kako narašča hitrost gibajočega se telesa vobče; 2. v koliko je hitrost zavisna od naklona tiru. Učitelju je torej naloga opozoriti učence na oboje, pozivajoč jih, naj pazijo, pada li kamen, ki se kota po dovolj gladkem pobočju, vedno z enako hitrostjo, potem pa na kateri strmini pada hitreje, ali na malo naklonjeni ali na zelo naklonjeni.

Po večkratnem opazovanju se posreči, dovesti učence do prve stopnje spoznanja, ki ga izrazijo v tehle stavkih (rekih): 1. Padajoča telesa padajo tem hitreje, čimbolj strma je ploskev (najhitreje pri prostem padu). 2. Med padanjem narašča hitrost. 3. Prosti pad gre vedno v navpično smer.

2. *Valovanje vode.* Vsak otrok je že videl valove na ribniku, ko je metal kamenčke v vodo; toda ako ga izprašuješ o njih, ve ti prav malo povedati, morebiti le, da so krogi, kolobarji, ali obroči, ki slede drug drugemu ter prihajajo vedno večji in večji. Pri tem si utegne napačno predstavljati, da odteka voda na vse strani.

Da spravi učenca na pravo pot spoznanja, ukaži mu učitelj, naj prihodnjič natanko opazuje, kakšna je bila površina vode, preden je vrgel kamen na njo in kakšna je potem; kakšni krogi nastanejo, ali enoji ali mnogoteri; in ker utegne učenec le vzvišene dele vode smatrati za kroge, opozori ga, naj opazuje, kaj vidi med vsakima dvema krogoma (globine) in kako so razvrščene višine in globine (jame), kje da so njih središča i. t. d. Razen tega naj vrže ob priliki na vodo košček lesa, ki ne tone, ter naj opazuje, teče li s kolobarji naprej, kaj se z njim godi i. t. d.

Ko so končana ta opazovanja, se jezikovno izrazijo v približno tehle stavkih: Vodni valovi so kolobarji, sestoeči iz dveh delov, iz vzvišenih (valovni hribi) in vglobljenih (valovne doline); kolobarji se razširjajo enakomerno na vse strani; polagoma pojemajo, dokler se vodna površina popolnoma ne umiri. Med tem voda ne teče naprej, temveč nje delci se lezibljejo gor in dol (nihanje).

Slične prikazni se lahko opazujejo na žitnem polju; ko potegne veter, vzvalovi klasje, a ostane na istem mestu. Natanko lahko razločuješ hribe in doline. Na morju, kjer voda vobče stoji, goni barke ali veslač ali parni ali električni stroj. Če se zbudi burja, nastanejo močno valovi: barke se dvigajo na hrib, kmalu nato pa padejo v dolino valov i. t. d., kakor košček lesa na površju ribnika.

3. *Mavrica.* Kar ti učenci povedo na prvo tvoje vprašanje o krasni prikazni mavrice, je gotovo vseskozi pomanjkljivo. Najlaže ti označijo obliko mavrice kot del kroga ali kot polukrog; o barvah ti ne vedo ne reda ne števila; zadeti pa utegnejo vremenski pogoj; da se mavrica prikaže po nevihti, morebiti tudi letni čas; o dnevnem času niso na jasnem, ker so jo nekateri videli dopoldne, drugi popoldne i. t. d.

Te nejasnosti se dajo odstraniti le po večkratnem opazovanju v ugodnem letnem času. Migljaji, ki jih daj učitelj učencem, se tičejo kakovosti in števila barv, njih stalnega reda, barve zunanjega in no-

tranjega roba; vremenskih, časovnih in krajevnih i. t. d. pogojev, pod katerimi vidimo mavrico.

Posledek: Mavrica je širok, pisan trak v obliki krogovnega loka, zunanji rob je rdeč, notranji vijoličast; barve so vedno v istem redu: Rdeča, rumena, žolta, zelena, sinja, modra in vijoličasta. Mavrica se prikaže na oblaku, ki je pred nami, medtem ko stoji solnce za našim hrbtom. Vidimo jo dopoldne, ali popoldne, a nikdar pri nas opoldne.

4. *Megla in oblaki.*¹ Da je vedno kolikor toliko vodene pare v zraku, sledi iz izparivanja vode na zemeljskem površju. Ali se vidi vodena para? Nikakor ne, vodena para je plin, ki je prav tako neviden, kakor čisti zrak in velika večina drugih plinov, samo da je para bolj nestanovitna. Kdaj pa postane vodena para vidna? Ako postane vidna, ni več para, temveč tekočina zgoščena v neizmerno mnogo, neizmerno drobnih kapljic, ki so še tako lahke, da plavajo v zraku, da jih zrak nosi. Ta proizvod se imenuje zdaj megla, zdaj oblak.

Ako torej ukažemo učencem, naj opazujejo meglo in oblake, ne bodo nam znali povedati nič drugega, nego da se vidi megla pri tleh, oblak pa visoko v zraku. S samim opazovanjem v prirodi ni moči razjasniti stvari, treba je zraven še šolskih poizkusov.

N. pr. 1. Dahni proti hladni šipi, ali v hladno stekleno posodo! Skali se. Obriši kalno ploščo s prstom! Zaznaš mokroto. O suhem, hladnem vremenu vidimo svoj dih.

2. V steklenem balonu (lambiku) zavri malo vode! Ko vre voda, ne vidiš ničesar v balonu (vodna para je nevidna), pač pa se nad odprto posodo vzdiguje v zrak vidni sopuh, ki pa kmalu izgine.

a) Podrži hladno stekleno ploščo v scpuh! Vodenih kapljic se vsede na njo.

b) Vtakni svinčnik v odprto posodo! Zmoči se.

c) Pihni s primernim pihalom hladnega zraka v posodo! Takoju ugledaš za trenotek v posodi nad vodo malo megle.

Iz teh poizkusov sledi: 1. Nevidna vodena para se po ohlajenju zgosti v drobne vodene kapljice ter postane vidna.

2. Vidni sopuh, ki puhti iz posode, v kateri voda vre, je iz drobnih vodenih kapljic.

Sedaj smo pripravljeni, da nadaljujemo opazovanje v prirodi. Učenci opazijo sčasoma, da se dela megla ob hladnem vremenu in v nižinah ob ribnikih, rekah, potokih; posebno krasno se vidi s hribov, ako je tam solnčno in toplo, dočim je v dolini hladno in megleno. V megli postane površje teles vlažno, kar lahko opazujemo na svoji

¹ Izparivanje bodi učencem že znano!

obleki. Iz megle včasí prši. — To so dokazi, da sestoji megla iz drobnih vodenih kapljic, ki so nastale iz vodne pare, ko se je ohladila.

Da so tudi oblaki iz vodenih kapljic, sklepamo iz dežja, ki prihaja iz oblakov. Kaplje iz visokih oblakov so navadno večje, nego iz nizkih, ker se mnogo malih kapljic med padanjem združi v velike kaplje.

Kako pa je to, da vodene kapljice ne padejo iz oblaka takoj, ko so nastale? O tem ne morejo učenci ničesar naravnost opazovati. K sreči pa nam je na razpolago analogija z navadnim prahom. — Učencem je gotovo znano, da vzdiguje veter prah, včasí ga vzdigne prav visoko. Če je prah dosti droben, ga nosi zrak prav dolgo.¹

Prav tako je z vodenó paro. Kot nevidni plin prošinja zrak do višjih plasti. Ako se tam primerno ohladi, zgosti se v jako drobne kapljice, ki postanejo vidne kot oblak, pa so še vedno tako majhne in lahke, da plavajo v zraku, da jih zrak nosi, kakor nosi pepel. Ako pa se zrak še bolj ohladi, se združijo drobne kapljice v večje kaplje, ki jih zrak ne more več nositi in te le padajo kot dež na zemljo.

Primerjaj prejšnji poizkus 2. c)! V posodi nad vodo ohlajena para se lahko primerja megli, sopar nad posodo pa oblaku.

Posledék iz tega razmotrivanja se glasi na kratko: Ako se vodena para v zraku ohladi in zgosti v lahke kapljice nizko pri tleh, se naredi megla; ako pa se to zgodi visoko v zraku, se naredi oblak.² Druge ni razlike med meglo in oblakom.

5. *Dež, toča, sneg.* Opazuj, kakšno jo nebo ob deževju, kakšno, če sneg gre! — Nebo je enakomerno oblačno, oblaki vise precej nizko; ob toči pa je nebo viharno. Dež, toča in sneg prihajajo iz oblakov.

Opazuj vsakokrat tudi stanje topline! Učenci že vedo, da gre dež navadno poleti, sneg pa po zimi.

Ako se oblak nekoliko shladi, a ne toliko, da bi vodene kapljice zmrznile, temveč, da se le zgoščujejo v večje, težke kaplje, nastane dež.

Ako pa nastane tak hlad, da vodene kaplje v oblaku zmrznejo, nastane toča. Sneg pa se dela, kadar vodena para zmrzuje v tem

¹ Zanimiv primer za to je bil izbruh ognjenika Krakatau na otoku Java l. 1883. Pepel, ki ga je izbljuval, se je vzdignil do 80 kilometrov visoko in opazovali so ga več let po solnčnem zahodu kot tanke oblačke rdečkaste barve.

² Temeljiteje obravnavati ta predmet je mogoče le na višji stopnji s pomočjo naukov o nasičenju zraka in o rosišču.

trenutku, ko se začne zgoščevati v kapljice, ali kadar zmrzujejo najdrobnejše vodene kapljice. Le tedaj nastanejo snežinke.

(Kadar je zračna toplota nad lediščem, nastane dež, kadar pa je pod lediščem, nastane toča ali sneg.¹⁾)

6. *Rosa in slana*. Po učiteljevem navodilu doženejo učenci z lastnim opazovanjem, da se dela rosa v jasnih, hladnih in tihih nočeh; v toplih nočeh je ni, tudi ne če je oblačno ali vetrovno. V senčnatih krajih se naredi rosa tudi po dnevu, če je jasno, tiho in dovolj hladno.

Včasi nastopa obenem z roso tudi tanka megla. Iz tega sledi, da sta rosa in megla istega izvora, namreč iz vodnih par v zraku. Učenci bodo tudi takoj umeli, da nastane rosa v toplini nad lediščem; ko pa se toplota zniža pod ledišče, nastane iz rose slana.

Toda s tem še ni razjasnjeno, zakaj nastane rosa tudi brez vsakršne megle. V razjasnitev naj služi poizkus.

Dahni v topli sobi proti mrzli šipi na oknu! Na šipi se naredi prava pravcata rosa, a megle ne vidiš nobene. — Vodena para, ki jo izdahneš, se torej zgosti neposredno na površju hladnega telesa, v toplejšem zraku tik njega pa ne.

Prav tako je z roso pod milim nebom. Po dnevu dobiva zemlja toploto od solnca; v senci in po noči pa izžariva toploto nazaj proti nebu ter se hladi. Izžarivanje je najjačje na hrapavih, robatih, šiljastih telesih; ta se torej najhitreje ohlajajo, ž njimi se ohlaja zrak, ki se dotika teh teles, obenem pa tudi vodna para, ki je v zraku tik ohlajajočih se teles. Ta para se zgosti in vodene kapljice se vsedejo tje, kjer je zemeljsko površje najprej in najbolj ohlajeno, n. pr. na travo. Malo pedi nad travo pa lahko ostane zrak še tako topel,² da se tam ne zgoščuje vodna para, torej tudi ni megle.

b) Na poizkusu.

Dasi je jako mnogo predmetov, ki lahko služijo učencem v opazovanje zunaj šole, je pa med njimi mnogo takih, ki se samo na podlagi opazovanega gradiva ne dajo toli temeljito obravnavati pri naslednjem pouku v šoli, da bi si prisvojili učenci zadovoljivo razumevanje. Mnogo prikazni in priprav je tako zamotanih, da še manjka

¹ Glej drugo opombo na str. 27!

² Tako kažejo meritve s toplomerom.

učencem sposobnosti, dojmiti jih v podrobnostih, marsikdaj so njih bistvene točke sploh nepristopne opazovanju.

Iz teh in še iz drugih vzrokov je neobhodno potrebno nuditi učencem priliko, da opazujejo predmete in prikazni tudi v šoli med poukom in pod vodstvom učiteljevim.

Namenoma in pod znanimi pogoji izvršena proizvajanja prirodnih prikazni se imenujejo fizikalni, oziroma kemijski poizkusi.

Tu sem spadajo tudi poizkuševanja na pripravah in strojih, ki kažejo, kako da učinkujejo; kajti ni je priprave, ki bi ne delovala po kakem fizikalnem ali kemijskem zakonu.

Velikanski in hitri napredek, ki ga je v novejši dobi doživela prirodoslovna veda, kaže dalekosežni vpliv poizkusa na razvoj prirodoslovja. Ko je na razpolago zanesljivih poizkusnih podatkov kot prirodnih resnic, se jih polasti teoretik ter jih ogrne v matematiško obliko, iz formul pa, ki jih izvaja, dobiva novih prirodnih resnic, ki jih zopet dejansko uveljavlja.

Zato so jako značilno imenovali poizkus „vprašanje, stavljeno prirodi“, Kehr¹ pa ga imenuje „pogovor človeškega duha s prirodo“.

Potreba uvesti poizkus v ljudsko in meščansko šolo, izvira iz zahteve, ves pouk bodi nazoren (Baco, Komenski, Diesterweg, Crüger).

Vrednost poizkusa je neprecenljiva, Poizkus omogočuje poučevati ne samo z besedami, temveč tudi z dejanji.

Dejanja, ki spremljajo pouk, kar najživahneje zbujejo zanimanje in pozornost učenca ter zahtevajo napeto delavnost čutil in razuma.

S pomočjo poizkusa se je naučil človek v službo jemati prirodne sile sebi na korist.

¹ Praxis der Volksschule, 6. Aufl. Gotha. 1873. Str. 249.

N. pr. isto silo, ki se tako krasno in strašno izraža v blisku in streli, je vpregel človek, da mu pohlevno deluje v električnih pripravah in strojih, v brzojavu, telefonu, v električni razsvetljavi, dinamostroju, elektromotorju, v cestni železnici i. t. d. Najčudovitejša izmed vseh teh naprav je brezžični brzojav.

Ves ta velikanski napredek izvira v prvi vrsti iz točnih fizikalnih poizkusov.

Poizkus v šoli nudi utrujenemu duhu učenca potrebno, osvežujočo izpremembo ter je sploh oživljajoč činitelj v fizikalnem in kemijskem pouku.

Po smotru razločujemo dve vrsti poizkusov. 1. temeljni, 2. potrjujoč poizkus.

1. *Temeljni poizkus.* Pri tem iščemo kak prirodni zakon, ki je učencu še neznan, v kemiji svojstva raznih snovi in zakone, po katerih se spajajo in razkrajajo.

Iz temeljnih poizkusov izvajamo zakone, n. pr.: Z naraščajočo toplino se raztezajo telesa, in naopak, telesa prevajajo toploto in elektriko ali dobro ali slabo; magnet ima dva pola (konic); nadalje zakone o težišču teles, o enostavnih strojih, o nihalu, občujočih posodah, odbijanju, lomljenju svetlobnih, toplotnih, zvočnih in električnih žarkov, o učinkovanju dveh magnetnih konic druge na drugo, ali dveh električnih teles drugega na drugo; o sestavinah zraka in vode, o svojstvih kisika, vodika, dušika, ogljikove kisline i. t. d. (induktivna metoda).

2. *Potrjujoč poizkus* pride na vrsto, kader smo iz že znanih zakonov z logičnim umevanjem (izvedli) povzeli nov rek ali posledico, pa hočemo preizkušati njih resničnost. Uporablja se osobito:

a) da na podlagi danih zakonov določimo učinkovanje priprav in strojev z dejanji, ki jih vidno izvršujemo na teh pripravah in strojih.

N. pr.: Iz vzvodovih zakonov se izvajajo svojstva tehtnice, iz elektromagneta električni brzojav, iz znanja

zračnega tlaka smrki (črpaljke), iz Heronove buče brizgalnice, iz občujočih posod vodometi, iz premočrtnega razširjanja svetlobe temna kamera, iz toplotnih zakonov raztezanja toplomeri i. t. d.

b) da na podlagi danih zakonov izvajamo nove zakone.

N. pr. Ko smo spoznali, da je zrak telo, lahko sklepamo ali vsaj domnevamo, da mora zrak prav tako težnosti podvržen biti, kakor vsa trdna in tekoča telesa. Naslednji poizkus o tehtanju zraka nam potrdi upravičenost tega domnevanja.

Iz zakonov padanja teles, in iz bistva njih težišča se dado izvesti zakoni o ravnotežju trdnih teles in tekočin, ki jih je treba nato potrditi s poizkusi.

Na isti način naprej določujemo prikazni ob zrcalnih iz zakonov odbijanja, prikazni ob lečah iz zakonov lomljenja, pot izstreljene krogle iz zakonov dinamike.

Naposled izvršen poizkus nam potrdi pravilnost sklepanja (deduktivna metoda).

Povsem naravno je, da nastopa temeljni poizkus v šolskem pouku bolj ob začetku, potrjujoč pa bolj proti koncu dotične lekcije.

2. O izvršitvi poizkusa.

Učiteljevo delo med poizkuševanjem je trojno: 1. predočevanje učil; 2. izzvanje prikazni in 3. istočasno občevanje z učenci.

1. Pri razkazovanju priprave postopaj naravno prav kakor pri kaki stavbi! Začenši s podlago, stojalom, držalom, ako je teh le sploh treba, korakaj kvišku h glavnim in postranskim delom priprave! Pri vsakem delu daj določiti snov, obliko, stavbo, kako je dotični del pritrjen, kako se da gibati i. t. d. Glavne dele je ločiti od stranskih, o tehle bo govoriti večidel za glavnimi in navadno v onem redu, v katerem so v zvezi z glavnimi.

Pri kemijskih poizkusih ima se temu še pridružiti razkazovanje kemijskih snovi, določevanje njih skupnosti, oblike, barve, že znanih svojstev, kje se nahajajo i. t. n.

Razkazujoč učila izvršuj učitelj gotova dejanja tako, da zadošča zahtevam nazornosti; posamezne dele priprave, n. pr. razstavi, ako je to sploh mogoče in potrebno, pred očmi učencev, potem jih razvrsti, sestavi i. t. n. . . . I.

2. Ko je vse pripravljeno, zvrši učitelj ono dejanje, s katerim neposredno sproži prikazen, ki jo namerava sprožiti II.

3. Istočasnemu občevanju z učenci je smoter proizvoditi, da se živahno udeležujejo pouka, nadzorovati njih sodelavnost, navajati jih k natančnemu opazovanju, jezikovno jih vežbati i. t. n.

Tudi delo učencev med poizkuševanjem je trojno.

1. Prva njih naloga je, da naperijo svoja čutila na posamezne stopnje poizkusa, da sami gledajo, poslušajo, vohajo, izkratka najpozornejše opazujejo. (Zaznavanje poizkusa.)

2. Ko je prikazen nastopila, se mora zaznava takoj jezikovno izraziti; kajti da lahko potem izkoristiš poizkus, moraš predvsem jasno dognati rezultat opazovanja. (Določevanje zaznave.) III.

3. Da bo poizkus plodonosen, tako v stvarnem, kakor v jezikovnem oziru, se morajo utrditi predstave, ki jih je v duši učencev vzbudil. Zato je treba ustno izraziti vse bistvene točke poizkusa, sicer kratko a vendar točno. Po prejšnjem daj torej zopet opisati pripravo, ki se je rabila, daj navesti dejanja, ki so se na nji izvršila, ter jasno določiti, kar se je opazilo. (Opis vsega poizkusa.) IV.

Primeri.

1. Poizkus o prevajanju toplote.

Priprava: Steklena in kovinska palčica, vsaka kakih 20 cm dolga, držalo, voščene kroglice, špiritovka (lampa).

I. Stekleno in kovinsko palčico vklenimo ob njiju sredini v držalo, na enem koncu pa jima prilepimo voščениh kroglic!

II. Pod drugi konec palčice postavimo gorečo špiritovko!

III. Črez malo časa pade kroglica s kovinske palčice, s steklene pa ne.

IV. Steklana in kovinska palčica, ki so jima na enem koncu prilepljene voščene kroglice, se segrejeta na drugem koncu; črez malo časa vidimo, da pade kroglica s kovinske palčice, s steklene pa ne.

2. Prvi električni poizkusi.

Priprava: Papirnati mehec, oblice bezgovega stržena, svilene niti, obešalo, steklena palica, svilena ruta.

I. Papirnat mehec ali oblico bezgovega stržena obesimo s svileno nitjo na obešalo, stekleno palico pa drgnimo s svilo!

II. Približajmo počasi drgnjeno steklenko mehcu (oblici)!

III. Mehec (oblica) se izdaleka nagiblje k steklenki, dokler se je mahoma ne dotakne, potem pa odleti od nje in beži pred njo.

IV. Papirnat mehec (bezgova oblica) se obesi na svileno nit pa se mu (ji) približa s svilo drgnjena steklenka; tedaj vidimo, da se mehec (oblica) tudi približuje steklenki, naenkrat se je dotakne pa takoj odleti in beži pred njo.

3. Prvi poizkusi z magneti.¹

Priprava: Magnetna palica,² palica mehkega železa, žreblji, šivanke, pletenka, peresa, železna pilovina, železni gumb, sploh mali kosi železa, — vinar, srebrna krona, nikljast denar, — obešalo.

a) I. Razpolaži te predmete po mizi!

II. Približaj počasi jekleno palico z enim koncem kosu mehkega železa, žreblju, igli, peresu . . . !

III. Ko si jo dovolj približal, potegne jeklena palica košček železa, žrebelj . . . nase, da ob njej obvisi.

b) I. Obesi železni gumb na daljšo nit, da prosto visi!

II. Približaj počasi jekleno palico z enim koncem mirno visečemu gumbu!

III. Ko si dovolj blizu, se začne gumb nagibati k palici, nazadnje trči ob njo ter obvisi na njej.

c) I. Vsiplji malo železne pilovine na list papirja na mizi!

¹ Pod pogojem, da začnemo brez kompasa, t. j. da kompas učencem še ni znan. Prim. VII. Metodiška enota str. 56. sl. sl.!

² Da je palica magnetna, se otrokom ne pove naprej; za sedaj se imenuj jeklena palica!

II. Vtakni prvo (magnetno) palico z enim koncem v železno pilovino, nato vzdigni palico!

III. Nekaj pilovine obvisi na palici kakor brada!

č) I. in II. Izvrši isti poizkus z jekleno palico na vinarju, kroni, prstanu ...!

III. Ti predmeti se ne primejo palice.

d) I. in II. Ponovi iste poizkuse, a vzemi drugo palico (palico mekkega železa) namesto jeklene palice!

III. Palica mehkega železa ne potegne nobenega predmeta nase.

IV. *a, b, c, č, d.*¹ Konec jeklene palice približamo kosu železa, (ali niklja). Palica ga potegne nase, kos obvisi na njej. Približamo li jekleno palico vinarju, prstanu, ne potegne jih palica nase. — Približamo li pa palico mehkega železa istim predmetom, ne vidimo nobenega učinka (ne potegne nobenega predmeta nase).

4. Prvi poizkus z galvanskim členom.

Priprava: Steklena posoda, ena bakrena in ena cinkova plošča, v svilo ali vosek (parafin) povita bakrena žica (prevodnica), razredčena žveplena kislina.

I. Stekleno posodo napolnimo do polovice z razredčeno žvepleno kislino, postavimo v njo bakreno in cinkovo ploščo in pritrdimo na njiju zunanjih koncih prevodni žici!

II. *a)* Strnimo prosta konca žic ter opazujemo tekočino v posodi!

III. *a)* V tekočini nastane neko gibanje, kali se in drobni mehurčki vzhajajo ob cinkovi plošči.

II. *b)* Sedaj razmaknimo žici ter glejmo na njiju dotikališče!

III. *b)* V trenutku, ko ju razmaknemo, ugledamo med žičnima koncema jako majhno iskrico (vidno le iz bližine, najlažje v temi).

IV. V posodi z razredčeno žvepleno kislino stojita bakrena in cinkova plošča, na njiju zunanjih koncih sta pritrdjeni bakreni žici; *a)* ko strnemo prosta konca žic, se skali tekočina in drobni mehurčki vzhajajo ob cinkovi plošči; *b)* ko razmaknemo žici, vidimo med njima majhno iskrico.

5. Drugi poizkus z galvanskim členom.

Priprava kakor za prejšnji poizkus, pa še galvanoskop (magnetna igla na stojalu, okrog katere je okvir iz bakrene žice).

¹ Kakovost poizkusov se ravna po razpoložnih pripravah. Učitelju bodi prepuščeno presoditi, koliko teh poizkusov *a, b, c, č, d*, se sme po vrsti obravnavati.

I. Glej 4. I!... pa ju napeljimo do galvanoskopa!

II. Sklenimo galvanski člen in galvanoskop z žicama ter opazujemo magnetno iglo!

III. Igla magnetnica se odkloni in zaniha; ko se pomiri, kaže v drugo smer nego poprej; ko pa prekinemo tok, se vrne po nekterih nihajih v prvotno smer.

IV. V posodi z razredčeno žvepleno kislino stojita bakrena in cinkova plošča; na njiju zunanjih koncih sta pritrjeni prevodni žici, ki vodita k bakrenemu okviru krog magnetne igle. Ko sklenemo galvanski člen in okvir z žicama, vidimo, da pahne nekaj magnetnico iz prvotne leže, da se leta pomiri v drugi leži ter se vrne v prvotno, ko prekinemo zvezo med ploščama in okvirom.

3. O izvajanju zakonov.

Kar smo zaznali pri opazovanju v prirodi in na poizkusu, smo jezikovno izrazili v stavkih, ki tvorijo izkustveno snov, katere popolni pomen in vrednost je treba še le dognati. To se zgodi z logičnim umovanjem. V to svrho se imajo pregledno urediti podatki opazovanja ter vse bistvene točke poizkusa oziroma prikazni ločiti od nebistvenih (abstrakcija). Prve izražamo v obliki razsodkov, razsodke pa sklepajoč spajamo v zaključke ali sklepe. Tako dobimo vobče fizikalno ali kemijsko resnico v obliki posameznega stavka, ki je strogo veljaven le pod onimi pogoji, pod katerimi se je izvršil poizkus.

N. pr. Ako smo segreli medeno kroglo, ki nato obtiči v obroču, skoz katerega je prej šla, sklepamo: Ako se med segreje, se raztegne. Ta sklep je zazdaj veljaven le za medene predmete.

Da si priborimo obče veljaven stavek — prirodni zakon — moramo o vseh prikaznih, ki spadajo v isto skupino ali ker je to navadno nemogoče, saj o več istovrstnih prikaznih odmisлити (abstrahirati) posamezne stavke. Iz teh posnamemo nato, včasih s pomočjo večkratnih zaključkov, navadno pa potom nepo-

polne indukcije zakone splošne veljavnosti; pogostoma pa se pri tem poslužujemo samo sklepanja po analogiji.

Ako bi namreč smatrali iz enega primera odmišljen stavek obče veljavnim zakonom, bi to z znanstvenega in metodiškega stališča ne bilo brez pomisleka; z znanstvenega ne, kajti ako se železna palica, ki jo segrejemo, podaljša, še ne sledi iz tega, da bi moralo istotako biti pri bakru, srebru i. t. d.; z metodičnega stališča ne, ker se je treba več časa in vsestransko baviti s predmetom, da se učencu zbude jasne in trajne predstave.

Da pa vendar smemo vzeti pri pouku, zaradi pomanjkanja bodisi časa, bodisi učnih pripomočkov, poedini stavek splošnim prirodnim zakonom, ne da bi se s tem stvarno pregrešili, izvira odtod, da v prirodi ni samovoljnosti in vihravosti; priroda je — po večnih zakonih — vedno zvesta sama sebi.

Najvažnejši opravili našega razuma pri izvajanju prirodnih zakonov sta odmišljanje in induktivno sklepanje. Naše mišljenje se pomiče od posameznega in konkretnega (stvarnega) do splošnega in abstraktnega (odmišljenega). Ker se sklepa na induktivni način, se tudi **metoda** imenuje **induktivna**.

Iz zgoraj popisanih poiskusov 1.—5. str. 33. se odmišljajo dotični zakoni nekako takole:

1. Da more voščena kroglica pasti s kovinske palice, se je moralo nekaj voska staliti; v raztalitev pa je treba toplote; ta je le mogla priti od plamena z drugega konca palice ter se je morala v palčici razširjati vzdolž od konca do konca.

S steklene palice nikdar ni padla voščena kroglica, torej se v njej ni dovolj razširjala toplota.

Posnetek: V železni palici se toplota lahko razširja, v stekleni pa ne.

Zakon: Železo je dober, steklo pa slab prevodnik toplote.¹

¹ Da dobimo priroden zakon splošne veljavnosti: „Kovine so dobri prevodniki toplote“, bi morali, strogo logično postopajoč, isti

2. Steklenko smo drgnili s svilo; s tem je postala sposobna, da je papirnat mehec (bezgovo oblico) potegnila k sebi; ko pa se je mehec dotaknil palice, ga je odbila.

Dodaj enak poizkus s smoleno palico, s palico pečatnega voska, s kavčukovo palico (ebonitko), ki jo drgneš s kožuhovino ali volneno robo!

Posnetek: S svilo drgnena steklenka, z volnino drgnena smolenska in ebonitka zadobe lastnost, da privlačijo lahka premična telesa, dotaknivša se jih pa jih odbijajo.¹

Pojem: *Telesa, ki privlačijo druga lahka telesa, pa te le dotaknivši se jih, odbijajo, zovemo električna telesa.*

S svilo drgnena steklenka, z volnino drgnena ebonitka i. dr. so torej električna telesa.

3. Ta jeklena palica ima neko posebno moč v sebi. Ona privlači žreblje in pilovino, ki so iz mehkega železa, peresa in šivanke, ki so iz jekla, pa nove desetice in dvajsetice, ki so iz niklja; ko se dotakne teh teles, se jih prime, da obvisi na njej.

Pojem: *Telo, ki privlači mehko železo, jeklo in nikelj ter dotaknivši se jih, jih drži, da obvisi na njem, se imenuje magnetno telo ali magnet.*

Jeklena palica, ki smo jo rabili pri poizkusu, je torej magnetna; pravimo, da je magnet.

4. Ko strnemo žici, se začne v tekočini neka izprememba; iz te sklepamo, da deluje sedaj v posodi neka še neznana moč; kakšna? To spoznamo iz iskrice med koncema žic. Take iskrice dobimo tudi iz električne palice. Iskrica med koncema žic je električna iskra; ona pričuje, da teče elektrika, ki pride iz člena, po žici v člen nazaj.

Pojem: *Tekoča elektrika se imenuje električni (galvanski) tok, priprava, v kateri se vzbuja, pa galvanski člen.*

5. Igla magnetnica se le odklanja, dokler je sklenjen galvanski člen. V sklenjenem galvanskem členu pa teče po žici električni tok; torej je le ta provzročil odklon magnetne igle.

Zakon: *Električni tok odklanja iglo magnetnico.*

Pojem: *Priprava za odklanjanje magnetnic s pomočjo galvanskega toka se imenuje galvanoskop.*

Služi nam v zaznavo električnega toka.

poizkus ponoviti zaporedoma z vsemi kovinami; zaradi stanovitosti v prirodi se smemo zadovoljiti z malim številom takih poizkusov.

¹ O nadaljnjih učinkih drgnene palice prim. konec X. poglavja „O učnih načelih“.

Za vajo o induktivnem sklepanju naj služijo še nastopni primeri:

6. O raztezanju vode, povzročenem po toploti.

Napolni stekleno kuhalo (kuhalno steklenico, lambik = trebušasta steklenica iz tankega, počasi shlajenega stekla, ne počí na špiřitnem plamenu) do vrha z vodo navadne topline, zatakni jo neprodušno z zatiko, skoz katero gre 2—4 mm široka in kakih 20 cm dolga steklena cev; nato obriši steklenico od zunaj, da bo popolnoma suha, pritrdi jo v retortniku (stojalu) ter zaznamenuj višino, do katere stoji voda v cevi, s papirnato zanjko! I.

Nato postavi pod steklenico špiritovko, ter jo prižgi! II.

Ne dolgo in vidi se, da gre voda v cevi kvišku. . . III.

Novo stališče vode zaznamenuj z drugo papirnato zanjko, pa odstrani špiritovko!

V povedanem najdemo vse točke, ki so važne za eksperimentalno izvršitev tega poizkusa, posebno popis priprave, dejanja in opazovane prikazni

Z ozirom na zakon, ki se naj izlušči iz teh podatkov, je vseeno, vzamemo li stekleno kuhalo ali poizkuševalnico (poizkuševalno cev-eprobetko), ali glinast lonec ali železen pisker; tudi zatika s cevjo v njej, zaznamovanje vodnega stališča in da grejemo vodo z gorečo špiritovko, niso za prikazen nobenega bistvenega pomena. Bistveno je le, da grejemo vodo in da gre nato voda kvišku.

Sedaj pa premišljujmo! Voda stoji sedaj više nego prej, torej je je več? To je le na videz; saj nismo vode dolili in ako bi bili posodo tehtali pred poizkusom in poslej, našli bi enako težo. Vode torej ni več, a vendar zavzema večji prostor; torej se je raztegnila. To pa je učinila edino le toplota.

Tako smo dobili dva razsodka: 1. Vodo grejemo. 2. Voda se razteza, ki dasta zaključena tale posamezni

zaključek: Ako vodo grejemo, se razteza, ali: Pri segrevanju se voda razteza.

Ta zaključek je le veljaven za vodo. Da dobimo zaključek splošne veljavnosti, preiščimo kolikor največ teles na slični način! Iz vseh takih preiskovanj slede tile induktivni sklepi prve stopnje:

Vsa trda¹ telesa se raztezajo pri segrevanju.

Vsa tekoča telesa se raztezajo pri segrevanju.

Vsa plinasta telesa se raztezajo pri segrevanju.

Iz tega sledi induktivni sklep druge stopnje:

Vsa trda, tekoča in plinasta telesa se raztezajo pri segrevanju.

¹ Z malo izjemami, n. pr. kavčuk.

Vsa trda, tekoča in plinasta telesa skupaj so vsa telesa.

Zakon: Vsa telesa se raztezajo pri segrevanju.¹

Ako čez nekaj časa pogledamo na posodo, vidimo, da stoji voda spet nižje. Skrčila se je, ker se je med tem ohladila. Kako se glasi prejšnji zakon, ako se upošteva tudi izprememba pri ohlajenju?

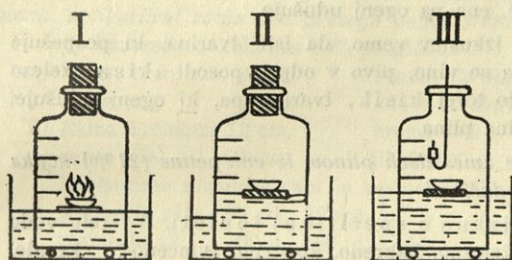
7. O gorjenju. Nauk o gorjenju se da podkrepiti s celo vrsto poizkusov, n. pr. *a)* z gorečo svečico, *b)* z žveplom ali fosforjem, *c)* špiritom, *č)* magnezijem, *d)* za lečo debelim zrnom kalija ali natrija, ki jih zapalimo nad vodo pod povezenim steklenim zvoncem ali trebušasto sklenico, kateri je odbito dno. (Slika 1. I.)

Črez malo časa vidimo, 1. da ugasne plamen, 2. da se voda v zvoncu vzdiguje, v zunanji posodi pa seveda razmeroma pada.

Iz opazovanih dejstev sledi, da se je pri gorjenju zmanjšal zračni prostor, zmanjšala se je torej množina zraka pod zvoncem.

Vzpričo temu moramo sklepati, da se je pri gorjenju porabilo nekaj zraka.

Sedaj pa izključimo nebitvenosti poizkusa pomislivši, da je prikazen kvalitativno ista, naj li se vrši gorjenje pod malim ali velikim zvoncem ali celo v



Slika 1.

prostem zraku! Tako dobimo tele zaključke: *a)* Ako sveča gori, se porabi nekaj zraka, *b)* ako fosfor gori, se porabi nekaj zraka, *c)*, *č)* in *d)* istotako.

Induktivno sklepajoč dobimo prirodni zakon: Ako telesa na zraku gore, se porabi nekaj zraka; krajše: Pri gorjenju se porabi nekaj zraka.

Zrak je gorjenju potreben, brez zraka ni gorjenja.

Sestava zraka. Gotovo miče učence izvedeti, koliko se je porabilo zraka. Zato ceni, če mogoče meri, koliki del prejšnjega zračnega prostora zavzema sedaj voda! Ako so se poizkusi zvršili dovolj natančno, kažejo: Pri gorjenju v zaprtem prostoru se vselej porabi ena petina zraka. (21%). (Sl. 1. II.)

¹ Prim. Crüger, Die Physik in der Volksschule. 13. nat. 1888. str. 135!

Kaj pa je z ostalimi štirimi petinami zraka?

Že iz tega, da pri vsakem poizkusu gorjenje samo preneha, preden je zgorela vsa sveča, vse žveplo i. dr., se mora sklepati, da zrak, kar ga je še pod zvoncem, ne vzdržuje več gorjenja. To se da potrditi še s posebno preizkušnjo.

Dolij v zunanjo posodo toliko vode, da stoji zunaj zvonca in znotraj v isti višini, odmaši zvonec zgoraj ter potisni skoz grlo na žico natak njeno gorečo svečico saj do sredine zvonca! (Slika 1. III.) Svečica ugasne.¹

V zvoncu ostali zrak torej uduši ogenj; zato pa tudi ni več navadni zrak; kajti v navadnem zraku gori ogenj.

Iz obojih poizkusov spoznamo torej dvoje resnic:

1. Pri gorjenju se porabi nekaj zraka.

2. V ostalem zraku se ogenj uduši.

Iz tega pa sledi: Zrak je sestavljen iz dveh tvarin; ena pospešuje gorjenje, ena pa ogenj udušuje.

Iz drugovrstnih izkustev vemo, da ista tvarina, ki pospešuje gorjenje, tudi stori, da se vino, pivo v odprti posodi skisa, železo pa rjavi; imenujemo jo torej kisik, tvarino pa, ki ogenj udušuje, dušik. Oba sta nevidna plina.

Zakon: Zrak je zmes dveh plinov, iz ene petine (21%) kisika in štirih petin (79%) dušika.²

8. Uvodni poizkus o specifični toploti. V vrelo vodo ali vrelo olje denimo železno, bakreno, kositrno, svinčeno ... kroglo, ki so vse enake teže, potem pa jih položimo zaporedoma na voščeno ali parafinovo pogačo!

Videli bomo, da se krogle pogrezajo v pogačo, najbolj železna; ki utegne pogačo predreti, manj bakrena, najmanj svinčena.

Vse krogle dobe toplino vrele tekočine. Položene na pogačo se pogrezajo. V to je treba, da vsaka krogla raztali nekaj voska; v taljenje voska pa je treba toplote; toplota prihaja od krogel; ker pa so se neenako pogreznile, so morale raztaliti neenake množine voska; torej so oddale neenake množine toplote, tedaj pa sploh niso imele enake množine toplote v sebi.

¹ Pa le tedaj, ako se znotraj zaostali zrak ni zmešal z zunanjim. Zato se ta preizkušnja rada izjalovi s steklenim cilindrom, ki nima zamaška.

² Da se popolnoma reši vprašanje o gorjenju, bi bilo v nadaljnjih lekcijah obravnavati o pogojih gorjenja, o gasitvi ognja in o zgorelinah, kar nas dovede do okisov i. t. n.

Zaključek: Krogle enake teže imajo ob enaki toplini neenake množine toplote v sebi.¹

9. Izvajanje zakona o ravnotežju na vzvodu (navorju)
Priprava: V enakih razdaljah prevrtana ploščata palica, gibno pritrjena v stojalu liki gredeljnice na tehtnici.

Vzemimo a) ramo bremena 4 cm, ramo sile 12 cm, breme 12 dkg!
Tedaj najdemo poizkušajoč ravnotežno silo 4 dkg.

b) Ako je rama bremena 12 cm, rama sile 60 cm, breme pa 500 g, je za ravnotežje potrebna sila 100 g. Tako kaže poizkus.

a) Primerjajoč količine vsakega poizkusa med seboj spoznamo pod a) da so številke med seboj zamenjane, razmerje sil je ravno obratno od razmerja ram; pod b) pa vidimo, da je rama sile enaka 5kratni rami bremena, sila pa $\frac{1}{5}$ bremena, torej tudi obratno razmerje.

Zaključek: Na vzvodu je v stanu ravnotežja sila toliki del bremena, kolikorkrat rama sile presega ramo bremena.

β) Razvrstimo količine bolj pregledno!

a) Rama bremena 4 cm, breme 12 dkg

rama sile 12 cm, sila? (4 dkg).

b) Rama bremena 12 cm, breme 500 g

rama sile 60 cm, sila? (100 g).

Izračunimo razmerje ram in razmerje sil v istem redu!

Razmerje ram $60 \text{ cm} : 12 \text{ cm} = 5$

razmerje sil $100 \text{ g} : 500 \text{ g} = \frac{1}{5}$.

Ti razmerji nista enaki, pa se lahko izednačita, ako se vzame eno izmed njiju, n. pr. razmerje ram, v obratnem redu:

Razmerje sil $= 100 \text{ g} : 500 \text{ g} = \frac{1}{5}$

obratno razmerje ram $= 12 \text{ cm} : 60 \text{ cm} = \frac{1}{5}$.

Zaključek: Na vzvodu je ravnotežje, ako je razmerje sil enako obratnemu razmerju ram.

¹ V pojasnitev te prirodozlovne resnice bodi omenjeno, da je ob toplini 1°C v 1 kg železa $\frac{1}{9}$, v 1 kg živega srebra $\frac{1}{30}$, v 1 kg ledu $\frac{1}{2}$, v 1 kg svinca pa $\frac{3}{100}$ ene kalorije, t. j. one toplote, ki je v 1 kg vode ob toplini 1°C ; z drugimi besedami: S toploto, ki je v 1 kg vode ob toplini 1°C , se da segreti 1 kg železa za 9°C , 1 kg živega srebra za 30°C i. t. n.

Sedaj je umljivo, zakaj je živo srebro za toplomer najpripravnejša izmed vseh tekočin. Ker je za izprembo toplote 30krat bolj občutno nego voda.

Na podlagi tega poizkusa se v meščanski šoli razvija pojem specifične toplote.

7) Da se še bolje vglobimo v to zadevo, bi bilo koristno poprej pečati se s poizkusi o vrtežnem momentu sil (Drehungsmoment). Ti kažejo, da se vrtilo telo tem krepkeje, čim večja je vrteča sila ob enaki rami in čim daljša je rama ob enaki vrteči sili.

Tvori v obeh poizkusih produkte iz sil in njih ram!

$$a) \begin{array}{l} \text{Za silo} \quad 4 \text{ dkg} \times 12 \text{ cm} \\ \text{za breme} \quad 12 \text{ dkg} \times 4 \text{ cm} \end{array} \} = 48$$

$$b) \begin{array}{l} \text{Za silo} \quad 100 \text{ g} \times 60 \text{ cm} \\ \text{za breme} \quad 500 \text{ g} \times 12 \text{ cm} \end{array} \} = 6000$$

Zaključek: Na vzvodu je v stanu ravnotežja produkt sile in nje rame enak produktu bremena in njegove rame; ali ker se taki produkti zovejo vrtežni momenti. *Na vzvodu je ravnotežje, ako sta vrtežna momenta sile in bremena enaka.*

10. Zakoni o nihalih.

Priprava: Na primernem stojalu vsaj tri nihala, eno nihalo 25 cm dolgo, dve enako dolgi (1 m), ena kroglica iz plute ali lesa, ena iz svinca.

1. poizkus: Pomakni eno izmed dolgih nihal malo v stran ter ga izpusti, pa šteje nihaje $\frac{1}{2}$ minute, 1 minuto, 2 minuti! Nato izračuni, koliko sekund traja vsakokrat 1 nihaj! Vsakokrat dobiš isto število.

1. Zaključek: *Eno in isto nihalo niha vedno enako hitro.*

2. poizkus: Pomakni obe enako dolgi nihali v stran ter ju istočasno izpusti! Iz tega, kar opazuješ, sledi

2. Zaključek: *Enako dolga nihala nihajo enako hitro.*

Ako sta kroglici teh nihal različne tvarine, torej različne teže, kaže ta poizkus tudi

3. Zaključek: *Enako dolga nihala različne teže nihajo enako hitro.*

3. poizkus: Pomakni kratko in dolgo nihalo v stran ter ju izpusti pa šteje nihaje vsakega posebe skozi 1 minuto!

Dolgo nihalo zaniha 60 krat, kratko pa 120 krat.

Pregledno:

1. nihalo, dolžina 100 cm, število nihajev 60 } v istem

2. nihalo, dolžina 25 cm, število nihajev 120 } času

Razmerje med dolžinama nihala = $100 \text{ cm} : 25 \text{ cm} = 4$

Razmerje med številoma nihajev = $60 \text{ cm} : 120 \text{ cm} = \frac{1}{2}$

Tudi ti razmerji nista enaki, pa se dasta izenačiti, ako vzamemo prvo v obratnem redu, drugo pa kvadriramo (samo s seboj pomnožimo).

Obratno razmerje iz dolžine nihala = $\frac{1}{4}$

Kvadratno razmerje iz števila nihajev = $\frac{1}{4}$

4. Zaključek: *Kvadratna števila nihajev se imajo med seboj, kakor obratne dolžine nihal.*

Ta abstraktni zakon se glasi v konkretni obliki: Nihala 4, 9, 16 kratne dolžine dajo v enakem času po številu 1e $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{4}$ nihajev.

Iz obravnavanih primerov se lahko presodi, kolike važnosti je prirodoslovni pouk za razvoj razuma in vseh duševnih zmožnosti. Ta pouk je za učence šola bistrega mišljenja in praktične logike; ponovne vaje v odmišljanju in logičnem sklepanju so pripomočki, s katerimi se razširja učenčevo pojmovanje in razumevanje. Zato se naj tudi poskrbi, da se učenci kar najbolj vztrajno udeležujejo tega duševnega dela.

Ko je odmišljevalno delo, ki sledi poizkusu, dokončano ter izveden zakon, treba je, da si učenec zanesljivo utrdi duševno pridobitev ter napreduje v jezikovni izurjenosti. V to svrho se večkrat ponavlja tvarina, naj se posname kot celota ter se naj spaja s sorodno ali slično tvarino.

Iz dosedanje obravnave se da za induktivni način prirodoslovnega pouka sestaviti tale splošni načrt:

4. Načrt za induktivni način prirodoslovnega pouka.

I. Opazovanje prikazni.

A. V prirodi.

B. Na poizkusu. Ta se deli na:

- | | | |
|---|---|--|
| a) predočevanje priprav, | } | Aperceptivna, pri-
lastilna
ali empi-
rična
stopnja. |
| b) izvršitev dejanja, zbujačega prikazen, | | |
| c) zaznavanje prikazni, | | |
| č) popis vsega poizkusa. | | |

II. Izvajanje zakona.

- | | | |
|---|---|--|
| a) Uredba in razvrstitev podatkov opazovanja, | } | Abstrak-
tivna, od-
mišlje-
valna
stopnja. |
| b) odmišljanje, | | |
| c) sklepanje, | | |
| d) zaključek: pojem ali zakon. | | |

III. Utrditev.

- a) S ponavljanjem in posnetjem celote,
- b) s spajanjem sličnih ali sorodnih tvarin.

Tehnična
} ali utrje-
valna
stopnja.

C. Obdelovanje tretje skupine (po deduktivnem načinu).

1. Dasi je induktivno - poizkustveno obdelovanje v prirodoslovnem pouku neobhodno potrebno, vendar ne zadostujejo njega uspehi glede na učni smoter ljudske in meščanske šole. Od šolske mladine se na tej stopnji ni nadejati, da bi hrepenela po vedi radi vede same, in res je ljudski šoli v zakonitih učnih načrtih predpisan praktičen smoter, dejanstvena uporaba pri pouku prisvojenih zakonov; veda naj se spaja z znanjem, oziroma veda naj se pretvarja v znanje.

Uporaba zakonov se vrši s tem, da se z njih pomočjo razjasnjujejo mnogoštevilni fizikalni in kemijski predmeti, pa mnogoteri dogodki, ki jih opazujemo dan za dnevom, n. pr.

a) uporaba raznega orodja, strojev, priprav vsakdanjega življenja (toplomer, tlakomer, tehtnica, parni stroj, brzojav . . .);

b) one prirodne prikazni, ki splošno vplivajo na naše življenje (toplotne, svetlobne, vremenske prikazni . . .);

c) najvažnejše funkcije človeškega (in živalskega) trupla (vid, sluh, dihanje, hranitev . . .);

č) splošno zanimivi prirodni dogodki (odmev, gorjenje, vrenje, trohnenje, gnitje . . .);

d) pravilna uporaba znanih zakonov je vir iznajdbi novih priprav in strojev, pa tudi novih prirodoslovnih resnic.

V tistem trenutku, ko začnemo uporabljati po induktivnem načinu izvedene zakone, se izpremeni smer metodi. Medtem ko smo prej začenjali s posebnim in konkretnim ter korakali kvišku do splošnega, abstraktnega — do za-

kona, stavimo sedaj zakon na čelo našemu umovanju ter korakamo odtod navzdol do posebnega in konkretnega. Ker se pri tem poslužujemo deduktivnega sklepanja, se zove metoda deduktivna: uporaba zakonov se vseskozi opira na **deduktivno metodo**.

Primeri o uporabi deduktivne metode.

1. Toplomer. Induktivnim potom izveden zakon se glasi: Ako segrevamo telo, se razteza.

Obratno: Ako se telo razteza, narašča njega toplina.

Uporaba: Ako gre v toplomeru živo srebro kvišku, mora naraščati njega toplina; toploto pa dobiva iz okolice; torej se je morala zvišati toplina okolice.

2. Prevodniki toplote. Železo je dober, glina pa slab prevodnik toplote. Ako kurimo, se železna peč hitro segreje, glinasta pa počasi. Zato rabimo železne peči, da sobo hitro, dasi le za kratek čas segrejemo, glinaste pa, da prostore za delj časa enakomerno segrejemo.

3. Tlakomer. Stališče živega srebra kaže jakost zračnega tlaka. Kakor zračni tlak narašča ali pojema, se vzdiguje ali pada tudi živo srebro v tlakomeru.

Obratno: Ako vidimo, da se živo srebro v takomeru vzdiguje (pada), sklepamo, da narašča (pojema) tudi zračni tlak.

4. Galvanoskop. Električni tok, ki ga napeljemo navzdolž ob igli magnetnici, jo odklanja. Čim močnejši je tok, tem večji je odklon.

Obratno: Ako se v upreženem galvanoskopu odkloni igla magnetnica, sklepamo, da kroži po sklenjeni žici električni tok.

Uporaba: 1. Galvanoskop kaže, teče li po sklenjenem prevodniku elektrika. 2. Ako je na galvanoskopu razdeljen krog, na katerem se da meriti odklon, kaže nam velikost odklona jakost električnega toka. Taka priprava se zove galvanometer.

Iz teh primerov se že razvidi, da se uporaba vglavnem poslužuje obratnega sklepanja; sklepa se od učinka nazaj na vzrok. Ta način sklepanja zahteva posebne pozornosti v vseh onih primerih, kjer je taisti učinek lahko zavisen od več različnih vzrokov.

N. pr. 1. Ako se plinu, zaprtemu v neprodušni posodi zviša toplina, narašča njega napetost. Isto se zgodi, ako plinu stiskajoč ga zmanjšamo prostor, ali ako mu povečamo gostoto, brizgajoč v posodo

še več plina. Obratno: Vzemimo da narašča napetost plina! Od tega učinka ne moremo takoj zanesljivo sklepati na vzrok; treba je poprej preiskati vse okolščine, ki so utegnile vplivati na učinek.

2. Tlakomerna višina se ravna po velikosti zračnega tlaka, napetosti zračnih hlapov in po toplini, dokler ostanemo na istem mestu. Višina živega srebra narašča in pojema z vsakim izmed imenovanih činiteljev. Nasprotno se tlakomerna višina zmanjša, ako se vzdignemo z barometrom višje nad morje ter narašča, ako se povrnemo nižje v dolino. Tlakomerna višina je torej zavisna v jako različni meri od četririh činiteljev, med katerimi imata največ vpliva zračni tlak in nadmorska višina.

Potrjujoč poizkus. Zgoraj str. 28. sl. smo označili stališče in smoter potrjujočega poizkusa. Rabi se pri deduktivni metodi, kadar je treba preizkušati pravilnost deduktivnih izvajanj. Razjasnimo to na primerih.

1. *Navadna tehtnica.* Zakon: Na enakoramnem vzvodu je ravnotežje, ako je sila enaka bremenu.

Obratno: Ako je na enakoramnem vzvodu ravnotežje, mora biti sila enaka bremenu.

Uporaba: Gredelnica navadne tehnice je enakoramen vzvod, zato mora v stanu ravnotežja biti sila enaka bremenu.

Preizkušnja s potrjujočim poizkusom. Ta se deli prav kakor temeljni poizkus na

a) predložbo priprave.¹

b) Dejanje, ki vzbudi prikazen.

(V obe skodelici se položita enaki uteži.)

c) Opazovanje prikazni.

(Gredelnica stopi v ravnotežje.)

Zaključek: Deduktivni sklep je pravilen.

Na pr. 1. *Uporaba tehtnice:* Položi v eno skodelico telo, ki ga hočeš stehtati! Skodelica se usede. Nato polagaj uteži v drugo skodelico, toliko da nastopi ravnotežje!

Tedaj tehta telo toliko, kolikor uteži v drugi skodelici.

2. *Izbočena leča.* Temeljni zakoni o lomljenju svetlobe se glase:

¹ Se navadno zvrši pred dedukcijo in sicer se priprava razstavi (analizira) in popiše. Analiza nas dovede celo naravno do glavnega člena priprave (tukaj gredelnica kot enakoramni vzvod), na katerem se nato začne deduktivno obdelovanje.

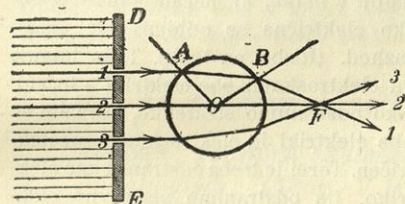
1. Pravokotno vpadajoči svetlobni žarki se ne lomijo, temveč prodirajo skoz novo sredivo v prvotni meri.

2. Poševno upadajoči svetlobni žarki se lomijo proti vpadni pravokotnici, ako prehajajo iz redkejšega srediva v gostejše; od vpadne pravokotnice pa se lomijo, ako prehajajo iz gostejšega srediva v redkejše.

Iz teh zakonov se dado dalje, t. j. deduktivnim potom določiti prikazni ob lečah (tudi na prozornih valjastih telesih, na gladkih z vodo napolnjenih čašah i. t. d.)

Vzemimo, da pomeni na sl. 2. krog O floris čaše, ED pa navpik stoječo lepenko ali deskico s tremi ozkimi prerezami.

Mislimo si, da prihajajo svetlobni žarki od leve proti desni. (Risba na tabli.) Žarek 2. vpade pravokotno na čašino površje ter prodirajoč obdrži svojo smer. Žarek 1, ki vpade na levi strani čaše (oziroma zgoraj), se lomi, prehajajoč iz zraka v steklo in vodo, proti vpadni pravokotnici AO, prehajajoč iz posode v zrak pa od



Slika 2.

vpadne pravokotnice BO, torej obakrati proti središnjemu žarku. Takisto se lomi na desni strani (oziroma spodaj) vpadajoči žarek 3 proti središnjemu žarku. Ker se torej stranski žarki lomijo proti središnjemu, morajo se stopivši iz leče (posode) vsi združiti v točki (oziroma črti) F.

Zakon: Svetlobni žarki, ki prehajajo skoz izbočene leče (valjasta, prozorna telesa) se izstopivši iz leče združujejo na majhnem prostoru.

Preizkušnja. Postavi luč (petrolejko, svečo) pred lečo, malo izven dvakratne daljine gorišča, tik pred lečo pa neprozorno steno s tremi luknjicami, ali vzporednimi prerezami (gl. sl. 2); na nasprotni strani pa drži tik ob leči prosojen list belega papirja! Na listu vidiš tri svetle kroge ali tri vzporedne svetle proge, ki so nekoliko bližje druga ob drugi nego prereze v deski DE. Najbolje se to vidi v temni ali vsaj nekoliko zatemneli sobi. Nato odmikaj beli list počasi od leče! Svetli krogi ali proge prihajajo manjši, svetlejši in zunanja dva se približujeta srednjemu, dokler se vsi trije ne združijo na razmeroma majhnem prostoru v sliko plamena, od katerega izhaja svetloba.

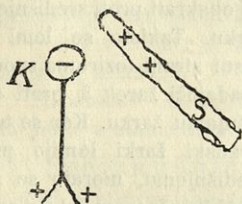
Poizkus torej potrjuje poprej deduktivno izveden zakon.¹

¹ Poizkus še ni dokonca izčrpan. Ako poizkušaš z navadno lučjo (svečo, petrolejko), dobiš pri F obrnjeno fizično sliko luči. Nje ve-

Slika 2. velja za vzporedne žarke, kakršni so n. pr. solnčni. Ako tedaj poizkušaš s solnčnimi žarki, dobiš onstran leče v točki F majhno jako svetlo sliko solнца. V tej točki se združijo tudi toplotni žarki, papir se vname (gorišče). Če pa rabiš namesto leče valjasto prozorno telo, dobiš v točki F pokonci stoječo svetlo črto goriščnico. Mogoča je tudi zaznava bojnatih prikazni, ki izvira iz razprševanja svetlobe.

3. *Elektroskop.* Zakon o električni razdelbi (influenci) se glasi: *Električno telo deluje na bližnje elektrovode tako, da loči v njih združeni elektriki ter privlačuje raznoimensko, odbija pa istoimensko elektriko; raznoimenska se torej zbira na bližnjem koncu elektrovoda, istoimenska pa na oddaljenem ter odteče v zemljo, ako elektrovod ni osamljen (izoliran); istoimenska je vezana ter ne more odteči.*

Na podlagi tega zakona se dajo razjasniti vse prikazni na elektroskopu. Mislimo si kakšenkoli elektroskop, da je le dobro osamljen. Približajmo kovinski kepi K (slika 3.) pozitivno električno steklenko S! Tedaj se mora negativna elektrika zbrati na kepi, pozitivna pa od-



Palica S je ravna in gladka

daljiti v listka, ki morata kot istoimensko električna se odbijati ter kazati razhod. (Risba na tabli). Tako imamo na elektroskopu obe elektriki a ločeni. Ako odstranimo steklenko, združita se obe elektriki in elektroskop je neelektričen. Torej je treba odstraniti eno elektriko. Da odstranimo negativno elektriko, dotaknimo se kepe s pozitivno steklenko, pa jo takoj odstranimo! V elektroskopu mora ostati samo pozi-

tivna elektrika, ki se sedaj lahko razširja po listkih, palici in kepi. Elektroskop je pozitivno električen.

Da se iznebimo istoimenske (pozitivne) elektrike, približajmo zopet pozitivno steklenko, kakor kaže slika 3. ter se dotaknimo kepe s prstom! V tem trenutku mora z listkov zginiti pozitivna elektrika, negativna s kepe pa ne more uiti, ker jo veže pozitivna steklenka. Odmaknimo najprej prst od kepe, potem steklenko, mora biti elektroskop negativno električen.

Preizkušnja, ki jo izvršiš po tem navodilu, ti potrdi vse zaključke.

likost se ravna po razdalji med lučjo in lečo. Stoji li luč v dvojni daljini gorišča, sta luč in nje slika enako veliki; ako pa je luč izven (dvojne daljine (oziroma izven enojne daljine) gorišča, je nje slika manjša oziroma večja) od luči same. V kakšni daljavi je vsakokrat slika?

4. *Natega*. Vzemimo, da je učencem znano bistvo zračnega tlaka in nekaj o napetosti plinov! S tem se da deduktivno določiti raba natege. Mislimo si, natega stoji s cevjo v vodi! (Prim. sliko 8. str. 87.) Tedaj tlači zrak na vodo zunaj in znotraj enako močno in voda stoji zunaj in znotraj enako visoko. (Risba na tabli.)

Sedaj začnimo sesati zrak iz natege! Sesajoč razširimo prsi in zrak, ki je bil v nategi, se lahko razširja tudi v pljuča, zavzema torej večji prostor in njegova napetost se mora manjšati. Znotraj pojema torej zračni tlak na vodo, zunanji pa, ki je ostal neizpremenjen, prevladuje in voda se mu mora umakniti tje, odkoder prihaja manjši tlak, t. j. v nategu. Zunanji močnejši zračni tlak vzdiguje vodo v nategi.

Potrjujoč poizkus ti zopet potrdi pravilnost zaključkov.

Pri natančnejši razlagi bi se morali ozirati še na enakomerno vsestransko razširjanje tlaka v tekočinah.

Pri krivi nategi deluje zračni tlak ob obeh koncih enako močno. Sila, ki povzroča iztok, je tlak tekočine na dno (Boden-druck). Tekočina teče iz kraka, v katerem prevladuje tlak na dno, v drugega. Ako je tlak v obeh krakih enak, je tekočina v ravnotežju.

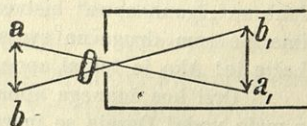
2. Načrt za deduktivni način prirodnoslovnega pouka.

Naloga: *Temnica (kamera obskura)*.

I. *Izhodišče*: Zakon. V istem sredivu se razširja svetloba v premih črtah.

II. *Predočba priprave*. Se razstavi, opiše in na tabli nariše.

III. *Deduktivno sklepanje*. Na sliki 4. predstavlja ab svetlo telo (n. pr. plamen goreče sveče)! Odtod gredo žarki na vse strani; nekaj jih šine skozi luknjico o v temnico. Zunaj in znotraj je zrak iste gostote. Ker pa se svetloba v istem sredivu premočrtno razširja, morajo žarki, ki prihajajo od gornjega konca a , zadeti ob prosojno steno spodaj v a_1 , žarki od spodnjega konca b pa zgoraj v b_1 .



Slika 4.

IV. *Sklep*. Na prosojni steni temnice mora se prikazati vzvrnjena podoba $a_1 b_1$ svetlega predmeta $a b$.

V. *Preizkušnja*. Na podlagi opisa (točka III.) izvršen poizkus ti popolnoma potrjuje sklep (točka IV.)

VI. *Utrditev*.

- a) Ponavljanje opisa, sklepov in poizkusa.
- b) Jezikovna vaja: ustno, pismeno.

D. O obdelovanju kemijske tvarine.

V metodiškem oziru se obdelovanje kemijske tvarine bistveno razlikuje od obdelovanja fizikalne tvarine. Fizikalni pojav, prirodno prikazen zaznavamo neposredno s svojimi čutili. Blisk vidimo, grom slišimo, udarce padajočega telesa čutimo i. t. n. To pa, kar se imenuje kemijski dogodek ali pojav, se neposredno ne da zaznati, kajti vrši se med nevidno drobnimi molekulami in atomi teles. Na te notranje izpremembe tvarine pa moremo le sklepati iz zunanjih znakov, iz drugorednih, morebiti postranskih prikazni. N. pr.

Če zmešamo vodo in žvepleno kislino, se tekočina segreje. Iz višje toplote sklepamo, da pri tem poizkusu ne nastane navadna zmes, temveč da se tekočini tesneje spoprime, t. j. se kemijsko spojita med seboj. Kaj se pri tem godi z njenimi atomi, ne vidimo, toda da se je nekaj zgodilo, priča nam višja toplota.

2. Ali, če vržemo kos apnenca ali bele krede na žrjavico, da se delj časa žari in ga nato položimo, da se shladi, ne zapazimo na njem posebne izpremembe; barva, oblika, velikost so iste; apneni kamen je morebiti izgubil prejšnji lesk, kreda pa ga sploh ni imela. Ipak se „žgano apno“ bistveno razlikuje od apnenca in krede, kajti ima povsem drugačna svojstva. — Deni žgano apno na tehtnico! Lažje je! Ako je tehtal apnenec poprej 100 g, tehta sedaj le 56 g.

Drži kos žganega apna nekaj časa v roki! Vje ti kožo. Polij ga z malo vode! Ogrije se in razpade v belo štopo i. t. n.

Iz tega sklepamo, da se je apnenec v ognju razkrojil v dva dela, trdega in plinastega; trdi nam je ostal kot žgano apno, plinasti (ogljikova kislina) pa je nevidno izpuhtel v zrak.

Kemijske resnice in zakonitosti tedaj spoznavamo le z natančnim zaznavanjem zunanjih okolščin n. pr. po izpremembi barve, oblike, teže, telesne skup-

nosti, topline, okusa, vonja, in kemijske reakcije; mehurčki in pene na tekočini kažejo, da uhaja kak plin i. t. n.

Kemijski pouk torej neobhodno zahteva poizkustvenega obdelovanja ob najskrbnejši nazornosti. V ljudski in meščanski šoli bodijo izključene vsakateri teorije; stremiti je le za spoznavanjem najvažnejših kemijskih dejstev ter svojstev in praktične uporabnosti snovi. Metodiška obravnava se povsem opira na pravila nazornega pouka ter se vrši večinoma sintetiško-kombinatoričnim potom.¹

Novejša metodiška stremljenja so vplivala tudi na razvrstitev kemijske snovi za nižješolski pouk. Prejšnja sistematična razvrstitev po prvinah, ki je začejala s kisikom, vodikom, dušikom ter prehajala na zrak in vodo, se je morala umakniti iz učnih knjig za nižje šole in dati prostora razvrstitvi, pri kateri ni došla nobena prvina na vrsto kot nekak — deus ex machina.

Novo smer razvrstitvi kemijske tvarine sta določila R. Arendt¹ in F. Wilbrand;² oba zahtevata z zgolj praktičnega stališča, naj se začne kemijski pouk s snovmi, ki jih otrok saj po zunanosti pozna. Arendt pričinja s fizikalnimi svojstvi kovin, kositra, svinca, železa, bakra, živega srebra i. dr., ter da opazovati, kako se te kovine imajo na zraku ob navadni toplini, kako ob višji toplini in kako, če jih talimo v zaprtem prostoru t. j. brez navzočnosti zraka. Tako pride do kovinskih pepelov (kovinskih okisov) in odtod šele na zrak in na kisik i. t. n. — Obratno začne Wilbrand nauk o kemiji z opazovanjem fizikalnih svojstev zraka in vode, češ, ti snovi stojita učencevi shvatnosti bliže nego kovine; od fizikalnih svojstev pa prehaja na kemijska učinkovanja. Nekako na sredi med njima stoji Rosenfeld M.,³ ki jemlje za podstavo

¹ Prim.: Ogljikova kislina str. 62. sl.

² Glej slovstvo na strani 4., pod črto!

³ **Rosenfeld Max.** Leitfaden für den ersten Unterricht in der anorganischen Chemie, auf rein experimenteller Grund-

kemijskemu pouku prikazni ob raztopljenju trdnih, tekočih in plinastih teles v vodi, odtod pa pride do opazovanja raznih snovi na zraku, do kovinskih pepelov i. t. n., kakor Arendt.

E. Utemeljevanje prikazni.

Stroga prirodoslovna veda se bavi v prvi vrsti s tem, da določuje, kdaj in kako se vrši prirodna prikazen in po katerih stalnih zakonih. To pa še ne zadostuje človeškemu razumu, ki hoče prodreti do izvora vseh reči in stremi za kar najglobljim spoznanjem večnih resnic stvarjenja ter išče nevidnih vzrokov, t. j. delujočih sil. iz katerih izvirajo prirodne prikazni in njih zakonitosti. V tem oziru je veda v zadnjih desetletjih čudovito napredovala. Dokazala je, da so n. pr. svetloba, toplota, magnetizem in elektrika v najožjem sorodstvu, da je elektrika valovita prikazen liki svetloba, da se električni valovi odbijajo in lomijo po istih zakonih, kakor svetlobni, toplotni in zvočni valovi in pa trdna prožna telesa. Iz teh dejstev izvira slutnja, da je nositeljica imenovanih prikazni in najbrž tudi učinkov težnosti (gravitacije) ena edinstvena tvarina, ki jo imenujemo svetovni eter. Da! Na bitju etra sploh ni dvomiti več, kajti, kakor je navzočnost zraka potrebna za razširjanje zvoka, prav tako mora biti snov, ki posreduje valovanje svetlobe, elektrike i. t. n. Toda, kaj je eter, kaj je elektrika, tega še veda ni dognala in morebiti nikoli ne bo, vseeno pa se z vsako novo prirodoslovno resnico, ki jo človek dožene, vedno bolj približuje visokemu cilju, natančnejšemu spoznavanju stvarjenja.

Utemeljitev zakonov nam pa ni mogoče tirati do dna — do pravzroka vsemu bitju — temveč le do neke meje, ki leži zdaj bolj, zdaj manj globoko.

lage. Freiburg in Breisgau. 1886. Herdersche Verlagsbuchhandlung, K 2.—.

Vedenje kompasove magnetnice n. pr. se pokori zakonu o privlaku raznoimenskih in odboju istoimenskih magnetnih konic. V izvršitev tega zakona je treba dveh magnetov, prvi je v kompasu, kje pa je drugi magnet? Iz raznih poizkusov je dokazano, da je zemlja velik magnet in znana je leža njega konic. Prikazni o kompasu torej lahko utemeljimo s pomočjo zemskega magnetizma a s tem smo tudi pri kraju; odkod je magnetnost zemlje? — Najnovejši uspeh vede utegne nam pomagati korak dalje. Iz potresnih opazovanj sodijo strokovnjaki, da se valovi potresnih sunkov v notranjščini zemlje odbijajo. Ta zaključek ter velika specifična teža zemlje (5·6) sta dovedla učenjake do trditve, jedro zemeljsko je iz železa. — Potemtakem bi bila magnetnost zemlje že bolj razumljiva.

Iskajoč prikaznim vzrokov ali delujočih sil naletimo tedaj ob sedanjem stališču vede le na slutnje, možnosti, verjetnosti, vobče na hipoteze. Te le pa za vsakdanje življenje niso tolike koristi, kolike je znanje neovržnih dejstev, namreč prirodnih zakonov. Zato se tudi nižješolski pouk nima pečati s teoretskimi rečmi, temveč le z neovržno dognanimi in dejansko uporabnimi resnicami. Želji po spoznanju vzrokov prikaznim je mogoče ugoditi le toliko, da se dado hipoteškim silam primerna imena — elektrika, magnetizem, težnost i. t. n.

Vendar je z ozirom na „utemeljevanje prikazni“ v nižješolskem pouku mogoč nekaj pripravljalni korak, namreč da v mladini vzbuja misel za kavzalnost v prirodi. To dosega učitelj z vprašanjem: „kaj je vzrok?“, „zakaj?“, ki ga dosledno stavi pri vsaki ugodni priliki.

N. pr.: 1. Zakaj se raztezajo telesa, ako jih segrevamo?

Ker se njih molekuli oddaljujejo drug od drugega.

Brihten učenec pa utegne zdaj vprašati: Zakaj se oddaljujejo?

Ker se moleklnli teles sploh vedno gibljejo, primerno njihovi toplini; kadar se pa toplina teles zviša, se gibljejo močneje ter se oddaljujejo drug od drugega.

Ta odgovor sega globoko v hipotezo, gibanje molekulov je nevidno in vedoželjen učenec gotovo še ni na jasnem. Pozoren učitelj to lahko zapazi. V tem položaju mu prav dobro ugaja kaka primera, kak analogon; k prejšnjemu vprašanju tole: Ako stoji mnogo ljudi stisnjenih v tesnem prostoru, prihaja jim vroče in samoobsebi jim pride želja, razmakniti se drug od drugega.

2. Zakaj teče voda vedno navzdol? Preden se odgovori na to vprašanje, bo najbolje postaviti se na splošno stališče ter dodati še vprašanja: Zakaj se kota kamen pa bregu v dolino? Zakaj padeš na tla? Zakaj sploh vse, kar pade, pada proti zemlji? In sedaj bo logično delo najuspešnejše, ako stvar zasučemo, takole sklepa joč: Ker vsako telo, če pade, pada proti zemlji, mora biti neka sila, ki vleče telesa proti zemlji. To silo imenujemo težnost. Kaj je nje bistvo, ne vemo, a gotovo je, da deluje med vsemi telesi v medsebojno privlačnem smislu in nje učinek je, da se giblje manjše telo proti večjemu: kamen pade na zemljo, voda teče navzdol, oba, kamen in voda se s tem prbližujeta središču zemlje i. t. n.

3. Tudi duševni in čustveni pojavi nam lahko služijo v pojasnitev te točke. N. pr. A) Zakaj si dobre volje? B. Ker se mi je posrečila težka naloga. — A. Zakaj si žalosten? B. Ker me je zadela nesreča.

Dasi v vseh teh primerih nismo prodrli do zadnjega konca, kajti lahko še vprašamo: 1. kako je to, da se molekuli ob višji toplini čvrsteje gibljejo? 2. Odkod pa izvira težnost i. t. n. — vendar je s takim premišljevanjem mogoče vcepiti mladini prepričanje, da se v prirodi sploh „ničesar ne zgodi brez vzroka“, da je vsaka prikazen, vsaka izpremembra učinek kake de-

lujoče sile. Ako je pouk dosegel to, je pripravil mladino, da je zmožna **samostalno misliti**.

Pri utemeljitvi raznih prikazni je treba natančno razločevati med delujočo silo kot vzrokom in med njega pogojem ali posledico. N. pr. *Natega*. Ako sesamo zrak iz natega, vzdigujemo vodo v nategi. Delujoča sila, ki povzroča, da gre voda kvišku, ni sesanje, temveč zunanji zračni tlak, sesanje je samo pogoj, pod katerim prevladuje vnanji zračni tlak notranjega ter vzdiga vodo. Sicer pa še niti zračni tlak ni končni vzrok izpremembam v nategi, temveč le posledica sile, ki deluje v vsej prirodi, namreč težnosti.

Pri predmetih iz uporabne stroke nam je razločevati dve stopnji poznanja. Imenujmo jih vnanjo in notranjo! Prvo smo dosegli, ako pozna učenec sestavo in uporabo priprave, drugo pa šele, ako so mu znani tudi zakoni, po katerih deluje priprava.

Vzemimo n. pr. toplomer, tlakomer, brzojav, zrcalo, drobno- in daljnogled i. dr.! Učenec pozna morebiti že glavne dele priprave, ve, kako so med seboj urejeni, zna pravno rabiti, jo tudi opisati, in vendar je — **ne razume**. Razume jo šele, ko so mu jasni prirodni zakoni, po katerih se vrše prikazni na pripravi kot nekaj povsem naravnega, tako da niti ne more drugače biti, kakor je. O tem smo že govorili na strani 35. i. nsl. Deduktivno logično delo jako pospešuje duševni razvoj učenca in je zato tudi neobhodno potrebno.

Utemeljitev uporabnih predmetov je torej v tem, da se razjasnjujejo na podlagi znanih zakonov do popolnega razumevanja.

Dasi je želeli, naj bi se učencem ne predložil noben predmet, katerega ni mogoče obdelati z vso temeljitostjo, vendar se je pri tem ozirati na organizacijo šole, na učno stopnjo. Jasno je, da se na začetni stopnji ne more toliko zahtevati, kolikor na višji in zato je umljivo, zakaj je

treba nekatere predmete obravnavati na dveh učnih stopnjah, na prvi po vnanji sestavi in mehaniški uporabi, na višjo pa odložiti skrb za temeljiteje razumevanje. (Primerjaj toplomer in tlakomer v pogl. VII. 5, 6 str. 67. in 70. i. nsl.)

VII. Metodiška enota.

1. V prejšnjih poglavjih smo skušali pokazati, kako naj se obravnavajo posamezna prirodoslovna vprašanja, ne da bi se bili ozirali na njih zvezo s sorodno stvarino. Iz metodiškega stališča pa je nedopustno, iztrgati iz cele skupine osamljen predmet in ga učencem predložiti, ako nimajo za njega razumevanje nobene potrebne podlage.

Zato je najprej treba razčleniti učno stvarino na manjše odlomke, ki so pripravi za posamezne lekcije in sposobni, vzbujati zanimanje učencev; potem jih je podajati v takem redu, da se posamezni deli kar najtesneje spajajo med seboj ter da služi novi lekciji, kolikor sploh mogoče, prejšnja za podlago. Ako pa to ni mogoče, n. pr. če prehajamo iz enega poglavja v drugo n. pr. iz mehanike v elektriko, naj se zasnuje pouk tako, da vzbuja zanimanje učencev v kar največji meri.

Odlomek učne stvarine, prikladen poedini lekciji, imenujemo metodiško enoto. Obseg metodiške enote ravnaj se po dojemljivosti učencev, bodi torej pri začetnikih manjši, pri učencih višje stopnje večji, vobče tolik, da zamorejo učenci po končani obravnavi obvladati vso stvarino metodiške enote.

V poglavju o razvrstitvi učne stvarine (str. 11. sl. sl.) smo že omenili razne načine razvrščevanja, n. pr. po življenskih, po naravnih skupinah, po fizikalnih individuih¹ i. t. d. Med temi je poslednji, t. j. razvrščanje učne snovi po prirodoslovnih predmetih najpripravnejši

¹ Gl. P. Conrad l. c. — Pedagoški Letopis 1908. str. 18. i. nsl.

za določitev metodiških enot. Prirodoslovni predmet je takorekoč jedro metodiške enote. N. pr. toplomer kot prirodoslovni predmet lahko služi metodiški enoti o raztezanju teles po toploti, sesalka ali ročna brizglja nauku o zračnem tlaku, brzojav nauku o elektromagnetih, alkohol nauku o vinskem vrenju i. t. d.

Pri obravnavi metodiške enote postopamo v glavnih potezah takole:

1. Napoved učne svrhe. Učencem se primerno naznani predmet, ki ima priti na vrsto. To naznanilo kaže ali bolj splošno na cilj, po katerem stremi pouk, ali pa koj na jedro dotičnega vprašanja. (Učna svrha v širšem ali v ožjem smislu.) Pogostoma se začne z napovedjo smotra v širšem smislu, a med obravnavo se samoobsebi poda napoved v ožjem smislu. N. pr.

Z vprašanjem: „Kako določujemo težo teles?“ je splošno izražena učna svrha. Telesa tehtamo z različnimi tehtnicami, ki so izdelane po jako različnih načelih. Ako si izberemo za obravnavo navadno trgovsko tehtnico, najdemo gredeljnico kot nje glavni del. Gredeljnica pa je enostavni stroj, ki ga imenujemo vzvod in tedaj označimo raziskovanje vzvodovih svojstev kot učno svrho v ožjem smislu.

Smoter napovedi je, naperiti mišljenje učencev na novi predmet, odvrniti njih pozornost od vseh postranskih reči ter njih zanimanju dati zaželjeno smer.

2. Analiza. V nastopni obravnavi poizveduj učitelj, ako se ni že zgodilo uvodoma pred napovedjo učne svrhe, kaj je v predstavah učencev z napovedano točko v zvezi na ta ali oni način, dasi morebiti površno, n. pr. kaj že ve učenec o imenovani prikazni, kaj mu je znana o sestavi in rabi kake priprave ali stroja itd. Ako je na razpolago stroj sam ali njega vzorec (modél), ga učitelj, če mogoče, razstavi na posamezne dele, ter dá opisati njega osnovo in rabo. N. pr. Bistveni deli na-

vadne tehtnice so: stojalo ali obešalo, gredeljnica, nje os, ležeča ali v škarjah ali na jekleni podlagi, pravokotno na gredeljnici stoječ jeziček, skledici na njenih koncih. Tehta pa se, ako denemo v eno skledico telo, ki ga hočemo stehitati, v eno pa uteži.

Medtem učitelj lahko zapazi, kaj je učencem še nejasnega, neznanega, dvomljivega. N. pr. pri tehtnici: Zakaj je teža teles določena z uteži, ki spravijo gredeljnico v ravnotežje?

Do nekako sličnega vprašanja pridemo pri obravnavi skoraj vsake metodiške enote. To vprašanje je treba krepko povdariti, ker vsebuje novo nalogo, ki jo imamo izvršiti, posebni problem, ki ga imamo razvozlati. (Smoter v ožjem smislu.)

3. Sinteza. Ko začnemo razreševati nalogo, ki smo si jo stavili, imamo priliko dati obravnavi kar najzanimivejšo obliko. Prvo je pač, da se nariše na šolsko tablo črtica dotičnega predmeta v bistvenih potezah, tedaj brez vsakih postranskih drobnosti. Morebiti se je to zgodilo že med analizo. Nato pa napeljuj učitelj učence, naj sami premišljajo o stvari ter izražajo svoje misli. Učenci mu javljajo netočna mnenja, dvomljiva domnevanja, pa tudi smeje trditve. Nato se razmotriva o podanih izjavah glede na njih možnost ali verjetnost ter po kateri poti bo mogoče prepričati se o njih istinitosti, ali z opazovanjem v prirodi ali s poizkusom ali na oba načina; kakšen utegne biti najbolj priličen poizkus i. t. n. Dovršivši to promišljajoče (spekulativno) delo se lotimo izvršitve načrta, za katerega smo se odločili.

Pri obravnavi tehtnice slede tukaj vsekakor poizkusi z enakoramnim vzvodom.

Postopajoč pri izbiranju poizkusov po tem navodilu dosežemo, da dobi vsak izmed njih tisto mesto v pouku, kamor po metodiških načelih v resnici spada, da ga učenec spozna, ne kot kako poljubno igrabo, temveč kot nekaj povsem potrebnega.

Podatki poizkusov in opazovanj se podvržejo logičnemu sklepanju, iz tega pa se abstraktivnim potom izvede ali nov prirodni pojem ali prirodni zakon. — (Ravnotežje na vzvodu).

Ako gre za vprašanja, ki jih obravnavamo na podlagi že znanih zakonov, poslužujemo se dedukcije in izvajamo s sklepanjem stavek, ki nam pojasnuje, kar je bilo v dotičnem vprašanju še nedoločenega. Poizkus, ki ga je morebiti še treba, potrjuje s sklepanjem izvedeno resnico ter se izkaže zopet kot nekaj potrebnega, nikakor ne poljubnega.

Dosedanjo pridobitev je treba utrditi in jezikovno uglasiti. Torej, prvo ponavljanje! (Prim. opis poizkusa str. 32.)

4. Uporaba. Da se zaokroži metodiška enota, se moramo vrniti k prirodoslovnemu predmetu, s katerim smo začeli ter dati odgovor na vprašanje v širšem smislu izraženega smotra, ali z drugimi besedami, spoznano resnico moramo uporabiti v pojasnitev onega vprašanja.

Pri tehtnici: Pokaže se, kako je postopati pri tehtanju teles in zakaj tako.

5. Utrditev. Učni uspeh si za stalno zagotovimo s ponavljanjem predelane tvarine. Čim večkrat ponavljaš, tem zanesljiveje se utisne nauk spominu. Ponavljajmo torej ustno vso tvarino, začeni s tem, kakšno nalogo smo si stavili in prehajajoč na opis predmeta (analiza), na poizkus (sintezo) s posebnim poudarkom njega izvršitve, slednjič na uporabo! Nato pa izcрпиimo v malo stavkih jedro vse obravnave! N. pr.

Za tehtnico: Telesa tehtamo s tehtnico. Glavni deli navadne trgovske tehtnice so stojalo ali škarje, gredelnica, jeziček in skledici. Najvažnejši del je gredelnica. Ta je enakoramni vzvod. Tehtanje teles se opira na zakon: Na enakoramnem vzvodu je ravnotežje, ako je sila enaka bremenu.

Nadaljni pripomočki za utrditev so: 1. Pismena dispozicija na šolski tabli, ki se izvede ali med obravnavo ali

šele med ponavljanjem; 2. Risba na šolski tabli, katero se tudi učenci vežbajo risati; 3. ponovitev poizkusa, v ugodnih razmerah tudi od učencev; 4. praktične vaje učencev o uporabi; 5. pismene vaje.

Opomba. Obratna metoda. Metodiška enota in prirodoslovni predmet se razlikujeta drug od drugega k večjemu po svojem obsegu; prirodoslovni predmet se lahko razdeli na več metodiških enot. Skupni njun znak je, da sta nekaj sestavljenega. N. pr. Obravnavanje fizikalnega predmeta *vodna sesalka* se utegne izvršiti v treh metodiških enotah. 1. dokazi o bitnosti zračnega tlaka (Torricelli), 2. meritev zračnega tlaka, (barometer) in 3. uporaba dobljenih naukov v razlago vodne sesalke.

Pred malo desetletji je veljalo načelo: „Od enostavnega do sestavljenega od lažjega do težjega“ kot nedotakljivo; poučujoč po fizikalnih individuih pa prehajamo od sestavljenega do enostavnega, seveda se nazadnje zopet vračamo k sestavljenemu.

Vidimo torej, da je novejša metoda ravno obratna proti prejšnji. Metoda ni nič absolutnega, neizpremenljivega, za uspeh pouka absolutno odločilen pa je duh, s katerim vlada učitelj v vsemu pouku.

2. Načrti za obravnavo metodiških enot.

		1. naloga. <i>Kako določujemo težo teles.</i>	
Aperceptivna stopnja	{	Obnovitev, kar je učencem znana o težnosti in teži.	} Uvod
		Napoved učnega smotra: S čim in kako tehtamo telesa?	
		Podajanje nove tvarine.	} Analiza
Abstraktivna stopnja	{	Tehtnica se pokaže, razčleni in opiše.	
		Glavni del: Gredeljnica.	
		Ožji smoter: Enakoramni vzvod.	} Sinteza
		1. Temeljni poizkus z vzvodom.	
		2. Izvajanje zakona (Gl. str. 35 i. nasl.!) 3. Delna utrditev.	

Praktična stopnja	{	Uporaba zakona v razlago tehtnice.	}	Uporaba
		1. Deduktivni sklep.		
		2. Potrjujoč poizkus s tehtnico (Gl. str. 46.)		
		3. Pojasnjevanje tehtanja.		
Tehnična stopnja	{	a) Kako se postopa pri tehtanju.	}	Utrditev
		b) Na čem se spozna pravo ravnotežje.		
		Celotna utrditev: 1. Ponovilo in povzetje. Pomožna sredstva: Risba in dispozicija na šolski tabli.		
		2. Praktična in 3. pismena vaja.		

2. naloga. Kompas.

I. **Uvod.** Spoznavanje strani sveta a) po dne (po solncu), b) po noči (po zvezdah), c) ob oblačnem ali meglenem vremenu in v temi (na morju, v podzemskih rudokopih in predorih, v temnih gozdih itd.). Pripravo nosijo na verižici pri urah.

Napoved učnega smotra. Kompas (kot prirodoslovni predmet).

II **Aperceptivna stopnja.** A. Priprava se pokaže in razčleni. Medenast ali lesen okrov, steklena šipa kot pokrov, znotraj severnica ali razdeljeni krog, v sredini kroga ploščata na obeh koncih priostrena igla, zibajoča se na navpični jekleni osi.

B. **Uvodni poizkus.** α) Učno sredstvo: Kompas.

β) Dejanje: Suči pripravo vodoravno!

γ) Zaznava: Igla se ziblje, a se ne suče z okrovom vred. — Zakaj ne?

C. **Ožji smoter.** Raziskovanje takšne igle.¹

D. **Podajanje.** Poizkusi o magnetih.²

1. **poizkus:** α) (Aperceptivna stopnja).

α) Magnetna igla, magnetna palica, kosi železa, železna piljevina.

β) Podrži konec palice k železnim kosom, v piljevino!

γ) Primejo se konca palice in se ga drže.

Nasprotni poizkus z bakrom, svincem, srebrom, lesom, steklom i. dr.

b) Abstrakcija.

1. **rek.** Svojestvo: Palica privlači železo, da obvisi ob njej.

2. **rek.** Pojem: Telo, ki privlači železo, da obvisi o njem, imenujemo magnet. Palica je magnetna.

Svojstva magnetov.

¹ V slučaju, da je to prva lekcija o magnetih.

² Prim. str. 33.!

2. **Poizkus.** a) Apercept. st. α) Magnet in železna piljevina.

β) Položi celi magnet v piljevino, ali posuj ga s piljevino ter ga vzdigni!

γ) Največ piljevine se prime ob koncih.

b) (Abstracija). Odmišljanje.

3. **rek.** Magnetova privlačnost je največja ob njega koncih, v sredi je ni nič.

4. **rek:** Točke, v katerih je magnetova privlačnost največja, zovemo magnetne pole ali magnetne konice.

5. **rek:** Magnet ima dve konici.

3. **poizkus:** a) Aperc. st. α) Magnetna palica, ki visi na niti svilnega kokona ali igla magnetnica na navpični osi!

β) Obesi palico vodoravno; postavi iglo na ost navpične osi!

γ) Palica in igla kreneta odnihavši vselej v smer od juga proti severju, ter kažeta vedno z isto konico proti severju.

b) Odmišljanje (abstr. st.)

6. **rek.** Vsak prosto gibljiv magnet kaže v mirnem stanju vedno z eno in isto konico proti severju, z drugo proti jugu.

7. **rek:** Pojem: Konica, ki kaže proti severju, se zove severna konica, kažoča proti jugu pa južna magnetova konica.

Na magnetnici sta konici navadno različne barve, severna konica je vedno modra.

III. **Delna utrditev.** Ponovitev poizkusov in rekov; dispozicija na tabli.

Ute meljitev opirajoča se na zemsko magnetnost — pa nadaljne reke o magnetih — v kaki poznejši lekciji.

IV. **Praktična stopnja:** Uporaba v dosego glavne učne svrhe.

A. **Naloga:** Določi s pomočjo igle magnetnice strani sveta!

(Gl. 3. poizk. !)

8. **rek:** Z magnetnico se lahko določujejo strani sveta.

B. **Dedukcija** Kompasova igla je magnetnica; s kom som lahko določujemo strani sveta.

C. **Raba kompasa.** Ako imaš kompas pred seboj, tako da gledaš od svetle konice proti modri, kje je sever, jug, vzhod, zahod i. t. d.?

V. **Celotna utrditev.** Ponovitev, povzetje ustno, pismeno; praktične vaje.

3. naloga. Ogljikova kislina.

I. **Uvod.** Ponovi na kratko, kar je učencem morebiti znanega o plinih (zraku, kisiku, dušiku, o gorjenju oglja v kisiku)! Opozori na pene pri pivu, šampanjcu, na mehurčke, ki uhajajo iz sodavice

in iz vina s slatino zmešanega, v vinorodnih krajih na kipenje grozdnega in sadnega soka (mošta)! — Kaj uhaja s penami in mehurčki? — Zrak? — Jeli to navadni zrak ali kak drugi plin? — To vprašanje ostani za sedaj nerešeno!

Napoved učnega smotra. Raziskovanje tega plina.

II. Proizvajanje tega plina. Na več načinov. *a)* Iz sodavice ali slatine, ako se uhajajoč plin ujame in s primerno upognjeno cevjo napelje v prazno posodo.

b) Iz krede, marmorja, apnenca, dolomita s pomočjo solne ali žveplene kisline. Tukaj smo si izbrali način *b)*.

1. poizkus: *a)* Priprava: Sklenica za ujemanje plinov.

Snovi: Zdrobljena kredo, marmor in solna kislina.

b) Dejanje: Malo krede se dene v steklenico, potem se vlije vanjo malo vode in solne kisline.

c) Zaznava: Tekočina se peni, mehurčki uhajajo.

1. rek: Ako polijemo kredo s solno kislino, uhaja nek plin.

III. Svojstva tega plina.

2. poizkus: *a)* in *b)* kakor pri 1. poizkusu.

c) Opazuj barvo in duh tega plina!

2. rek: Ta plin je brezbarven, prozoren in le prav malo diši.

3. poizkus: *a)* Kakor pri 1. poizk. in svečica na žici.

b) Vtakni gorečo svečico do sredine sklenice!

c) Svečica ugasne.

3. rek: Ta plin ugaša ogenj (ovira gorjenje).

Razsodba nerešenega vprašanja: Ta plin ni navadni zrak, mora biti kak drugi plin.

4. poizkus: *a)* Kakor pod 3), razun tega zamašena steklenica; skozi zamašek upognjena steklena ali kavčukova cev, dva kozarca.

b) (Uvodni poizkus.) V vsak kozarec vtakni gorečo svečico! *c)* svečica gori.

b') Napelji plina v en kozarec! Preizkušnja z gorečo svečico.

c') Ugasne.

b'') Izprazni ta kozarec v drugega! Poizkušaj z gorečo svečico!

c'') Svečica gori sedaj v prvem kozarcu, v drugem pa ugasne.

4. rek: Ta plin se da preliti iz posode v posodo. Plin je torej težji od navadnega zraka.

5. poizkus: *a)* Kakor pod 4). V enem kozarcu ali eprovetki nekaj mrzle vode.

b) Napelji plin v vodo, čez nekaj časa jo pokušaj.

c) Voda je sladno-kiselnatega okusa.

5. rek: Voda usrkava ta plin ter dobi kiselast okus; plin je torej kislina.

6. poizkus; a) Kakor pod 4). V enem kozarcu malo čiste apnenice.

b) Napelji plin v apnenico!

c) Apnenica se skali belo ali mlekasto.

6. Rek: Ta plin kali apnenico.

7. poizkus (v primerjanje):

a) Grlata steklenica in za prst čiste apnenice v njej.

b) Podrži v sklenico goreč ogelj (trsko, svečico)! Ko ugasne, zamasi sklenico ter jo tresi!

c) Apnenica se zopet skali.

7. rek: Isti plin nastane, kadar gori ogelj.

IV. Ime plina: Ker nastane ta plin iz gorečega oglja ter je kislatega okusa, se zove **ogljikova kislina**.

V. a) Utrditev. 1. Ponovno se opišejo poizkusi.

2. Ponovitev in povzetje rekov.

3. Ponovitev poizkusov.

4. Prisposabljanje nove tvarine s prejšnjo sorodno (n. pr. z zrakom, kisikom . . .)

VI. Uporaba. 1. Za izdelovanje sodavice (prim. 5. poizkus!) in penečih se pijač (piva, šampanjca).

2. Za gasitev ognja (prim. 3. poizkus!).

VII. Kje se tvarja ali nahaja ogljikova kislina?

1. Tvarja se pri gorjenju ogljika (prim 7. poizkus!).

2. Pri dihanju. Dokaz (gl. 8. poizkus!).

8. poizkus. a) V sklenici čista apnenica, steklena cev.

b) Močno dihaj skozi cev v apnenico!

c) Apnenica se skali.

8. rek: V zraku, ki ga izdihamo, je precej ogljikove kisline.

3. Pri vretju sladkornatih tekočin.

4. Se nahaja v vseh slatinah. Dokaz (gl. 9. in 10. pzki!).

9. poizkus: Pokušaj Rogaško, Kostrivniško, Gleichenberško . . . slatino!

10. poizkus: Odmaši steklenico slatine, nastavi plinovodno cev ter napelji plina v apnenico, ali vlij apnenice v slatino! — Skali se belo.

Iz kalitve sklepamo, da je iz slatine izhajajoč plin ogljikova kislina.

5. Nahaja se v zraku, v studenčnici,¹ v vodnjakih . . .!

¹ Temi „trda in mehka voda“, pa „vretje“ naj sledita ob primernem času kot posebni metodiški enoti.

6. V mnogih rudninah, spojena s kako kovino, n. pr. v apnencu, pepeljki, sodi, v svinčnati belini i. t. n.

7. Uhaja na nekaterih krajih iz zemlje, n. pr. v Pasji jami pri Napolju i. dr.

VIII. Koristnost in škodljivost. Od ogljikove kisline dobivajo pijače prijeten svež okus.

Nekatere slatine se rabijo kot prijetna pijača, druge kot zdravilo pri želodčnih (Rogaška), pri pljučnih boleznih (Gleichenberška) i. t. n.

Ako je vdihamo malo, je neškodljiva, v večji množini pa je strupena, zadušljiva. Nesreče pri čiščenju vodnjakov.

Varnostne naredbe: Preizkušnja z lučjo: kjer luč ne gori, človek ne more dihati. Ker je težja od zraka, se nabira pri tleh, n. pr. v kletih, kjer novo vino vre in na dnu vodnjakov. Pes ne gre v tak zrak. Odstraniš jo ali s prepihom ali če razpoložiš slamnate snope, ki si jih namočil v gašeno apno.

V b) Utrditev drugega dela (Prim. V a!)

IX. Ponovitev celote (ustno, pismeno, praktično).

X. Dispozicija na šolski tabli.

4. naloga. Alkoolno vretje.

I. Uvod: V jeseni ob trgatvi se vlije grozdni sok (mošt) v sod. V malo dneh postane sok nemiren, rjave pene uhajajo in vzdigajo debelo godlo skoz veho. Pravimo, da mošt vre. Črez kake tri tedne je burno vretje pri koncu; kalni sok se začne polagoma čistiti, prejšnji sladki okus mu pojema, sok pa dobiva vinski duh in okus. Iz mošta postane vino.

Napoved učnega smotra. Kako se pretvarja grozdni sok v vino?

II. Podajanje: V to svrho izvedimo sličen poizkus v malem!

1. poizkus. a) Priprave: Pollitrski lambik, dvakrat pravokotno upognjena plinovodna cev, steklena posoda (cilinder ali gladka čaša), mala svečica na žici.

Snovi: Kakih 30 g grozdnega (skrobnega) sladkorja ali navadne strdi, čaša čiste apnenice in za mali oreh mednic (kvasa, droži).

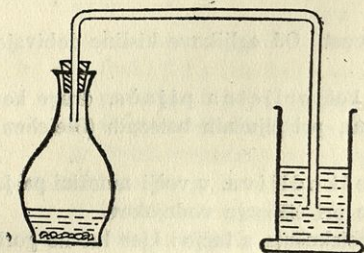
b) Dejanje. Deni zdrobljen sladkor v lambik, vlij nanj čašo tople vode od 35° — 40° C ter mahaj posodo, da se sladkor hitro raztopi! Nato dodaj mednic tudi nadrobljenih, ter zamaši lambik neprodušno s prevrtano zatiko, v kateri že tiči plinovodna cev, prosti konec cevi pa vtakni v apnenico (sl. 5.) ter postavi vso pripravo, če mogoče, k topli peči, naj tam mirno stoji! Sedaj je treba odmora kake pol ure. Ta čas naj se primerno izpolni, n. pr. s poukom o raznih vrstah sladkorja, ki se nahaja v zrelem grozdju in sadju, v strdi, pesi,

mleku in skrobu ali s ponavljanjem naukov o ogljikovi kislini i. dr. Pri nizki toplini $5^{\circ} - 10^{\circ} \text{ C}$ se prikaže izprememba še le drugi, tretji dan, pod 5° C pa sploh ne.

C. Zaznava: 1. Tekočina v lambiku se začne peniti in kaliti.

1. rek. V tekočini se tvarja nek plin (prim. str. 63. sl.!) Kateri?

2. V cilindru uhajajo iz cevi brezbarvni mehurčki in apnenica se kali. To pa le, ako se vrši vretje dovolj burno; sicer pa le zapaziš krog cevinega konca in



Slika 5.

na površju apnenice oborino kot tanko belo skorjico, ki pade na dno, ko se je dotakneš.

2. rek. *Uhajajoči plin je bržkone ogljikova kislina.*

2. (potrdilni) poizkus. a) Priprava ista.

b) Odmaši lambik ter pomoli vanj gorečo svečico!

c) Svečica ugasne.

3. rek. *Uhajajoči plin je ogljikova kislina.*

3. poizkus. a) Kakor poprej.

b) Povohaj v odprt lambik!

c) Zaznaš vinski duh.

4. rek. *Tekočina se je navzela vinskega duha.*

4. poizkus. a) Kakor poprej.

b) Precedi tekočino oprezno, da izločiš iz nje mednice, nato jo daj pokusiti!

5. rek. c) *Tekočina je vinskega a manj sladkega okusa.*

III. **Posnetek.** *Sladkornata tekočina se razkraja pod vplivom kvasa na dve snovi; ena je ogljikova kislina, ki deloma uhaja, ena pa podeljuje tekočini vinski duh in okus.*

Pojem. 1. Snov, ki daje tekočini vinski duh in okus, se zove vinski cvet ali alkohol (špirit).

2. Razkrajanje sladkorja sladkornatih tekočin v ogljikovo kislino in vinski cvet zovemo vinsko ali alkoholno vrenje.

IV. **Utrditev.** 1. Popis priprave in poizkusov.

2. Posnetek rekov in dobljenih pojmov.

3. Risba priprave na tabli.

V. **Pogoji alkoholnega vretja.** 1. Za vretje sposoben sladkor, razredčen v vodi na $10 - 15\%$. Zgoščena raztopina sladkorja ne vre,

temveč celo ovira vretje. Zato se da zrelo sadje dolgo ohraniti v zgoščeni raztopini sladkorja (ukuhano sadje).

2. Toplina od 5⁰—35⁰ C., pri višji toplini ni navadnega alkoholnega vretja. Najugodnejša je toplota 25⁰ C.

3. Prisotnost fermenta (kvasa), ki prouzroča razkroj sladkorja.

VI. **Uporaba v razlago vinskega vretja.** Treba je samo določiti, kako da so izpolnjeni vsi trije pod V. našteti pogoji.

1. Sok zrelega grozdja in sadja je razredčena raztopina grozdnega ali skrobnega sladkorja.

2. Toplina v vinskih kletah je vretju primerna.

3. Fermenta (kvasa) pa ni treba dodajati, sok ga ima že v sebi. To so glivice, ki rastejo na površju zrelega sadja, pa se nahajajo tudi v zraku. V moštu naglo rastejo. Za živžev potrebujejo kakor druge rastline raznih snovi, med temi tudi ogljikove kisline. Jemljejo jo iz sladkorja, ki ga pri tem razkrajajo, da se sladki mošt polagoma izpreminja v manj sladko vino i. t. d.

VII. **Celotna utrditev.** Kako se iz vina in sevrelih sadnih sokov dobiva čisti alkohol, naj sledi o primernem času kot posebna metodiška enota, (prekapanje ali pridelovanje žganja).

Naj še sledita dva primera in sicer o temah, ki se obravnavajo na dveh različnih učnih stopnjah.

5. naloga *Toplomer (termometer).*

A. *Srednja stopnja.* (3. šolsko leto.)

Uvod. V šolski sobi visi toplomer. Kje se še nahajajo toplomeri? (V sobah, kjer ljudje prebivajo, zunaj na oknih, v hlevih, v kletih).

I. **Napoved učnega smotra.** Kakšen je toplomer in čemu je?

II. **Aperceptivna stopnja.** a) Toplomer se razčleni. Glavni deli: Steklena cev, v njej živo srebro, lestvica.

Cev je ravna, na spodnjem koncu oblato razširjena, na obeh koncih zaprta ter ima jako ozko votlino.

Živo srebro je edina tekoča kovina.¹

Lestvica je začrtana na deskici, ob kateri je obenem pritrjena cev. Pri mnogih toplomerih je lestvica načrtana na papirnatem traku, ki tiči s toplomerovo cevjo vred v širši stekleni cevi.

b) **Uvodni poizkus:** α) Učno sredstvo: Šolski toplomer.

¹ Ako učenci ne poznajo živega srebra iz prejšnjega pouka, se jim mora sedaj posebe pokazati.

β) Učitelj vtakne toplomer v toplo (mrzlo) vodo, ali ga stisne učencem v toplo roko ...

γ) Zaznava: Živo srebro v cevi se vzdiguje (pada).

III. **Abstrakt. st.** Živo srebro v cevi se dviga v topli, pada pa v mrzli vodi.

Obratni sklep: Ako se živo srebro v cevi dviga, narašča toplota; ako pa živo srebro v cevi pada, pojema toplota.¹

IV. **Prakt. st.** Uporaba. Po dviganju in padanju živega srebra v cevi presojamo izpremembo toplote. Odtod ime toplomer.

V. **Ponovitev.**

B. *Višja stopnja.* (4. šolsko leto).

Za uvod ponovitev tega predmeta iz prejšnje stopnje.

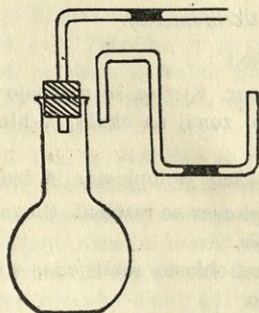
I. **Napoved učne svrhe:** Kako učinkuje toplota na razna telesa?

II. **Aperc. st. Podajanje.** Poizkusi 1., 2. in 3. o raztezanju teles po toploti:

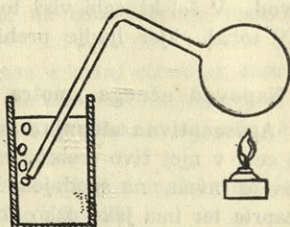
a) trdnih (medenasta krogla z obročem, srebrni goldinar z zanjko iz debele žice, likalo in likalno železo i. dr);

b) kapljivih (voda,² olje, petrolej, živo srebro).

c) plinastih (slika 6., termoskop; slika 7., lambik z upognjeno cevjo, katere konec vtakneš v vodo; iz nje uhajajo vidni zračni mehurčki, ako le malo segreješ lambik).



Slika 6.



Slika 7.

III. **Abstraktivna stopnja** (prim. induktivne sklepe str. 38.!)

Zakon. Telesa se raztezajo, ako jih segrevamo.

Telesa se krčijo, ako jih ohlajamo.

¹ Prim. str. 45. 1.

² Glej str. 38. 6]

IV. Delna ponovitev: Opis priprave, poizkusov; sklepi, zakon.

V. **Praktična stopnja:** Uporaba. Izmed tekočin se živo srebro jako enakomerno razteza, oziroma krči ob toplotni izpremembi. Zato polnimo¹ toplomerove cevi navadno z živim srebrom.

Če hočemo določiti toplino kakega prostora, obesimo vanj toplomer, čez nekaj časa pa pogledamo, koliko kaže; hitreje pa gre to, ako hočemo zvedeti toplino kake tekočine.

4. **poizkus.** Učenec naj določi na šolskem toplomeru toplino šolske sobe. Recimo, da kaže na 15. To se pravi: Toplina šolske sobe je 15 stopinj.

I. **Ožji smoter.** Kaj pomeni 15 stopinj topline?

II. **Podajanje.** Toplomerova lestvica.

5. **poizkus.** α) Toplomer in drobno stolčen led.

β) Vtakni spodnji del toplomera v stolčen led!

γ) Živo srebro naglo pada a kmalu obstoji pri neki črti in se ne zniža več.

Katero znamenje stoji pri tej črti na lestvici? (Ničla).

III. 1.) To se pravi: Toplina talečega se leda je 0 stopinj (0°).

6. **poizkus.** α) Toplomer in vrela voda.

β) Vtakni toplomer v vrelo vodo (bolje v paro, ki uhaja iz vrele vode)!

γ) Živo srebro gre nagloma kvišku, a kmalu se ustavi pri neki črti ter ne gre više.

Katero znamenje stoji pri tej črti na lestvici? (100)

III. 2.) *Toplina vrele vode je torej 100 stopinj (100°).*

Tako dobimo na lestvici dve temeljni točki, eno, do katere seže živo srebro pri toplini talečega se leda (ledišče), eno, do katere se dvigne živo srebro v vreli vodi (vrelišče). Njiju razdalja se zove toplomerova temeljna razdalja. Razdeljena je na enake dele, ki jih imenujemo stopinje in sicer po Celsiju na 100, po Reaumurju pa na 80 stopinj.

Na vsakem toplomeru je označeno s črko C ali R, po katerem učenjaku je osnovana lestvica. Toplino, ki jo povzameš s toplomera, dodaj, s katere lestvice si jo vzeli! $0^{\circ} C = 0^{\circ} R$, $10^{\circ} C = 80^{\circ} R$, $5^{\circ} C = 4^{\circ} R$ i. t. d.

III. 3.) *15° C je torej toplina, pri kateri seže živosrebrna nit do 15. črte Celsijeve lestvice.*

Toplina šolske sobe ne bodi pod 12° R in ne nad 15° R!

¹ Kako se polni toplomer, glej str. 79, 7!

Pitna voda imej 8—12° R! Koliko je to po Celsiju?¹

IV. Tehnična stopnja. Celotna ponovitev. Vaje s toplomerom.

6. naloga. Tlakomer ali barometer.

A. Srednja stopnja. (4. šolsko leto).

Uvod: Podnebne prikazni, krajevna znamenja, iz katerih sklepamo na bodoče vreme.

Ali imamo kak poseben aparat za to?

Napoved učnega smotra: Navadni hišni tlakomer ali vremenokaz. Priprava: Navadni barometer.

Aperceptivna stopnja. Analiza: Steklена cev, kakih 90 cm dolga, 3 mm ali več široka, zgoraj zatopljena, spodaj kvišku upognjena ter razširjena v podobi hruške. Ta del je navzgor odprt.

V cevi je živo srebro, ki seže spodaj blizu do pol hruške, zgoraj pa ne celo do konca cevi.

Cev je pritrjena na desko, ki nosi obenem lestvico, razdeljeno na cm in mm. Lestvice se vidi samo zgornji del od 70—80 cm, točka 0 te lestvice leži spodaj v hruški ob površju živega srebra.

Odprtina hruške je rahlo zamašena z vato, da ne more prah do živega srebra, pač pa zrak. Hruška je zakrita z leseno škatlico.

1. opazovanje: Daj učencem opazovati stan živega srebra v cevi več dni, celi teden . . . ter ga daj vsakokrat zapisati.²

Abstrakcija: Učenci se prepričajo, da se stan živega srebra v cevi izpreminja.

2. opazovanje: Nato daj opazovati stan živega srebra, obenem pa vreme! Posebno ugodni so dnevi, kadar se živo srebro močno vzdiguje ali hitro pada.

Abstrakcija: Kadar gre živo srebro močno kvišku, nastopi navadno lepo vreme, kadar pa močno pada, rado pride slabo vreme. Ob srednjem stanju živega srebra je vreme navadno nestanovitno.

Praktična stopnja. Uporaba. Ta priprava nam služi kot vremenokaz, vendar pa ni povsem zanesljiva.

Tehnična stopnja. Utrditev.

B. Višja stopnja. (5. šolsko leto).

Za uvod: Ponovitev snovi iz srednje stopnje.

I. Napoved učnega smotra: Odkod prihaja, da se živo srebro v vremenokazu zdaj dviga, zdaj pada?

¹ Glej računske naloge v XV. poglavju!

² Prim. poglavje XIII!

Preden moremo odgovoriti na to vprašanje, moramo razjasniti marsikaj drugega n. pr.

Kaj pravzaprav kaže vremenokaz, ali :

Zakaj ne stoji živo srebro v dvokraki cevi vremenokaza v obeh krakih v isti višini, kakor je to vedno v občujočih posodah ?

II. Podajanje. 1. **poizkus.** Nagni oprežno vremenokaz malo na stran !

Tedaj slišiš, kako udari živo srebro ob zaprti konec cevi.

Iz tega sklepamo :

1. Nad živim srebrom v dolgem kraku ni zraka.

2. Zrak deluje na živo srebro le skozi odprtino v hruški, torej enostransko.

3. Stan živega srebra v daljšem kraku utegne biti v zvezi z zunanjim zrakom.

To domnevo nam potrdi

2. poizkus: Odpri cev ob gornjem koncu !

Takoj pade živo srebro in kar ga ostane v cevi, stoji v obeh krakih enako visoko. (Ta poizkus se da izvršiti le s *Torricellijevo* cevjo, ki se na enem koncu zapira z neprodušno pipo).

Da razumemo enostranski učinek zraka, moramo poznati **glavna svojstva zraka.**

III. 1. **Abstr. st. 1. Telesnost.** Zrak je telo, ki zavzema prostor kakor vsako drugo telo. Dokazi ?

2. Teža. Zrak je težek. Da se tehtati.¹

V to je treba steklenega oblastega balona (po 1 $\frac{1}{2}$ do 2 l vsebine) s pipo, zračne sesalke in tehtnice.

Stehtaj odprt balon, izsesaj mu zrak, zapri ga ter ga zopet tehtaj !

III. 2. **Balon je zdaj lažji.**

(Ako nimaš sesalke, pomagaš si z velikim lambikom, v katerega vliješ dve, tri žlice vode, ki jo nato močno segreješ. Burno uhajajoči hlapi potegnejo skoraj ves zrak s seboj iz posode. Preden je vsa voda izginila, zamaši lambik neprodušno ter ga stehtaj ! — Nato odpri zamašek !

Sedaj slišiš, kako sikne zrak v lambik. Tehtaj ga zopet z zamaškom vred. Lambik je sedaj težji i. t. d.).

Zrak je težek. 1 l zraka tehta črez 1 g (1.29 g), 1 m³ torej črez 1 kg.

III. 3. **Zračni tlak.** a) Dokaz njega bitnosti glej X. pogl. str. 86. sl. 1 !

b) Ko bi bila cev priprave na sliki 9. str. 87. dosti dolga, bi se dalo živo srebro z neprodušnim batičem vzdigniti do 76 cm višine nad njegovo površje v skledici).

¹ Prim. str. 86. sl. 2 !

c) **Torricellijev poizkus.** Če obratno napolniš 80—90 cm dolgo, na enem koncu zatvorjeno stekleno cev z živim srebrom, zatakneš odprtino s prstom, povezneš ta konec v skledico pod živo srebro ter odtegneš prst, pade prvi trenutek živo srebro v cevi le toliko, da ga ostane v vertikalno stoječi cevi še steber, ki meri od spodnje do gornje gladine blizu 76 cm.

Obratni poizkus: Odpri pipo Torricellijeve cevi! i. t. d.

Iz b) in c): Zračni tlak je tolik, kolik je tlak 76 cm dolgega živosrebrnega stebra, vertikalno stoječega.

III. Odgovor na glavni vprašanje:

Enostranski zračni tlak torej učinkuje, da stoji živo srebro v enem kraku vremenokaza za 76 cm višje nego v drugem.

Vremenokaz nam kaže le **činjenico**, s katero računamo **zračni tlak**.

Ker tehta 1 cm³ živega srebra 13·59 g, znaša zračni tlak na vsak cm² zemeljske površine $13·59 \text{ g} \times 76 = 1033 \text{ g} = 1 \text{ kg } 33 \text{ g} = \text{tlak } 1 \text{ atmosfere}$.

Prostor v cevi nad živim srebrom je popolnoma prazen in se zove Torricellijeva praznina (vakuum).

IV. Delna ponovitev.

V. **Uporaba.** 1. Ime te priprave. Cev vremenokaza ima spodaj namesto skledice hruški podobno posodo, sicer pa se napolni in rabi prav kakor Torricellijeva cev. Ker je v njej nad živim srebrom praznina, tlači zrak na živo srebro le enostransko skoz odprtino hruške in priprava kaže v bistvu le **dolžino** živosrebrnega stebra, ki je v **ravnotežju z zračnim tlakom**. Iz te dolžine izračunamo zračni tlak na g ali kg in zato je pravo ime te priprave **tlakomer ali barometer**.

2. **Tlakomer kot vremenokaz.** (Odgovor na vprašanje v napovedi).

Sedaj, ko vemo, da kaže barometer zračni tlak, iz vsakdanje izkušnje pa, da se živo srebro v njem zdaj dviga, zdaj pada, moramo sklepati:

Zračni tlak se izpreminja.

Izpreminja pa se a) s toplino, b) z vetrovi, c) z vlažnostjo in d) z nadmorsko višino.

K a) Kjer se zrak ohlaja, se zgoščuje ter postaja težji. Tod narasča zračni tlak, v obratnem slučaju pa pojema.

K b) Vetrovi izvirajo iz različnosti topline v sosednih krajih. Vetrovi prouzročajo valovanje zraka in vrtince v njem. Zračni valovi so lahko razsežni na stotine kilometrov. Val ima dva dela, vrh in jamo. Kjer je vrh, tam je zračna plast višja in torej tudi težja nego

pod jamo. Zato je tudi zračni tlak večji pod valovim vrhom, manjši pod valovo jamo; istotako je zračni tlak razmeroma najmanjši sredi vrtinca.

Zračni valovi se prèmičejo prav kakor vodni. Zato tudi zračni tlak ni vedno isti na istem mestu.

K *c*) in posledica iz *a*) in *b*). Severni veter je navadno hladen, ali celo mrzel; ker prihaja po kopnem, je suh, zrak v njem je gostejši in težji, zračni tlak pa večji.

S suhim zrakom pa pride lepo vreme.

Južni veter je topel; ker pride od morja, je vlažen. Topel zrak je redkejši, torej lažji in zračni tlak manjši. Če potegne jug, postane navadno oblačno, to pa zategadelj, ker se vodene pare v naših krajih ohladijo in zgostijo v oblake, dež, sneg in vzpričo tega se še bolj zmanjša zračni tlak.

Z vlažnim zrakom pa rado pride slabo vreme.

Barometer nam torej nekoliko služi kot **vremenokaz**.

3. in k *d*). Čegremo s tlakomerom iz doline v breg, opazujemo, da živo srebro pada, da torej zračni tlak pojema, čim više pridemo.

Na višini je zračna plast, ki deluje na živo srebro, krajša nego v dolini; zato je zračni tlak na višini manjši.

Izkušnja uči, da se zračni tlak zmanjša 1 mm, ako se vzdignemo za blizu 11 m v višino

Normalni zračni tlak 76 cm vlada pri toplini 0° na morskem površju.

Obratno se da torej iz padanja živega srebra v barometru določevati nadmorska višina.

Tedaj služi **tlakomer kot višinomer** (hypsometer).

VI. Celotna ponovitev in utrditev.

Pripravnejši za prenašanje od živosrebrnih tlakomerov so kovinski barometri, tako imenovani **aneroidi**.

VIII. Hevristična metoda. — Praktične vaje učencev.¹

Po načinu, po katerem se dosedaj podaja fizikalna in kemijska tvarina, je učenec obsojen na **pasivno** vzprejemanje učne snovi, kajti učenec pač lahko zaznava dogodke, ki mu jih podaja učitelj, nima pa pri-

¹ Prim. Pedagoški Letopis 1908 str. 22 i. sl.

like, da bi sam udeležoval v svoji duši vzbujene muke in nagone. Dosedanji pouk, ne da bi pospeševal samodelavnosti učenca, jo šele prav ovira.

Od tod prihaja, da si učenec pač pridobi marsikatero vednost, a v dejanstvenem življenju ne zna ničesar početi z njo, ker manjka njegovemu vedenju znanja. Uči se n. pr. o toplomeru, a ne zna ga pravilno rabiti in o tlakomeru, ki mu nikakor ni zanesljiv vremenski svetovalec; uči se o gorjenju, pa ne zna ravnati s petrolejko, in tako se sploh ne vežba praktično v tem, kar mu je za vsakdanje življenje najpotrebnejše in kar bi mu v prihodnje koristilo kot delavcu, obrtniku, kmetovalcu i. t. n.

Velik napredek prirodoznanstva vobče, posebno pa biologije je dal povod, da se je jel proti koncu preteklega stoletja gojiti pouk v raznih panogah te obširne stroke povsem v praktičnem smislu. V zoologiji in botaniki se že več časa navajajo učenci in učenke k lastnemu poizkuševanju in opazovanju, v kemiji se tako postopa od začetka sem na realkah; najnovejše stremljenje pa meri na to, naj se uvede poizkuševalni pouk v prirodoslovju v vse srednje in nižje šole. Torej ne predavanje učiteljevo, ne njegov na katedru izvršeni poizkus, temveč poizkusi učencev samih naj bodo vir spoznanju prirodnih resnic.

Metoda, katere bistvo je do danes v tem, da podaja učitelj učno snov, naj bi se torej predrugačila tako, da bi učenec sam iskal prirodnih resnic, teoretiški pouk naj bi se pretvoril v praktičnega, pri katerem stoje vaje učencev na prvem mestu. (**Hevristična metoda**).¹

Hevristična metoda pri prirodoslovnem pouku je na Angleskem² splošno uvedena že blizu dvajset let in to pod

¹ Prim. „Šola delavnica“, Pedagoški Letopis 1911, str. 31. sl. sl.

² Dr. K. F. Fischer. Der naturwissenschaftliche Unterricht in England. Gl. slovstvo!

vplivom Severne Amerike. Ta vzgled marljivo posnema Francoska in Nemčija, kjer so že mnogotere šole preskrbljene z delavnicami (laboratoriji) za eksperimentalne vaje učencev. Tudi v Avstriji, kjer razven obveznih kemijskih vaj na realkah do novejšega časa ni bilo govora o poizkuševalnih vajah učencev, so se začele gojiti take vaje tuptam na srednjih šolah;¹ uvedli so jih za stvar posebno vneti učitelji prostovoljno. Naučno ministrstvo se je l. 1909. načeloma izreklo za splošno uredbo praktičnih vaj na srednjih šolah.²

Na Angleškem se deli prirodoslovni pouk na dva dela, 1. na predavanja učiteljev, združena z uzornim poizkuševanjem v šolski sobi, 2. na praktične vaje učencev v poizkuševališču. Največ se poizkušava v nižjih šolah, kjer si mora začetnik svoje znanje takorekoč „pridelati“ po nazorni poti in lastnih izkušnjah. Za poizkuševanja porabljajo na tej stopnji več nego polovico vsega prirodo-

¹ Prim. „Dreijährige Erfahrungen beim Betriebe physikalischer Schülerübungen an der I. Staatsrealschule im II. Bezirk in Wien“ von Profesor E. Kaller v „Vierteljahrsberichte des Wiener Vereins zur Förderung des physikalischen u. chemischen Unterrichts“ zl. 1907. 2. zv.!

² Za preustrojbo nižjih šol v „šole za praktične delo“ delujejo ta čas:

Seidel Rob. v Curihu na Švicarskem, Der Arbeitsunterricht, eine pädagogische und soziale Notwendigkeit, zugleich eine Kritik der gegen ihn erhobenen Einwände. Verlag Laupp in Tübingen.

Seidel Rob. Die Schule der Zukunft eine Arbeitsschule Verlag Orell Füssli in Zürich.

Kerschensteiner Georg v Monakovem, Die gewerbliche Erziehung der deutschen Jugend. Isti: Grundfragen der Schulorganisation i. dr.

Dr. Pabst Alwin v Lipsiji: Die Knabenhandarbeit. Aus Natur u. Geisteswelt. Teubner Leipzig 1907. Bd. 140.

Fischer Ignaz Lehrer in Leoben, Das erste Jahr der natürlichen Schule. Verlag A. Stein in Potsdam.

Dr. Haufe Ewald. Schmidl Georg na Dunaju i. dr.

slovju določenega časa, torej je tudi teoretičnih predavanj najmanj; v isti meri pa, v kateri napredujejo učenci v praktični izurjenosti, narašča obseg teoretičnih predavanj.

Na čelu fizikalnim vajam stoji geometrijsko merstvo, t. j. spoznavanje mer in praktična uporaba meril. Meriti začnejo vsakovrstne dolžine premih in krivih črt, obsege premo in krivočrtnih likov, potem vsebino ploskev in teles. Pri merjenju dolžine in obsega se poslužujejo raznovrstnih pripomočkov, n. pr. niti in papirnatih trakov, ki jih potem natanko izmerijo; ploskve merijo s kvadrati, ki si jih sami prirede, s koordinatnim papirjem (t. j. s papirjem, ki je s pravokotnimi premami razdeljen na popolnoma enake kvadrate), z izrezavanjem in tehtanjem pri nepravilnih ploskovnih oblikah i. t. n. Če hoče meriti telesnine, si mora učenec najprej pripraviti merskih ednic, kock iz lesa, svinca ali kartona za kubični decimeter in kubični centimeter. Učenec meri razna telesa in jih primerja z znanimi prizmami, cilindri, stožci ali pa jih tehta po tehtnici i. t. d. Po teh predvajah začno z določevanjem absolutne in specifične teže (gostote) teles in potem polagoma s poizkusi o fizikalnih zakonih in njih uporabi.

Od učencev se zahteva, 1. da si kolikor mogoče sami prirejajo mere in pripomočke za poizkuse. 2. da si samostalno sestavljajo načrte za izvršitev poizkusov in 3. da so uspehi njihovega dela kar najbolj natančni.

Vaje se vrše v skupinah z omejenim številom učencev in pod vodstvom strokovnih učiteljev.

V angleških šolah, na katerih je uveden prirodoslovni pouk, se udeležujejo praktičnih vaj vsi učenci in sicer začenjajo z njimi v starosti kakih 11 let. Učence enajstih in više let pa imamo tudi na naših ljudskih in meščanskih šolah; zato se oglašja zahteva.¹ naj se splošno uvedejo

¹ F. Ellemann, Cöthen. „Zur Reform des Physikunterrichtes in Bürger u. Volksschulen“; glej „Periodische Blätter für Realienunterricht u. Lehrmittelwesen“. Wien 1907. 6. zv!

praktične vaje učencev ne samo v srednje, temveč tudi v meščanske in ljudske šole. Ta ideja je sprožila močno gibanje duhov ne le med ljudsko- in meščanskošolskim učiteljstvom, temveč tudi v izvenšolskih, celo v političnih krogih. Tako je nedavno zveza avstrijskih nemških meščanskošolskih učiteljev izdala geslo: meščanska šola ne bodi šola za (teoretični) prirodoslovni pouk, ampak šola za praktično delo. Tudi ministerstvo je že odobrilo prirodoslovno učno knjigo za četrti razred meščanskih šol, v kateri je tvarina obdelana zgolj s praktičnega stališča.¹

Da se splošno uresniči zahteva po praktičnem pouku, bi se morali izpolniti poprej nekateri pogoji. Oskrbeti bi bilo: 1. primernih prostorov za poizkuševanje — pri stavbi novih šolskih poslopij bi bilo brezpogojno ozirati se na to; 2. najpotrebnejših oprav, orodij in materialij, saj v najpreprostejši obliki, 3. učnim stopnjam in krajevnim razmeram prilagodenih učnih načrtov in 4. v poizkuševalni stroki dovolj izvežbanega učiteljstva.

Za vzgled, koliko se ceni v prosvetljenih krogih vrednost poizkuševalnega pouka, nam lahko služi Monakovo, kjer deluje sloviti Kerschensteiner. Tam je prirodoslovni pouk na jako visoki stopnji ter v ljudskih in meščanskih šolah urejen povsem na praktični podlagi. Vse šole so bogato preskrbljene z učili, pripravami in materialijami.

Za poizkuse, pri katerih se rabijo razjedljive snovi, n. pr. kisline, lužnine, ima vsak učenec pred seboj poizkuševalno mizico ali pladnik iz svinčene pločevine, na njej pa prav takšne priprave in snovi, s kakršnimi dela učitelj. Kar stori le ta na katedru, isto slorijo učenci za njim, tako da izzove vsak sam ono prikazen, ki jo ima opazovati.

¹ Strauß Ferd. *Naturlehre für die mit Bürgerschulen verbundenen einjährigen Lehrkurse*. Wien, K. K. Schulbücherverlag 1910 K 150.

N. pr.: 1. **Amonijak.** Učitelj vsiplje dve žlički salmijaka in eno žličko žganega apna v čašo ali eprobetko — učenci istotako. — Učitelj zmeša oba droba. Učenci tudi. — Učitelj povoha v čašo. Učenci vohajo. Zaznava: Neprijeten rezek duh. — Tvarja se plin, ki ga imenujemo amonijak, učinkuje lužninasto ter je glavna sestavina salmijakovca i. t. d.

2. **Vodik.** Deni v grlasto sklenico malo razredčene žveplene kisline, v njo pa vrzi več kosčkov cinka! — Takoj se začnejo delati mehurčki; torej uhaja nek plin, tekočina se ugreje. — Povezni črez sklenico drugo, ravno tako široko ali malo širšo. Črez pol minute jo polagoma vzdigni v stran ter podrži gorečo vžigalico od spodaj v odprtino! — V tem trenutku zaslišiš pok, morebiti vidiš tudi moder plamen, čaša pa se od znotraj skali od rose. — Vse to izvajajo in opazujejo učitelj in učenci. — Ko so zaznave določene, preidejo k sklepanju: Neviden plin je brez okusa in brez vonja, je lažji od zraka ter je gorljiv, njega zgorelina je voda. Imenujemo ga vodik.

3. **Raztapljanje.** Za nauk o raztapljanju se rabi čaša vode, malo sladkorja, soli, solitra, sode; špirita in tolšče, smole i. dr

4. **Kristalizacija.** Poizkus o vodiku se lahko nadaljuje v pouk o kristalizaciji. Ko neha v sklenici navidezno vretje, precedi tekočino ki je črnosiva od ogljika, ki se je izločil iz razjedene cinka; nato postavi posodo na stran, da se ohladi. Črez malo časa zapaziš na dnu belkasto kašo, ki je iz samih oglatih zrn gladkega in leskečega površja. — Žveplena kislina se je spojila s cinkom v strupeno kovinsko sol, žveplenokisli cink. Ta je v tekočini raztopljen in se ne vidi, dokler ni tekočina z njim nasičena; potem pa se začne drobci družiti z drobcem a ne poljubno, ampak po strogem redu, tako da se narede zrna popolnoma pravilne oblike. Imenujemo jih kristale, ta prirodní dogodek pa kristalizacijo.

5. **Na vžigalicah** se lahko opazujejo mehanski in kemijski pojavi. Med trenjem na hrapavi ploskvi se pretvarja mehansko delo v toploto. Na kepicah so različne kemijske snovi: fosfor kot lahko vnetljiva snov, ki pa se nahaja pri švedskih vžigalicah na škatljici. Da se fosforovo vnetje lahko razširi na šibico, je kapica iz okisov ali soli, ki imajo mnogo kisika v sebi ter je konec šibice, ki nosi kapico, še namočen v vosek ali parafin, pri navadnih žveplenkah pa v raztopljeno žveplo, ki zgori z modrim plamenom v žveplov dvokis, neviden plin bodečega vonja in kiselastega okusa (žveplena sokislina — sredstvo za desinficiranje). Da se kapica drži šibice, temu je vzrok prijemnost, ker se njeni tvarini primeša poprej arabskega gumija ali dekstrina. Na goreči vžigalici se opazujejo prikazni o gorjenju v obče in o plamenu, lepše pa seveda na goreči sveči, na

kateri se pojavlja še topljenje, lasovitost v stenju in nekoliko tudi suho prekapanje.

6. Za **elektriko** si učenci lahko prirede preprost elektroskop. Na koščku pečatnega voska pritrdijo palčico suhega lesa (kos peresnika), na gorenjem koncu pa prilepijo ozek trakič svilnega (cigaretnega) papirja, da navzdol visi; namesto papirja lahko vzamejo kroglico bezgovega stržena na kratki niti. K temu je še treba steklene palice (petrolejkega cilindra), ali palice pečatnega voska ter po enega kosa volnene in svilene robe. S to pripravo se dado izvesti prvi električni poizkusi.

7. **Polnitev toplomera.** Postopanje se ravna po tem, kakšno imamo cev. Ako je na gornjem koncu razširjena v obliki lija, ukleni jo pokonci v držalo, deni v lij živega srebra ter oprezno grej oblo na spodnjem koncu, da izženeš nekaj zraka! Ko si odmaknil špiritko, se začne hladiti obla in zunanji zračni tlak tišči živo srebro po cevi navzdol.

Držalo ni bistveni pogoj; cev smeš držati tudi v roki, toda lahko razliješ živega srebra.

Ako cev nima lija, drži jo poševno v roki, tako da je obla nekoliko nad plamenom! Ko je dovolj segreta, hitro vtakni cev z odprtim koncem v živo srebro! Polagoma pritiska zunanji zračni tlak živo srebro v cevi navzgor.

Če nimaš ali ne maraš rabiti prave toplomerove cevi, lahko izvršiš ta poizkus tudi z navadno stekleno cevjo, kaka 2 do 3 mm široko, namesto živega srebra pa vzameš barvano vodo. (Prim. sl. 7 str. 68.)

Posebnih poizkuševalnic se smemo nadejati najprej na srednjih šolah in učiteljiščih, potem na nekaterih meščanskih šolah, na ljudskih šolah pa le v večjih mestih. Iznajdljivost in vztrajnost učiteljev pa kaže, da je v ljudski šoli tudi pod sedanjimi razmerami mogoče nekoliko storiti v praktičnem smislu. Kakor se v mnogih šolah vrši prirodopisni pouk povsem nazorno, tako da imajo učenci n. pr. žuželke, rastline, rudnine pred seboj, se da urediti tudi prirodoslovni pouk, da izvajajo učenci obenem z učiteljem nekaj enostavnih poizkusov.

Ne smemo pa zamolčati, da se slišijo proti poizkuševanju učencev samih tudi nekateri ugovori. Prvi je: kako nabaviti si poizkusnih potrebščin? Drugi: kako vladati

vsemu razredu med poizkuševanjem? Ali je sploh varno, dajati učencem pri nekaterih poizkusih tudi ogenj v pest i. t. d.

Kar se tiče potrebščin, je dvoje mogoče; ali jih pri- nesejo učenci z doma s seboj, ali pa jih jim šola da na razpolago. Eno in drugo je zavisno od gmotnega položaja, tam staršev, tu šole. Da delajo učenci vsi z enakimi pri- pravami, je najboljše, da si jih šola nabavi, učenci pa jih dobivajo iz učiteljevih rok. V to potrebuje šola izdatne denarne zaloge.¹

Za nekatere enostavne poizkuse imajo učenci vedno pri sebi, česar je treba, n. pr. knjige, ravnilo, merilo, svinč- nik, peresnico za poizkuse o težišču; svinčnik, črnilo, barvo, gumi, lepivo za prijemnost; pivnik, gobo za luknjičavost in prijemnost. Z ravnilom, ki je prevrtano na enem koncu in pa točno v težišču, se lahko vsak učenec po učiteljevem navodilu sam prepriča o pogojih stalnega, nestalnega, ne- določenega ravnotežja trdnih teles i. t. d.

Vzemimo, da je vprašanje o nabavi potrebščin in drugih zahtev srečno rešeno, tedaj je uspešno poizkuše- vanje učencev še zavisno od tega, da imej učitelj učence popolnoma v svoji oblasti, da vladaj v šoli točni red, ki ga ne moti nikakršna samovoljnost učencev.

V močnih razredih pa učitelj tudi pri vzornem redu ne more uspešno voditi praktičnih vaj, treba jih je deliti na oddelke po 15 do 20 učencev. Pod tema pogojema so izvedljivi tudi poizkusi, pri katerih rabi učenec gorečo vžigalico ali špiritko.

Glede na izvežbanje učiteljev v poizkuševalni stroki smo v Avstriji še precej na slabem; kajti po dosedanjih učnih načrtih za učiteljišča ni uveden poizkuševalni pouk za učiteljiščenike. Niti to, kar je v učnih načrtih predpisano,

¹ Izkušnja uči, da izdatki nikakor niso tako veliki, kakor se često sodi, ako učitelj ve poiskati prave vire. (Opomba uredništva.)

se ne izvršuje povsod enakomerno; na nekaterih učiteljskih se goji prirodoslovni pouk res povsem na poizkuševalni podlagi, na nekaterih pa se je v tem oziru dosedaj storilo premalo, tako da se učiteljsčniku ni vcepila zavest, kolike važnosti je prirodoslovni poizkus. Kako se naj potem od ljudskošolskega učitelja zahteva, da poučuj na poizkuševalni podlagi, ako sam ni videl poštenega kemijskega poizkusa? Da 'se torej pospeši prirodoslovni pouk na ljudskih šolah, se morajo najprej preustrojiti naša učiteljsča, tako da se že učiteljsčniki vežbajo v poizkuševanju; potem bo šele možno misliti na splošno uvedbo poizkuševalnih vaj za učence v nižje, vsaj meščanske šole.

Kot nekaka provizorna odpomoč za sedaj bi bila, da se na učiteljskih uvedejo posebni tečaji za praktično poizkuševanje v počitnicah, v katere bi se sprejemali učitelji in učiteljski kandidati, ki se za stvar zanimajo.

Dokler pa vsega tega ni, ne preostaja nič drugega, kakor to 1. da se na učiteljskih vrši ves prirodoslovni pouk na podlagi poizkusov, 2. pa to, kar posebno vneti učitelji že dosedaj delajo, t. j. da pri vsaki ugodni priliki vzpodbujajo učence k samodelavnosti v poizkuševanju z najpreprostejšimi sredstvi. da si sami naredo to in ono pripravo, ki jo prinesejo v šolo na presojo i. t. n.

Uvedbi poizkuševalnega pouka jako neugodna je zaostalost slovenskega šolstva. Dokaz temu je ena edina slovenska meščanska šola in izmed 391 ljudskih šol na Kranjskem l. 1909. 182 enorazrednic, to pa v začetku dvajsetega stoletja. Prav tako neugodna je šestletna ljudskošolska obveznost v južnih slovenskih pokrajinah.

Vzpričo tem neovržnim dejstvom ni čudo, da nas nadkriljujejo kronovine z bolj organiziranim šolstvom.

Največja ovira, ki zabranjuje uvedbo praktičnega prirodoslovnega pouka v naše nižje šole, je njena gmotna stran; po ceni ni, toda obrestoval bi se stoterno.

Ker je le malo upanja, da bi se v doglednem času izboljšal položaj slovenske ljudske šole na korist prirodo-slovnemu pouku, priporočamo, naj se ga vsaj meščanska šola poprime z največjo vnemo, naj se pouk v ročnih delih za dečke, kjer je uveden na ljudski šoli, razširi na prirodo-slovno stroko, istotako pa tudi na precej številnih nadaljevalnih tečajih kmetijske in obrtne smeri; kajti tudi kmetovalec in obrtnik se bavita s snovmi, ki so podvržene fizikalnim in kemijskim zakonom. Velik bi bil dobiček za našo mladino, ko bi imela priliko praktično seznaniti se vsaj z malim številom značilnih prirodo-slovnih poizkusov.¹

Ali je treba praktičnega poizkuševalnega pouka tudi deklicam? Vsekakor! Tudi deklici je koristno poznati svojstva snovi, s katerimi se bo slej imela pečati v gospodinjstvu, v kuhinji, v obrtu in ta so fizikalnega, večjidel pa kemijskega značaja. Načrt za deklice pa bi moral biti, kakor se samo po sebi razume, nekoliko drugačen od onega za dečke.

Po hevristični metodi se ne seznanja učenec s prirodninami in prirodnimi pojavi iz mrtve knjige, temveč po lastnem raziskovanju iz žive prirode; prepriča se sam, da so v prirodi vse izpremembe zavisne druga od druge, da se pretvarjajo prirodne sile druga v drugo, da kažejo na enotni izvor, da so pridobitve njegovega truda večno resnične; spoznavajoč prirodne resnice spoznava Stvarnika samega. Pri poizkuševanju se obrazuje v vestnega opazovalca, krepi si voljo in nagon do samodelavnosti; z uspehi mu raste pogum in samozavest; vadi se najprej premisliti, česar se loti, pri delu se vežba v potrpežljivosti in vztrajnosti, neuspeh pa ga uči skromnosti. Vse to bla-

¹ Z marljivostjo in vztrajnostjo se da veliko doseči. Zategadelj nič ne obupujmo in se ne dajmo oplášiti! Naprej, na delo, slovensko učiteljstvo! (Uredništvo.)

godejno vpliva na razvoj njegovega značaja. Ako se torej praktični prirodoslovni pouk ne vrši samo kot igranje, temveč kot resno delo, je odlično izobraževalno in vzgojevalno sredstvo. Le iz mladine, ki se je privadila resnemu delu, vzrastejo delavni možje in skrbne žene.

IX. Učitelj v središču poizkuševalnega pouka.

Točno poizkuševanje je umetnost, ki si je ne prisvojiš iz knjig, temveč z vztrajnim vežbanjem. Da si učitelj pridobi natančen vpogled v pogoje, pod katerimi se posrečijo poizkusi in si v uporabi priprav zagotovi potrebno spretnost, treba mu je temeljitega pripravljanja in vestnih poizkustvenih vaj.

Poizkus se mora izvršiti na preprost način t. j. brez vseh prituklin, ki bi se smatrale za afektiranost in umetničenje. Učitelj se varuj skrivnostnega postopanja! S tem bi le gojil vraževerstvo; vse kar stori, bodi odkrito in očito učencem prav tako kakor njemu samemu.

Zvrši le toliko poizkusov in takšne, kakršnih je neobhodno treba v razjasnitev obravnavane tvarine! Prevelika množina poizkusov provzroča pri učencih raztresenost.

Poizkus se mora obnesti. Ponesrečen poizkus je naravnost pedagoška nesreča, posebno v začetnem prirodoslovnem pouku, ker ne le da postane uspeh pouka dvomljiv, temveč ga prav v trenutku, ko bi imel roditi sad, kakor na mah uniči.

Ako bi morali učenci verjeti dejstva, ki naj bi jih sami zaznali, na učiteljevo besedo ali ako bi si morali predstavljati kaj drugače kakor so sami videli, tak pouk bi ne rodil uspehov, temveč le škodo. Kako naj se učenci, ki so doživeli poizkustvenih razočaranj, dokopljejo do jasne

zavednosti o neizpremenljivi zakonitosti v prirodi? In bi-li ne bila posledica večkratnih ponesrečenih poizkusov, da bi učitelj izgubil pred učenci na ugledu?

Priprave, ki jih hočeš rabiti pri pouku, postavi kolikor možno šele tedaj pred učence, ko se jih neposredno začneš posluževati.

Priprave, ki jih je na mizo postaviti, pomekni učencem kar najbližje ter jih zasuči tako, da se njih glavni deli dobro vidijo, ne da bi bili tebi od rok! Ako je priprava iz več delov, ki pa ne leže drug v drugem, postavi drugega poleg drugega, ne pa da bi drug drugega učencem zakrival.

Nazornost se poviša, ako razstaviš sestavljene priprave pred očmi učencev in jih zopet sestaviš.

Pedagoška previdnost zahteva ukrepov, s katerimi se učencem olajša opazovanje. Tu sem spada:

1. da so predmeti, ki jih kažeš, dobro razsvetljeni;
2. da skrbiš za ugodno ozadje. Enkrat prija bela ali siva stena, enkrat črna tabla; od barve obleke je zavisno, sme li učitelj sam biti ozadje ali ne; lesketajoče ozadje moti opazovanje i. t. n.

3. Da učenci ne prezro bistva prikazni, naznani jim vnaprej, s katerim čutilom imajo zaznavati, ali z očesom ali ušesom i. dr.; pri prikaznih, ki trajajo le trenutek (električna iskra) in pri obsežnih pripravah (električni brzojav) označi učencem najprej ono mesto, kamor imajo obrniti oči.

Med poizkuševanjem zavzemaj učitelj stalno stališče, ki ga ne izpreminjaj brez posebnega vzroka!

Ako imaš kazati drobne predmete, pa ti je treba iti od klopi do klopi, postoj pri vsaki klopi oziroma skupini ter drži predmet mirno, ne previsoko, ne prenizko in ne premalo časa! Ako se nepretrgoma pomičeš mimo klopi, ne morejo učenci predmeta natanko opazovati.

Pozvati učence iz klopi k poizkuševalni mizi ni vselej priporočljivo, ker lahko nastane nemir in nered; naj se torej dovoli le ob važnih prilikah, v razredih z mnogoštevilnimi učenci v malih skupinah, katerim se poizkus ponovi vsaki posebe.

Ko so zvršene vse predpriprave, nastopi najvažnejši trenutek poizkuševalnega pouka, za učitelja, da sproži prikazen, za učence, da jo opazujejo. Uspeli poizkus je obojim trenutek notranje zadovoljitve.

Da se učencem zaznava zanesljivo utisne v spomin in da so pri nastopnem logiškem delu zbranega duha, daj jim časa, pa se prikazni „nagledajo“, če je treba in mogoče, ponovi jim poizkus!

Vpliv poizkusa na učence je zavisen od vsega učiteljevega kretanja, posebno od živahnosti učnega tona, od ročne spretnosti pa od jezikovne izurjenosti in gladkosti.

Šolskemu redu med poizkuševanjem je zanimivost predmeta na korist, na kvar pa mu je mnogovrstnost nazorih sredstev in ako traja opravilo z njimi več časa. Skrbi torej pri poizkusih, ki trajajo delj časa, disciplini na korist, da se ves čas dobro izpolni! N. pr. pri poizkusih, o vretju, o prevajanju toplote, pri nekaterih kemijskih i. dr. poizkusih se prazni čas porabi za popis priprave, za ponavljanje sorodne tvarine, za risanje ali načrtovanje na tabli, za domnevanje o morebitnem uspehu i. t. d.

Najvažnejše sredstvo vzdrževati šolski red pa je, da se poizkus ne spridi v igro. Učitelj ne začenjaj poizkusa, dokler ni v razredu popolnega miru in obče pozornosti! Ako poznajo učenci učiteljevo resnost, se mu zadovoljno uklanjajo.

X. O učnih načelih.

Učna načela so učiteljem pač obče znana; zato naj slede le nekatere opazke.

a) Ne začenjaj pouka s sistematičnimi razlaganji, niti z opredelitvami (definicijami)! V nižjih šolah se da opredeliti pojem šele tedaj, ko so učencu že znani znaki oziroma svojstva dotičnega predmeta. N. pr.: Učenec shvati pojem magneta, električnega telesa i. dr. šele, ko je izkustvenim potom zaznal njih učinke. Zato je rabljiva tudi le genetična (sintetična) definicija, pri kateri se navedejo najprej znaki, potem ime.

b) Prehajajoč od znane tvarine do neznane „nove“ išči zvez vedno na duševnem obzorju učencev! Kot „znano“ vzemi le to, kar veš, da so si učenci zanesljivo prilastili v prejšnjem pouku! Ponavljanje!

Kadar pa v izkustvenem krogu učencev ni najti naravnih dotikališč ali prehodnih točk, utegne ti dobro služiti protislovje (kontrast). Neprozorna telesa, n. pr. križ v oknu, delajo senco, prozorna šipa pa ne. S tem v protislovju pa je izkustvo, da dela senco tudi z vodo napolnjena sklenica, dasi je prozorna. To protislovje se lahko porabi pri prehodu k lomljenju svetlobe. Poudarjati nasprotna razmerja je za pravilno shvatanje prikazni iste vrednosti kakor povzetje ujemajočih se razmerij.

c) Nazorna sredstva in poizkusi se morajo izbirati z vednim ozirom na učno stopnjo, na duševno zrelost učencev, tako da ne prirejaš poizkusov, katerih razjasnitev bi bila za učenca pretežka. Nazornost je sicer temelj vsemu mikalnemu in izobraževalnemu pouku, vendar pa bodi nazorni pouk obenem tudi elementaren.

Kako je spajati nazorni pouk z elementarnim, naj pokažemo na dveh primerih.

1. **K pouku o zračnem tlaku.** Poizkusi, s katerimi se učencem navadno dokazuje bitnost zračnega tlaka, so statičnega značaja. Prvi

poizkus se zvrši navadno s čašo, ki se do vrha napolni z vodo, pregrne z listom papirja ter povezne na zraku. Voda ne izteče. Temu sledi Torricellijev poizkus, ako sta na razpolago priprava in živo srebro.

Pri obeh poizkusih je glavna prikazen ravnotežje in iz tega se sklepa, da mora biti neka sila, ki deluje težnosti nasproti ter zabrani, da voda ne izteče in živo srebro ne pade.

Da je ta sila ravno zračni tlak, so mora dognati s protipoizkusi.

Pomanjkljivost teh poizkusov tiči v njih negativnem izidu. Povrh je nastopek Torricellijevega poizkusa nekako prisiljen, učenec ne more naprej slutiti, da je v zvezi z zračnim tlakom

Elementarno bi bilo postopanje, ako bi začeli s poizkusi, pri katerih zračni tlak proužroča gibanje.

To se lahko pokaže s širšo stekleno cevjo, s petrolejkinim cilindrom, v kateri tičita dva neprodušno gibna batiča iz plute; eden izmed njih je nasajen na daljšo (železno) palico (sl. 8.). Porini oba batiča proti istemu koncu cevi ter potegni prvi batič nazaj! Drugi se pomiče za njim, kakor da sta pripeta drug k drugemu.

Ako neprodušno zamašiš cev s tretjo pluto, se drugi batič ne premakne, ker enostransko delujoč zračni tlak ne more do njega.

Vzemi drugi batič iz cevi in jo postavi pokonci v posodo vode ali živega srebra! Ako zdaj potegneš batič kviško, se vzdigne tudi tekočina v cevi (sl. 9.). Slični poizkus z ročno brizglo ali sikaliceo.

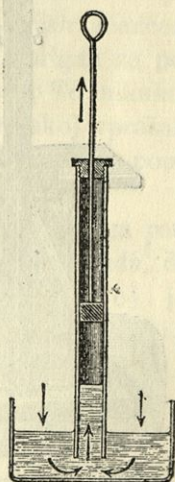
Ko je na ta način dinamičnim potom dokazana bitnost zračnega tlaka, nastane takorekoč samo ob sebi vprašanje, do katere višine je kos zračni tlak vzdigniti vodo ali živo srebro. Odgovor nam da Torricellijev poizkus.

Tako je temu odmerjen neprisiljen prostor.

2. K nauku o lomu svetlobe. Za uvod v ta nauk sta služila dolgo časa dva sicer lahko zvršljiva a metodično dvomljiva poizkusa, eden „z denarjem na dnu posode, napolnjene z vodo“. eden pa „s palčico, do polovice pošev vtaknjeno v vodo“. Oba poizkusa dobro služita na praktični stopnji, potem ko so si učenci že prisvojili temeljno predstavo o lomu svetlobe. Črpati pa to predstavo iz teh poizkusov



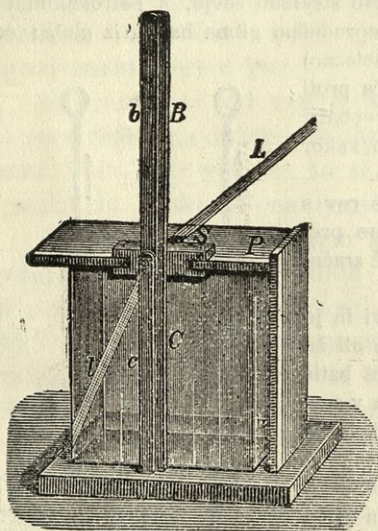
Slika 8.



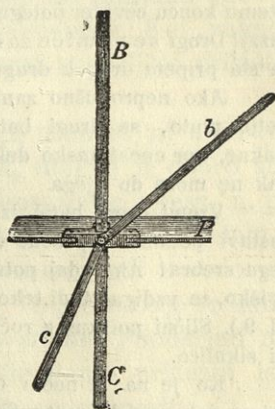
Slika 9.

ni niti nazorno niti elementarno. Nazorno ni, dasi se tako zdi, ker to, kar se vidi, je le optična prevara; kajti denar obleži prejkoslej na dnu posode in palčica se po resnici tudi ne lomi. Glavna stvar pa je, da svetlobni žarki izpremenijo svojo smer; tega pa objektivno ni videti. Elementarno ni, ker je treba daljšega preudarjanja, preden je mogoče iz subjektivnih zaznav teh poizkusov ustvariti si pravilno predstavo, kako in kdaj izpreminjajo svetlobni žarki svojo smer. Da bodo temeljni poizkusi o lomu svetlobe nazorni in elementarni, se morajo izvrševati tako, da se lahko objektivno zaznava smer upadajočih in lomljenih žarkov.

Najpreprostejše sredstvo v to svrho je tole: Štirioglata (paralelipedna) steklena posoda, kakršna se rabi pri nekaterih galvanskih



Slika 10 a.



Slika 10 b.

baterijah, se napolni do vrha s skaljeno vodo. (Sl. 10 a). Skališ pa vodo s par kapljicami mleka, v špiritu raztopljenega šelaka (smole) ali pa le z malo kredinega prahu (sl. 10 a). Posoda se pokrije s ploščo P, v kateri je zareza S; navpična stena na desni (solnčni) strani dela posodi potrebno senco. Svetlobni tlak L more le skoz zarezo S do vode; skoz vodo gre v smeri l, kar se dobro vidi po dne, ako z zagrinjali in oknicami sobo nekoliko zatemniš, v popolnoma temni sobi pa zadostuje namesto solnčne svetlobe goreča sveča.

Da trajno predočimo smer svetlobe pred in po lomljenju, pri-
trdimo ob plošči vstric zareze S navpično palico BC (upadnico), ob
njej pa dve palčici b in c, ki se dasta vrteti krog skupne osi v višini
zareze S. S palčico b se določi smer vpadajoče svetlobe L, palčico c
pa zavrtiš v smer lomljenega traka l. Tako ti predočuje priprava
(sl. 10 b.) lomečo ravnino P, vpadnico BC, vpadajoč trak b, lomljeni
trak c, vpadni in lomni kot i. t. d.¹

d) Pouk mora biti resnično izobrazujoč, t. j. do-
segati mora jasno razumevanje stvari ter jo utrditi tako,
da učencu ne izgine več iz spomina. Na to točko je treba
obračati največjo pozornost v onih poglavjih, na katerih
temelji cela vrsta prikazni ali fizikalnih priprav.

Ako učenec ne razume temeljnega zakona, ostane
mu nejasna vsa nanj se naslanjajoča „uporaba“. N. pr.
dogajalo se je, da so v nauku o optičnih lečah učencem
razkazovali lečine slike, ne da bi se bili brigali za pot
svetlobnik žarkov in izpremembo njih smeri. To nikakor
ni izobraževalno in učenec bistre glave bo takoj vprašal:
kako nastane slika? S tem bo dal na znanje, da ga pouk
ni zadovoljil.

Izobraževalna stran pouka je zavisna od njega res-
ničnosti in temeljitosti. Kjerkoli se rabi časa in truda, da
se mladini vceplja prirodoslovnih naukov, vselej je
stremiti za ono pravilnostjo predstav in
pojmov, kateri je morebiti pozneje treba
dopolnitve, **nikdar pa ne popravila.**

Da bo pouk temeljit, naj se vsako vprašanje, ki se
pretresuje, obdela vsestransko in jedrnato. Po tem načelu
je obravnavi o raztezanju trdnih teles po toploti neposredno

¹ Ako si uravnáš pouk po fizikalnih individuih (str. 14.), lahko
postaviš enega izmed omenjenih poizkusov kot prirodoslovni predmet
na čelo, n. pr. za zračni tlak ročno brizgljo, za lom svetlobe skledo
vode z denarjem ali drugim predmetom na dnu, ali pošev v vodo
vtaknjeno palico, za elektriko električni kolovrat i. t. d. Pri analizi pa
prideš do težkoč, ki jih najlaže zmagaš z elementarnim postopanjem,
kakor pod 1 in 2. Temno točko prvotnega vprašanja razbistriš potem
po deduktivnem načinu.

priklopiti raztezanje kapljivih in plinastih teles. In električnemu telesu (Prim. str. 33.!) ni edini znak, da privlačuje in po dotiki odbija lahka telesa, temveč kaže še drugih znakov, (v temi drobno iskrico, ki te rahlo zbode v členek tvojega prsta; če pa potegneš treno steklenko blizu mimo lica, zdi se ti, da si zabredel v pajčevino). Okolica električnega telesa je torej v nekem smislu predrugačena, prav tako kakor stanje telesa samega.

Temeljitosti v prid naj se rajši žrtvuje, če ni drugače, nekaj tvarine, nego da bi se obdelovala površno. Ako tudi učenci predelajo le malo tvarine a so pri tem primorani pozorno opazovati, bistro misliti, pravilno sklepati in to malo tvarine spretno uporabljati, jim je to za vse življenje stalne koristi; s površnim poukom pa se le vzgajajo puhli in domišljavi ljudje.

XI. O učni obliki.

V obče velja načelo, da se v prirodoslovnem pouku ne predavaj, temveč kolikor največ razvijaj in sicer z vednim sodelovanjem učencev. Kakor izkušnja uči, pa je vprašanje najboljše sredstvo, da se pritegnejo učenci k sodelovanju. Zato ima vprašalna (katehitična, erotematična) učna oblika večinoma prednost, predavalna (monologična) pa tedaj, kedar ima učitelj podajati povsem novo tvarino, ali spajati sorodne točke že obdelane tvarine ali odstranjevati težkoče, ki jih učenci ne zmorejo brez učiteljeve pomoči. Izmed treh vrst vprašalne učne oblike, (ponavljalne, izpraševalne in hevristične) pride prilično vsaka na vrsto, pri obravnavanju nove tvarine največkrat hevristična t. j. vprašalno-razvijalna

V začetku pouka, ko je učitelju v prvi vrsti na tem, da privede učence v ugodno razpoloženje ter vzbudi njih zanimanje, bo jih z nekaterimi spretnimi vprašanji v

duhu pomaknil na ono polje, ki ga namerava raziskovati v naslednjem pouku.

Vprašalna učna oblika je zanesljivo sredstvo, s katerim na najlažji način zvabiš učence, da se neprisiljeno in radovoljno udeležujejo razvijalnega pouka. Posebne važnosti je, da se v trenutku, ko nastopi s poizkusom izzvana prikazen, stavi vprašanje: „Kaj vidite, kaj slišite...?“ Kajti zaznava mora biti jasno določena, ona je podlaga jasnim sklepom, pojmom in zakonom.

Svariti pa moramo pred zlorabo vprašalne učne oblike. Učitelj začetnik, poslužujoč se z vnemo te oblike, se lahko zaleti, tako da poskuša vse z vprašanji izsiliti iz učencev, n. pr. pojme ali imena reči, ki bi jih imel šele s poukom podati, ali pa vprašati zopet in zopet po rečeh, ki jih učenci že davno vedo. Škoda časa, ki se zamudi z nepotrebnim vprašanjem. Prav tako pa je tudi napačno, rabiti le predavalno obliko. Učenci nižjih šol še niso zmožni slediti delj časa trajajočemu predavanju; lahko se jim pretrgajo niti logičnega mišljenja; posledica je nepozornost, dolgočasenje, nered i. t. d.

Samostalno misleč učitelj bo torej modro menjaval učno obliko; vprašal bo, kolikor je treba; nato kratek čas predaval, pa zopet vprašal, vse tako, da si vedno zagotovi sodelovanje učencev. (Gl. XIII. str. 93. O gojitvi jezika.)

XII. O obravnavanju beril prirodoslovne vsebine.

Po naredbah višjih šolskih oblasti se ima prirodoslovni pouk v ljudski šoli gojiti v zvezi s čitanko; uporabljati posebno učno knjigo za prirodoslovje je splošno dovoljeno le na meščanskih šolah; na ljudskih šolah pa se smejo posluževati posebnih od ministerstva odobrenih učnih

knjig za prirodoslovje le višjerazrednice (na Stajerskem od štirirazrednic naprej) za 6., 7. in 8. šolsko leto.

Kako se naj spajata prirodoznanstveni pouk in berilo, o tem pravi Dittes¹: „Kar se tiče v prejšnjih časih jako razširjene in tudi sedaj še nahajajoče se navade, da se spaja prirodoznanstveni pouk s čitanko, je iz metodiškega stališča napačno; kajti prirodoznanstvo, ako naj ne bode prazno besedičenje, se da spajati le z dejstvi, s prirodnimi in s prirodnimi prikaznimi. Dobro je vsekako, da imajo naše čitanke zraven drugih tudi nekaj beril prirodoznanstvene vsebine; na tehle naj se učenci vežbajo, izobraževati se s pomočjo čitanja. Toda ta berila se morajo tako uvrščati, da se vsako obdeluje šele potem, ko se je njega vsebina bila odkrila v prirodoslovnem pouku. Torej: Berilo ne sme biti podlaga prirodoznanstvenemu pouku, temveč prirodoznanstveni pouk bodi podlaga čitanju dotičnih beril. To je pravilno postopanje.“

To velja tembolj o prirodoslovnem pouku, ker se ta ne opira samo na nazorovanje, kakor prirodopisni pouk, temveč opazovanju se mora pridružiti še mnogo umstvenih operacij, ki jih učenci ljudske in meščanske šole še ne morejo samostalno zvrševati ob mrtvih črkah berila. Razumno čitanje je namreč zavisno od zmožnosti, da učenec to, kar čita, med čitanjem pravilno shvata. Da se to doseže, je treba, tvarino vsakega berila prirodoslovne vsebine stvarno obdelati, preden se začne čitanje.

Ko je berilo prečitano, ima vsakokrat priti na vrsto besedna in stvarna razlaga, temu pa sledi utrditev, ki obstoji v tem, da pojasnimo vsebino prečitane berila s pomočjo naukov, ki smo jih dobili iz prejšnje stvarne obravnave in morebiti tudi še z nastopnimi potrjujočimi poizkusi.

¹ Schule der Pädagogik, Gesamtausgabe. Leipzig, Klinkhardt. 1876. Str. 683.

Berila prirodoslovne vsebine se torej obravnavajo po temle načrtu: 1. Stvarno obdelovanje; 2. čitanje; 3. besedna in stvarna razlaga; 4. utrditev s povzetjem in dispozicijo na tabli; 5. ponavljanje ustno in pismeno.

XIII. O gojitvi jezika.

Obča pedagogika je izrekla načelo: „Ves pouk bodi jezikovni pouk!“ To načelo velja gotovo o prirodoslovnem pouku v največji meri. Malo je namreč predmetov, ki nudijo toliko prilik, odmišljati in kombinirati, soditi in sklepati, kakor fizikalni pouk, ki je kakor nalašč ustvarjen, vaditi učence v logičnem mišljenju. Vse mišljenje pa je v tesni zvezi z jezikom, ki po eni strani podpira logično mišljenje, po drugi pa izpričuje, je li mišljenje teklo po logični poti ali ne. Fizikalni pouk navaja torej mladino ne samo opazovati, misliti in soditi, temveč tudi govoriti. Zategadelj jezikovna stran tega pouka ni nič manjše važnosti nego metoda sama.

V katerem jeziku naj se poučuje prirodoslovje? — V tistem, s katerim je mogoče najuspešneje in najhitreje doseči dani smoter: intenzivno izobražanje ljudstva. Slovenskim otrokom gre torej pouk v slovenskem jeziku. Kjer se ravna drugače, se greši zoper zdravo pamet, zoper temeljna načela pedagogike, ovira se duševni napredek učencev.

Na vprašanje, kako naj se v prirodoslovnem pouku goji učni jezik, se glasi odgovor: Vse izraževanje, ustno in pismeno, bodi pravilno, točno in jasno!

To velja v prvi vrsti za učitelja, v drugi pa za učence; učitelj se ravnaj po tem pravilu, terjaj pa isto tudi od učencev!

Jezik je pravilen, ako se strinja s slovničnimi zakoni. Prvo je tedaj to, kar se v šoli vseh kulturnih na-

rodov najviše ceni, namreč poučevanje v čistem pismenem jeziku. Učenci pridejo v šolo večjidel le z narečjem, mnogokrat z jako pokvarjenim. Trebi ga vztrajno, da postane mladina zmožna, v poznejših letih z dobičkom čitati knjige, pisane v pismenem jeziku!

Jezik je točen, ako je izraževanje jedrnato in kratko. Vse kar je preobilno, kar ne pospešuje razumevanja stvarine in kar misli učencev odvrča od glavne stvari, naj se opušča. Tu sem spadajo mnogobesedni uvodi, vzkliki začudenja, obširne poslovice, sploh brez-pomembne fraze. Poetične pripomnje so umestne v berilih, v fizikalnem pouku pa, naj so še tako lepe in mične, jemljejo tisto troho časa, kar ga je na razpolago, ne da bi učence vnemale za realnost pouka.

Izražanje je jasno, ako učenec povedano lahko razume ter si brez težave more misliti in predstavljati, kar izražajo besede. Vse, kar naj učenec v mislih spaja, mora biti sposobno za spojitev. Predstave, ki si po vsebini nasprotujejo ali se izključujejo, se ne dajo spojiti. Ako to vendar storimo, dobimo nezmisel, n. pr.: „Led je trda voda“. Predstavi „voda“ in „trd“ si nasprotujeta, ker je voda najnavadnejši zastopnik vsega tekočega, t. j. netrdega. Inače pa je z izrekom „led je strjena voda“, v katerem označuje deležnik prehod iz tekočega stanu v trdega, kar je stvarno pravilno, torej tudi logično. Jezikovne nejasnosti izvirajo dostikrat iz stvarnih nejasnosti. Tako se n. pr. mnogokrat prezira različnost pojmov „gostota“ in „specifična teža“ ter se drug zamenja z drugim, ko vendar brezimsko število ne more biti enako količini, ki jo merimo z gramom ali kilogramom.

Tukaj naj še omenimo stvarne nejasnosti, ki se kaj lahko zgreši pri tlakomeru. S to pripravo določujemo zračni tlak. Z njene lestvice pa ne posnamemo naravnost zračnega tlaka, temveč le neko dolžino. Ako n. pr. beremo na lestvici 76 cm, pa bi rekli: Zračni tlak znaša 76 cm, bi bil to pravzaprav nezmisel, kajti zračni tlak se da meriti le v gramih ali kilogramih. Kar z lestvice beremo, je le eden

izmed činiteljev, s katerimi računimo zračni tlak na vsak 1 cm^2 zemeljske površine ($1\text{ cm}^2 \times 13.59\text{ g} \times 76\text{ cm} = 1033\text{ g} = \text{ena atmosfera}$). Tega računa navadno ne delamo, ker nam v vsakdanjem življenju ni treba vedeti velikosti zračnega tlaka, pač pa zaradi odvisnosti vremena le njega izpreminjanje, t. j. ali narašča ali pada. Torej 76 cm je le višina živosrebrnega stebra, ki ga nese normalni zračni tlak ob morskem površju.

Za pismene vaje se nahaja v prirodoznanstvu mnogovrstne tvarine. Na izbiro so: 1. zgodovinske črtice o znamenitih iznajdbah ter o življenju slavnih mož; 2. opisovanje prirodnih prikazni, 3. opisovanje fizikalnih poizkusov, priprav in strojev! 4. Primerjajoči sestavki, n. pr. o toplomeru — tlakomeru, drobnogledu — daljnogledu, gorjenju — trohnenju i. t. n., 5. razprave o prirodnih silah v človeški službi, n. pr. kako človek izrablja težnost tekoče vode, napetost vodene pare, učinkovanje elektrike i. t. d.

Pismena vaja pride na vrsto šele potem, ko je dotična snov stvarno obdelana v ustnem pouku. Izprva se snov bistveno izrazuje v kratkih jedrnatih stavkih; te stavke potem učenci zapišejo na pamet; pri bolj izvežbanih učencih pa se polagoma začenja prosto spisje.

Vprašalno-razvijalna učna oblika, kateri sicer po pravici prisojamo veliko prednost (gl. str. 90. nsl.!) ima vendar eno slabo stran, ki se ne da utajiti. Z mnogoštevilnimi vprašanji in odgovori se namreč učna tvarina razčesa na drobne kosce, tako da učenec ni primoran niti samostalno in nepretrgoma misliti, niti tako govoriti. Naravna posledica je jezikovna okornost, ki se prav pogostoma opazuje pri mladini. Ako ti učenec, ki ga slučajno izprašuješ izven šole, ne zna v celih stavkih in jasno pripovedovati o tem, kar se je v šoli obravnavalo, je to mnogokrat dokaz, da se je pri pouku zane-marjala jezikovna stran.

Da se temu v okom pride, se mora odločno zahtevati, naj učenci, ko je tvarina predelana

do konca, samostalno in nepretrgoma dajejo račun zdaj ustno, zdaj pismeno o tem, koliko so se naučili. Učitelj jih v to svrho strogo izprašuj ter jim ne dajaj reda, ki si ga niso zaslužili.

XIV. O risbah in zapiskih.

Vse, kar podpira nazornost, je dobrodošel pripomoček v prirodoslovnem pouku. Tu sem spadajo stenske table in slike fizikalnih in kemijskih aparatov, šematične risbe in črteži na šolski tabli.

Izkušnja uči, da so te vrste pripomočki zraven naravne priprave ne samo koristni, temveč mnogokrat jako potrebni; kajti marsikatera priprava, ki so jo učenci videli, in marsikatera prikazen, ki so jo zaznali s svojimi čutili, se jim po sestavi, oziroma po zakoniti vršitvi šele tedaj utisne pravilno in trajno v spomin, ako se jim je tudi na slikah in risanih črtežih predstavilo, kar je na njih bistvenega.

Vzemimo n. pr. temeljne prikazni svetlobe, odboj in lomljenje! Naj so se učencem predočile tudi na popolnih poizkusih, vendar si trajen upogled v izpreminjanje smeri svetlobnih žarkov pridobe šele s primernim črtežem na šolski tabli. Istotako bodo učenci sestavo sesalke, brzojava, parnega stroja razumeli dovolj natanko šele tedaj, ko so jih v glavnih potezah preučili tudi na sliki ali risbi.

Stenske table, ki predstavljajo fizikalne predmete z vsemi podrobnostmi, pri začetnem pouku niso za rabo, ker oko učencev še ni sposobno, razločevati in si prav predstavljati veliko množino posameznosti. Rabile se bodo torej z uspehom le na višji stopnji in za take predmete, ki jih šola ne premore v naravni obliki.

Med risbami se najvišje ceni črtež na šolski tabli, ki ga zvršuje učitelj korak za korakom pred očmi

učencev ter ga primerno pojasnuje. Tako postopajoč zadostuje genetičnemu učnemu načinu, ker vidi učenec 1. kako nastane, če ne priprava sama, vendar nje slika v glavnih potezah, 2. pa bistvenosti prirodnega dogodka v naravnem redu. N. pr. risba kaže glavne dele toplomera, tlakomera, sesalke, ali katero pot gredo svetlobni žarki pri odboju, pri lomljenju i. t. n.

Neobhodno potrebno je delati črteže predmetov, ki se ne dajo razstaviti ali pri katerih se bistveni deli ne vidijo, n. pr. zaklopke pri sesalkah, parni stroj i. dr.

Ker subjektivno predstavljanje ne nadomešča popolnoma objektivnega naziranja, naj se tudi prvi prirodoslovni pouk ne začne ob risbah temveč le ob resničnih pripravah.

Učenec se mora šele polagoma usposobljati, da razumeva slike in risbe. V to svrho bo mnogokrat umestno, da že med opisovanjem priprave začneš risati jo del za delom na šolski tabli ter se pri tem redno ozirati na dotično pripravo.

Risbe, črteži, slike, stenske table služijo 1. v podporo nazornosti v obče, 2. učenec se navaja, razločevati glavne, bistvene dele ali pojave od nebistvenih, postranskih, ki se na risbah in črtežih navadno ne označujejo; 3. primerjajoč risbe s predmeti samimi si pridobiva temeljitejšega razumevanja obravnavane tvarine; 4. krepí si ob njih domišljijo, da si sčasoma pravilno predstavlja tudi predmete, ki jih nima prilike gledati z očmi; 5. vzbuja se mu nagon posnemanja, da si v prostih urah krati čas z risanjem črtežev, ki jih je videl v šoli. 6. Slike in risbe se uspešno uporabljajo pri ponavljanju, kjer naj se učenec obenem uri v jasnem in točnem izražanju. Z vsem tem si utrja in pogloblja svoje prirodoslovno znanje.

S poizkusi postaja pouk zanimiv, z risbo pa se zagotavlja pouku trajen uspeh.

V VI. poglavju str. 23. sl. smo govorili o opazovanju v prirodi. Za taka opazovanja so posebno primerni vremenski pojavi, ker se dogajajo dan na dan. Vreme je závisno od več činiteljev; najvažnejši so: toplota, zračna vlaga, vetrovi i. dr. Vreme se izpreminja, kakor se izpreminjajo ti činitelji. V vsakem kraju si je ustvarilo ljudstvo, posebno kmetiško, nekakih vremenskih pravil. Dasi izvirajo iz mnogoletnih izkušenj, vendar sloné le na bolj zunanjih znamenjih brez natančnega ozira na odločilne vzroke.

Šola izpolnjuje hvalevredno nalogo, ako navaja učence k opazovanju pogojev, ki vplivajo na vreme. To je eno izmed sredstev, ki vodi učenca polagoma do spoznanja prirodne resnice: „Nič se ne zgodi brez uzroka.“ (Gl. str. 54.!) Prirodoslovne nauke pa shvatajo učenci tem lažje ter si jih tudi tem trdneje prisvajajo, čim več so se sami smeli dejanski udeleževati njih pridobitve. Učitelj daj potrebna navodila in učenci se z veliko vnemo poprimejo dela; sposobni za opazovalno delo so učenci višje stopnje.¹

Opazuje se deloma brez priprav, na prostem, n. pr. oblačje, deloma na pripravah, kolikor jih šola zmore. Najnavadnejši je pač toplomer, ki se nahaja v vsaki šoli, zraven morebiti vlagokaz (hygroskop), ki si ga lahko sam narediš; bolje preskrbljene šole pa premorejo tudi tlakomer in morda še vlagomer (hygrometer).

Najenostavnejše je pravzaprav opazovanje na tlakomeru. Da bo odgovarjalo metodiškim zahtevam, daj izprva

¹ Po pravici povdarja novejša metodika neprecenljivo vrednost lastnih opazovanj učencev v prirodi. Takšna opazovanja so zlasti z ozirom na formalno izobrazbo učencev zelo koristna, osobito, ako se dosledno izvajajo dalje časa po določenem načrtu in se nazadnje izvaja iz dobljenih podatkov splošno pravilo, oziroma prirodni zakon. Učenci, ki so v šoli vadili v opazovanju prirode, bodo to vsaj tuintam nadaljevali v življenju. Opazujejo se lahko meteoroške, astronomične, geološke, botaniške, zoološke i. dr. prikazni.

več dni opazovati zračni tlak v začetku vsake šolske ure ter ob koncu pouka! Zjutraj in zvečer izpolnjud ta opazovanja učitelj sam!

Iz njih izvajaš rek: Zračni tlak se izpreminja. Pri nadaljnjem opazovanju obrni pozornost učencev na zavisnost med zračnim tlakom in vremenom! Črez delj časa bo mogoče, odmislii tele reke: 1. Ob srednjem tlakomernem stanju je vreme v obče nestanovitno. 2. Ako zračni tlak močno narašča, se je većinomna nadejati lepega vremena. 3. Ako pa zračni tlak naglo in močno pada, obrne se vreme v kratkem na slabo.

Težavnejše je opazovanje topline. Ako pogledaš vsak dan ob določeni uri na toplomer, nima to posebne vrednosti; važnejše je določevati najvišjo in najnižjo in pa takoimenovano srednjo toplino. Da tole določimo za en dan, bi morali ta dan posneti toplino vsako uro, stopnje sešteti ter vsoto razšteti s 24. To je v šoli neizvedljivo. Iz mnogih izkušenj vemo, da se srednja toplina precej natanko dobi iz treh rokov, ob 6^h zjutraj, ob 2^h popoldne in ob 10^h zvečer, ako se vsota toplin razšteje s 3. Tudi to v šoli ni redno mogoče.

Opazovanje topline je za učence bolj odgojevalne nego izobraževalne vrednosti. Z veseljem se bavijo s tem poslom in se vadijo pri tem vestnosti. Izmed rekov o toplini je več takih, katerih resnico občutijo učenci na svojem telesu tudi brez toplomera. Nekatere pa je vredno izvesti po opazovanjih, n. pr. 1. Ako pade toplina na 0 ali pod 0 se začne delati led, slana, sneg; 2. ako pa se dvigne toplina na 0 ali nad 0, se začne taliti led. 3. Ako je zelo mrzlo in vendar začne iti sneg, poskoči toplina blizu do 0°. (Utajena in prosta toplota) i. dr.

Zanimivo je primerjati podatke toplo- in vlagomera med seboj. Ako n. pr. toplina pada, vlaga pa narašča, je padavina blizu (megla, dež, sneg.) S tem so v zvezi krajevno omejene nevihte, ki jih tlakomer ne napoveduje ...

Ta opazovanja donašajo učencem le tedaj koristi, ako so jim vir novega spoznanja, t. j. ako so urejena tako, da je mogoče iz podatkov izvajati vremenskih pravil. V to svrho je treba, da se opazovanja vršijo redno in da se podatki redno zapisujejo. Zapisujejo pa se ali v primerno črtane pole ali v posebno opazovalno knjigo (zvezek). Število predalov v knjigi se ravna po številu količin, ki jih opazujemo. Prvo je, da se točno zapisuje čas opazovanja.

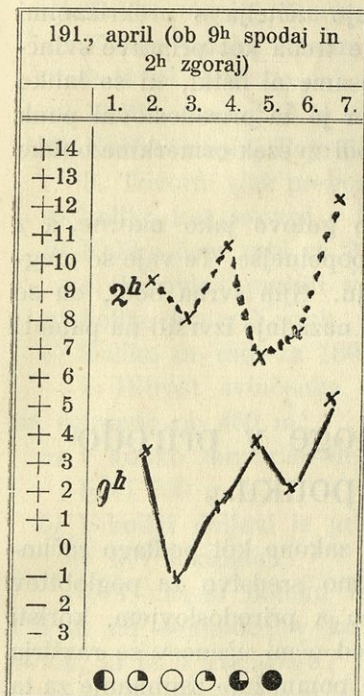
Vzorec opazovalne knjige.

L. 191. (ob 6ih zjutraj)	Toplina po Cels.	Zračni tlak na mm	Vlaga v %	Vreme			Posebne prikazni
				Mer in jakost vetra	Oblačje	Padavine	
1. maja	+ 9	748	60%	rahel zahodnik	pol oblačno	zjutraj megla	—
2. maja	+ 8	751	56%	čvrst severo- vzhodnik	jasno	—	na severju blisk
3. maja	+ 12	744	85%	močen jugozahodnik	celo oblačno	dež	—
20. nov.	+ 1	743	75%	čvrst zahodnik	3/4 oblačno	megla	kolobar krog mes.
21. nov.	— 2	738	90%	rahel jugo- vzhodnik	oblačno	prvi sneg	—

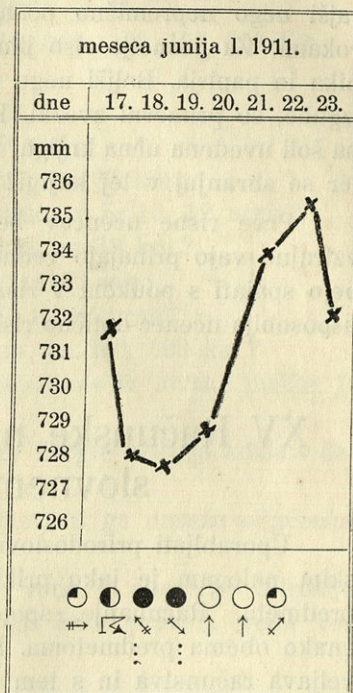
Krajše in pregledneje nego na tem vzorcu se zapisujejo podatki opazovanj grafično na diagramih. Stolp A kaže toplino po Celziju ob 9^h in 2^h za šest dni, spodaj oblačje, stolp B pa istotako zračni tlak in spodaj vetrovje in padavine v znakih, kakršni se vobče rabijo na vremenskih kartah.¹

¹ Vremenski znaki: → ↗ ↘ veter, ○ jasno, ● oblačno, ◐ pol oblačno, ☀ rosa, || slana, ≡ megla, : dež, * sneg, ☄ blisk, △ pšeno, ▲ toča.

A. Toplina po Celziju



B. Zračni tlak v Gradcu



Ker tukaj ni prostora za podrobno razmotrivanje vremenoslovja, naj samo še omenimo, da imajo učenci od vremenskih opazovanj dvojno korist: 1. vzgojevalno, ker se vzbujajo k samodelavnosti in pravilnemu opazovanju prikazni in 2. izobraževalno, ker spoznavajo prave vzroke vremenskim izpremembam ter se polagoma otre-sajo praznoverja, ki je med ljudstvom glede vremena še jako razširjeno, dasi nima nobene zanesljive podlage (n. pr. da vplivajo mesec, zvezde repatice na vreme, da so gotovi dnevi v letu odločilni za vreme na več ali manj časa i. dr.).

Risba in črteži, ki jih riše učitelj na šolsko tablo, niso samo za to, da jih učenci motrijo z očmi, temveč naj

jih tudi posnemajo s svinčnikom v roki. To kaj radi delajo, rajši nego nepremično poslušajo učitelja s prekrižanimi rokami. Za posnetje risb jim je treba kot priprave svinčnika in papirja. Boljši nego posamezni listki, ki se lahko izgube, so primerni zvezki. Kjer je za prirodoslovni pouk na šoli uvedena učna knjiga, bodi zvezek osmerkine oblike ter se shranjaj v tej knjigi!

Prve risbe učencev bodo gotovo jako okorne, a z vztrajno vajo prihajajo vedno popolnejše. Te vaje se utegnejo spajati s poukom v risanju. Njih svrha bodi, da se usposoblja učenec dotično risbo nazadnje izvršiti na pamet!

XV. Računske naloge v prirodoslovnem pouku.

Uporabljati prirodoslovne zakone kot podlago računskim nalogam je jako prikladno sredstvo za poglobitev predmeta. Računanje, spojeno s prirodoslovjem, koristi enako obema predmetoma. Pred očmi učencev se razširja veljava računstva in s tem se pomnožuje zanimanje za ta predmet samo po sebi; računski rezultati pa povišujejo razumevanje prirodnih odnošajev in s tem množe zanimanje za prirodoslovno stroko. Na obe strani se dosega večja jasnost in določnost v stvarnem spoznavanju, obenem služi to ideji koncentracije.

Računske snovi se nahaja dovolj v mehaniki trdnih, kapljivih in plinastih teles, v poglavjih o toploti, v kemiji i. dr. Samo ob sebi se razume, da mora tudi tukaj poprejeti končana stvarna obravnava ter da se naloge rešujejo navadno ne po formulah, temveč po sklepnem računu. N. pr.

1. Na 4° R gre 5° C,

a) koliko stopinj Celzijevih je 1° R?

- b) koliko stopinj Celzijevih je 8° , 12° , 20° R?
 c) Koliko stopinj Reaumurjevih je 1° C?
 d) Koliko stopinj Reaumurjevih je 10° , 15° , 25° C?
 2. 4° R = 5° C;

- a) Koliko stopinj C je 28° R?
 b) Koliko stopinj R je 17.5° C?

3. Tovorni vlak prevozi v 1 uri 35 km;

- a) koliko km prevozi v 2 urah, v 5, 10, 12 urah?
 b) Koliko časa rabi za 21 km, za 50 km?

4. Brzovlak prehití v 1 uri 60 km;

- a) koliko km v 5 urah, v 6, 8, 12 urah?
 b) Koliko ur rabi za 180 km, za 240, 390 km?

5. Hitrost svinčenke, izstreljene iz lovske puške, je na sekundo po 450 m;

- a) v koliko sekundah doseže krogla divjega kozla v daljavi 200 m?
 b) V koliki daljavi je predmet, ki ga doseže svinčenka v $1\frac{1}{2}$ sekundah?

6. V našem potoku teče voda s poprečno hitrostjo $1\frac{1}{2}$ m na sekundo; v kolikem času preteče voda ves potok, ki je 9 km dolgo?

7. Ako se pripelje splav z Mozirja do Celja ($28\frac{1}{2}$ km) v $4\frac{1}{4}$ ure, kolika je njega hitrost na sekundo?

8. a) 1 dm^3 litega železa tehta $7\frac{1}{2}$ kg; koliko tehta 20 dm^3 železa?

- b) 1 dm^3 jekla tehta 7 kg 750 g; koliko tehta štirioglata jeklena palica 1 m 40 cm dolga, ki meri na debelo in široko po 4 cm?

9. Ako tehta sekira (brez topora) 1 kg 120 g ter odrine iz polne posode 145 cm^3 vode, kolika je nje specifična teža (t. j. koliko tehta 1 cm^3 sekire)?

10. Štirioglat kos lesa (prizma) je 60 cm dolg, 15 cm širok in 12 cm debel ter tehta 6 kg 48 dg;

- a) kolika je njega specifična teža?

- b) Ta les plava na vodi; koliko ga je pod vodo, koliko ga moli iz vode?

11. Na dvoramnem vzvodu je rama bremena 1 dm, rama sile 3 dm;

- a) ako je breme 6 kg, kolika je ravnotežna sila?

- b) Ako pa je ravnotežna sila 6 kg, koliko je breme?

12. Ako je na dvoramnem vzvodu rama bremena 2 dm, rama sile pa 5 dm,

- a) kolika je ravnotežna sila ob bremenu 20 kg?

- b) Koliko je breme, ki mu je ravnotežnih 6 kg?

13. Cepin je zakrivljen dvoramni navor. Ako meri od pete do osti 30 cm, njega topor pa $1\frac{1}{2}$ m, koliko kg sile ti je treba, da vzdigneš težo 100 kg?

14. Drog meri 1 m 80 cm v dolžino; ako ga porineš pod drevo za 24 cm ter vzdiguješ ob daljšem koncu s silo 30 kg, s koliko težo leži drevo na drogu?

15. V vodi je spojenih po 8 g kisika z 1 g vodika.

- a) Koliko kisika in koliko vodika je v 1 kg vode?

b) Koliko litrov meri ta kisik, ako tehta 1 l kisika 1.43 g?

16. Liter vode tehta 1 kg, liter zraka 1.293 g; koliko krat težja je voda od zraka?

17. V zraku je 21% kisika in 79% dušika;

- a) koliko litrov kisika in koliko dušika je v šolski sobi 8 m dolžine, 6 m širine in $4\frac{1}{2}$ m višine?

- b) Koliko tehta ta kisik, ako tehta 1 l kisika 1.43 g?

18. Če les popolnoma zgori, se spoji vselej po 8 g kisika s 3 g ogljika, kar da po 11 g ogljikovega dvokisa (ogljikove kisline).

- a) Koliko kisika je treba, da zgori 1 kg ogljika?

- b) Koliko je k temu treba zraka, ako je v 100 g zraka 23 g kisika?

- c) Koliko m^3 meri ta množina zraka, ako tehta 1 dm^3 zraka 1.293 g?

d) Koliko gramov ogljikovega dvokisa nastane iz 1 kg ogljika?

e) Koliko litrov ga je, ako tehta 1 l ogljikovega dvokisa 1.79 g?

19. Dorasel človek izdiha na dan (24 ur) po 940 g ogljikovega dvokisa;

a) Koliko gramov ogljika zgori v njem (se odtegne krvi v pljučih)?

b) Koliko kisika mora v to svrhu vdihati? (Prim. nlg. 18.!)

20. Ako izdiha učenec vsako uro po 38 g ogljikovega dvokisa,

a) koliko ga izdiha 50 učencev v 3 urah?

b) Koliko ga je na litre? (Prim. nlg. 17. b!)

XVI. O učilih.

1. Za uspešen pouk v prirodoslovju so dobra učila neobhodno potrebna; pouk brez učil je brezploden. Ker mora vsak učitelj poznati svojstva „dobrih“ učil, se hočemo v naslednjem baviti tudi z njimi.

Z ozirom na učila merijo najnovejše zahteve na to, naj bi se za poizkuševanje rabili naravni, iz vsakdanjega življenja vzeti stroji, orodja i. t. d. „Vprašaj vendar prirodo samo, če je sploh mogoče, ne pa nje spačen posnetek, umetni aparat!“¹

Ako hočeš ustreči tej zahtevi, morajo učenci obiskovati pod učiteljevim vodstvom tvornice in obrtne delavnice. Šolarski zleti in potovanja v prospeh domovinoznanstva nudijo mnogokrat priliko, opazovati tudi prirodoslovne predmete; ali pa — ti naravni predmeti se morajo v svrhu nazorovanja spraviti v šolo.

Ako vodiš učence po delavnicah in tvornicah, glej, da ne bo prazno pohajkovanje, temveč da obračajo vso

¹ F. Ellemann, l. c.

pozornost na nove predmete ter se vračajo domov bogatejši na znanju.

V eni tvornici ne najdeš vsega, česar potrebuješ za pouk; s hojo v oddaljene tvornice se izgubi mnogo časa; mnogo je šol, ki sploh nimajo v bližini delavnic, da bi jih vredno bilo ogledati.

V šolo spraviti je mogoče nekaj orodja, n. pr. sekiro, kladvo, dleto, večjo tehtnico od trgovca i. dr. A ni mogoče, v šolo vlačiti pluga ali plužnice, mlina na veter, žrdi, sesalke iz vodnjaka i. dr.

Torej ostane znatno število učil, ki jih moramo prinesiti v šolo v ponarejeni obliki, n. pr. brzozjav, elektromotor i. dr.

O učilih za ljudske in meščanske šole pravi naredba ministrstva za bogočastje in nauk z dne 15. januarja l. 1876.¹ naslednje

„Poizkusi v prirodoslovnem pouku se imajo na ljudskih in meščanskih šolah zvrševati le z najprostejšimi pripomočki in učenci naj se vedno opozarjajo na najvažnejše fizikalne in kemijske izpremembe vsakdanjega življenja kakor tudi na prikazni v naravi, tako da je za plodonosni pouk v prirodoslovju v mejah ljudskim in meščanskim šolam določenega učnega smotra potrebnih le prav malo priprav. Obseg fizikalno-kemijskih učil bo različen za različne vrste šol. O tem bodo v posameznih slučajih imele odločevati na podlagi učnih načrtov okrajne in deželne šolske oblasti.“

Za osemrazredne obče ljudske in za meščanske šole, katerih učni načrti so se določili z ministrsko naredbo z dne 28. majnika leta 1874, št. 6549, zadostujejo naslednji aparati in potrebščine²

„I. Aparati: Trgovska tehtnica s hidrostatiško skodelico in votlo kocko, kateri se natanko prilega masivna kocka; vrsta gramskih uteži; toplomer (po Réaumurju in Celziju); vzvod (navor) na stojalu, škripci, koloturnik, kolo na vretenu, vitel; nihala z dolžinami 1, 4,

¹ Po tej naredbi zanjeprej ni več treba, da bi bili fizikalno-kemijski aparati vobče odobreni od naučnega ministrstva z ozirom na njih uporabnost v ljudskih in meščanskih šolah.

² Z naredbo z dne 15. julija 1907, šte. 2368 je izdalo naučno ministrstvo nove normalne načrte za meščanske šole. Seznamek pri prirodoslovnem pouku potrebnih aparatov in potrebščin pa se s to naredbo ni izpremenil. (Uredništvo.)

9, 16 na stojalu; občujoče posode; priprava za vzgon; lasovite cevi; gostomer (areometer) za redkejšje in gostejše tekočine s steklenim cilindrom; tlakomer; natega; vzorci sesalke, stiskalke, Heronove buče, brizglje in hidravliškega tiskala; glasbene vilice, piščal ustnična in z jezikom; podkovast magnet, magnetna igla; kompas; steklena in ebonitna palica; električni kolovrat, Leidenska sklenica; elektroskop; galvanski lanci; priprava za galvanoplastiko; vzorec brzojava; vzbočeno zrcalo; izbočena in razmetna leča; steklena prizma; stereoskop z zbirko poučnih slik; temnica (camera obscura), vzorec daljnogleda.¹

II. Potrebščine: Orodje; špiritka (lampa) s cevjo za stenj pločevinast cilinder z Davyjevim žičnim sitom; trinožnik (železni); mizno stojalo; strgalna skledica; izparilnica (skledica za izparivanje); retortno držalo; eprobetke s stojalom, brizgalna sklenica, lambiki; steklenice; stekleni lij; steklene cevi; retorte; predčepina (Vorlage); stekleni cilindri; Woulffova sklenica, tanke steklene palice, kavčukove cevi.

„Aparati, ki se kupujejo, naj bodo kar najpreprostejši. Tako se bodo dale važne didaktične koristi združevati s trpežno sestavo in nizkimi cenami učil.“

Prirodoslovna učila se dele: a) na aparate (fiziikalne in kemijske), b) slike (stenske table), c) risbe na tabli, d) kemikalije.

Aparati so po izviru ali umetni, nalašč narejeni v¹ gotove učne svrhe, ali pa slučajni, kakršni se ravno nahajajo v šoli, v gospodinjstvu in gospodarstvu.

Pri izdelovanju „slučajnih“ priprav niso merodajni poučni oziri, temveč le praktični; zato tudi poizkuševanje z njimi ne bo vselej niti najlažje, niti učinek najtočnejši; kljub temu so posebne važnosti. Kajti marsikatera slabo preskrbljena šola ima na razpolago kvečjemu le nekaj slučajnih priprav, a tudi šole v boljšem položaju se jih bodo primerno posluževale kot dotikališč pri prehodu k novi učni tvarini ter da vzbujajo učencem zanimanje za vsakdanje stvari, ki jih sicer po navadi prezirajo. Zgodovina prirodoslovja nas uči, da so se zvršile važne iznajdbe

¹ Za sedanje razmere je ta zbirka zastarela in bi se morala izpopolniti n. pr. s telefonom, mikrofonom, brezžičnim brzjavom i. dr.

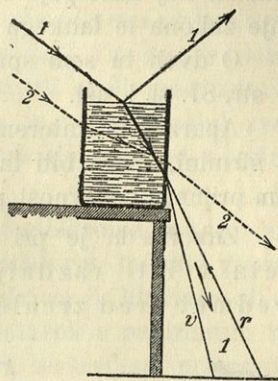
z najnavadnejšimi predmeti vsakdanjega življenja. N. pr. Arhimed se je pri kopanju zasledil učinek vode, iz katerega je izvedel zakone o vzgonu, plavanju in specifični teži. Galilēi pa je v stolni cerkvi v Pizi, opazujoč nihanje dveh lestencev, našel povod, da se je začel pečati z nihali ter dognal njih bistvene zakone.

Naj torej tudi učitelj skuša dokazati svojo spretnost s tem, da z najpreprostejšimi sredstvi dosega velike učne uspehe.

V naslednjem naštejemo nekaj vsakdanjih pripomočkov za prirodoslovni pouk.

Na ravnilih in palicah se pojasnuje bitnost težišča, eno- in dvoramni vzvod. — Na ravnilih, deščicah, žlebih opazujemo pad trdnih in tekočih teles na poševnih ravninah, strminah, h katerim pripadajo tudi strme ceste, strehe, struge rek in potokov. Za grezilo (olovnica) in nihalo je treba jako preprostih sredstev. — Raztezanje teles po toploti kažeš z denarjem in primerno zanjko iz žice, z žarečim železom, ki obtiči v likalu, s sklenico, v kateri trdo tiči steklena zatika, z zvrhoma polno kuhinjsko posodo. — Izparivanje opazuješ na mokrih predmetih (perilu, mokri cesti), na vodi v plitvih posodah, na vinskem cvetu, etru in pivnem papirju: na tem-le tudi sprijemnost, luknjičavost in lasovitost. — Za prve električne poizkuse nam služijo cilindri od petrolejk, palice pečatnega voska, radirka s suhim listom papirja, kosci svilene in volnene robe. — Kropilnice, vodovodi, vodometi so občujoče posode. — Slamne bilke kot natege. — Z vžigalicami se pokaže pretvorba mehanskega dela v toploto, na njih se opazujejo prikazni gorjenja. — S stekleno čašo in vodo lahko predočuješ sprijemnost in zveznost, kapljivost tekočin, tvorbo rose, telesnost zraka in potapljalni zvon, prožnost in napetost zraka, ravnotežno lež mirujočih tekočin, plavanje; učinkovanje sredobežnosti, proizvajanje zvoka; odboj, lom in sestavo svetlobe (sl. 11.); na

trebušnatih čašah učinkovanje leče zbiralke (povečalo, gl. sl. 2., str. 47.), na čašah z vbočnim dnom lečo razmetnico itd. — Za kemijski pouk se nahajajo v vsaki hiši različne prvine, osobito kovine (železo, baker, srebro, zlato, kovan denar, nikelj, orodje), žveplo in fosfor na vžigalicah, razne soli (kuhinjska sol, pepeljika, soda), lug, kisline (octova, citronina), vinski cvet, petrolej, tolšča, olje, milo; razne potrebščine za enostavne poizkuse (o gorjenju, o svojstvih plamena, o proizvodanju dušika iz zraka i. dr.).



Slika 11.

2. O fizikalnih in kemijskih aparatih.

Po smotru, kateremu služijo, se dadó aparati razvrstiti na dve skupini; v prvo spadajo aparati, na katerih si s pomočjo opazovanja pridobivamo gradiva za izvajanje temeljnih prirodnih zakonov (induktivna metoda), v drugo pa modeli in stroji, katerih osnovo in učinkovanje razjasnujemo s pomočjo zakonov (uporaba — deduktivna metoda).

Aparati prve skupine so n. pr.: Vzvod, škripec, leča, magnetna igla, elektromagnet, napeta struna, retorta s predčepino i. dr.

Tem odgovarjajo od druge skupine tehtnica, kolo-turnik, daljno- in drobnogled, kompas, brzojav, godalo na lok, priprava za prekapanje (destilacijo) i. dr.

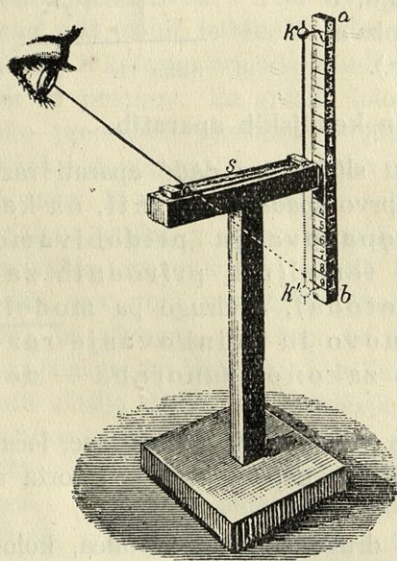
Vsi aparati, s katerimi se nazorno podpira prirodoslovni pouk, morajo ugajati, če naj zadostujejo določeni jim svrhi, različnim zahtevam, na katere naj jemlje ozir mehanik pri izdelovanju, učitelj pa pri nakupovanju. Najvažnejše so:

1. Aparati prve skupine naj omogočajo izvajati zakon na najelementarnejši način, t. j. prikazni naj nastopajo tako nazorno, da je treba za izvajanje zakona le lahkega in kratkega sklepanja.

O dveh tu sem spadajočih primerih smo že govorili na str. 87. sl. i. nsl.

Aparat, na katerem raziskujemo zakon o ravnotežju na strmini, mora biti tako izdelan, da se z njega v vsakem primeru naravnost posname dolžina, višina in osnova.

Zakon, da je pri ravnem zrcalu slika predmeta v isti razdalji za zrcalom, v kateri je predmet pred zrcalom, se da dognati brez geometrijskih pripomočkov s prav



Slika 12.

enostavnim poizkusom. Priprave zanj si lahko sestaviš po sliki 12., če imaš košček podolgovatega zrcala. *K* je premakljiv predmet. Glej z levim očesom na sliko *k'* tega predmeta v ozkem zrcalu *s*, z desnim pa mimo zrcala na merilo *ab*, ki stoji navpično proti zrcalu ter je razdeljeno na cm! Na merilu bereš naravnost resnico imenovanega zakona, ne da bi bilo treba najmanjšega sklepanja.

Dokaz temu zakonu se v najnovejših učnih knjigah¹ izvaja še bolj enostavno. Položi merilo

¹ Gl. Dr. K. Rosenberg, Experimentierbuch. II. 1899. — K. Kraus, Grundriß der Naturlehre für Lehrer- u. Lehrerinnenbildungsanstalten III.!

ab (metrsko palico) vodoravno na mizo, namesto zrcala *s* postavi navadno stekleno šipo navpik, namesto predmeta *K* pa gorečo svečico ali sploh kak mali predmet i. t. d.!

2. Od aparatov druge skupine zahtevamo, naj se dadó lahko razstavljati in sestavljati. Bistveni deli naj se dajo predočevati sami zase, istotako njih učinkovanje v posameznem in v medsebojni zvezi. Na ta način dobi učenec najnatančnejši vpogled v sestavo aparata ali stroja.

Ako na pr. najprej pritrdimo elektromagnet, ko smo razkazali njegovo svojstvo, na podstavek in nato zaporedoma dostavimo: 1. vzvod, 2. kotvico, 3. kladivce ali pisalni klinček, 4. zvonček (ali nastavek s papirnatim trakom) in nazadnje vprežemo tako sestavljeno pripravo v galvanski lanec ter pustimo, da vsi deli skupno učinkujejo, tedaj smo gotovo na ta način izvrstno ustregli načelu nazornosti.

Za šolsko rabo se izdelujejo dandanes vzorci daljnogledov in drobnogledov, pri katerih leče ne tiče v ceveh, temveč so vidno pritrjene na deščici. Takšni modeli so jako poučni, a bili bi še bolj, ko bi bila vsaj ena izmed leč, n. pr. priočnica (okular) premična. Tedaj bi se skozi daljnogled jasno videli predmeti v poljubni daljavi, dočim kažejo modeli z nepremičnimi lečami le na ozko omejeno daljavo.

Slično se lahko postopa s steklenim vzorcem sesaljke. Vzemi pred poukom bat in spodnjo zaklopko iz škornjice in zamaši luknjo (predor) v batu! V začetku pouka ponovi najprej, kar je znanega o zračnem tlaku in morebiti o brizglji, nategi i. dr.! Nato porini bat na dno škornjice in postavi cev v navpični leži s sesalnim koncem v posodo vode! Potegaš-li bat kvišku, vzdigaš obenem vodo v cevi (zakaj?); ko pa porivaš bat navzdol, začne voda takoj padati v cevi. Sedaj nam je do tega, da vzdignjene vode ne pustimo več nazaj. (Kako? — Pri-

lika za spekulacijo). — Vloži torej spodnjo zaklopko ter zopet vzdigni vode! Kar je je šinilo v škornjico, ne more več nazaj, pa tudi ne naprej (ako je bat za vodo neprodušen). Ako pa sedaj izmakneš batu zamašek ter ga potisneš na dno, lahko šine voda skoz bat in nad-nj. Voda, ki je vdrla skoz bat, tudi ne more več nazaj, ker se batova zaklopka pravočasno zamaši itd.

Iz tega lahko spoznamo, da je razstavljalnost aparatov važna ne le iz metodičnih, temveč tudi iz gmotnih ozirov. Ako imamo namreč vzorec brzjava in daljnogleda, ki se dasta razstaviti, nam ni treba kupovati posebe elektromagneta in posameznih leč.

Od vseh aparatov zahtevamo:

3. da ne odpovedujejo ter ne učinkujejo napačno.

Med nezanesljive priprave spadajo toplomeri z napačno lestvico, ki v talečem se ledu ne kažejo na ničlo.

Vzvod, sestojč iz palice (merila) in trirobate prizme za podlago ni kaj prida za rabo, ker je v padljivem (labilnem) položaju.

Elektroskopi v steklenih posodah, katere ne izolirajo popolnoma, ne drže elektrike. — Elektroskop dvolistkar kaže napačno, ako si ga premočno influenciral; kajti tedaj se vtegne vsuti nekaj elektrike z listkov na notranjo steno sklenice, tako da potem kaže elektroskop ravno nasprotno kakor bi moral.

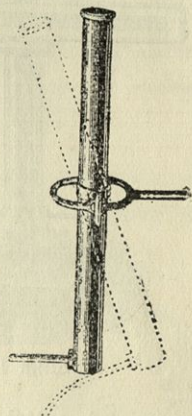
Poizkus se lahko izjalovi, ako priprava ni dovolj občutljiva. Tako je pri enostavnih strojih lahko trenje krivo, da se ne ujemajo iz poizkusov izvedena računska razmerja.

Da tekočine tlačijo tudi na steno posode, se je dokazovalo s posodo, visečo na daljši vrvi in s stransko luknjico blizu dna. Ta priprava je bila neobčutljiva, ker je bila teža posode prevelika v razmerju z majhno silo, izvirajočo iz stranskega tlaka na stran iztekajoče

vode. Zanesljiv učinek se doseže, ako se postavi široki cevi podobna posoda na os, ki gre skoz napolnjeno posodo prav blizu nad njenim težiščem (sl. 13.), prav tako kakor pri gredeljnici občutljive tehtnice.

Prav občutljivo takšno pripravo si lahko sestaviš tudi takole: Stakni majhen lij in pravokotno upognjeno stekleno cev s kavčukovo cevjo, vsaj kakih 20 cm dolgo! Lij ukleni v držalo pa vlij vode vanj i. t. n.!

4. Aparati morajo biti primerne velikosti, posamezni deli pa v ugodni medsebojni leži. To se mora zahtevati, ker je treba skupno poučevati ves mnogoštevilni razred. Aparati naj bi bili, kadarkoli ni stvarne zapreke v učni snovi sami, tolike velikosti, da jih lahko vidijo učenci, ki imajo zdrave oči, v prostorni šolski sobi še izza zadnjih klopi. Iz tega vzroka je važna tudi medsebojna leža posameznih delov in pa ozadje celega aparata. Glavna reč je, da ne stoje deli (n. pr. pri električnem brzjavu) pretesno drug ob drugem, temveč naj se razvrščajo tako, da je njih vrsta pravokotna k smeri, iz katere gledajo učenci. Torej drug zraven drugega ali drug nad drugim, ne pa drug za drugim. V isti navpični meri naj bi se vršilo tudi vse vrtenje na aparatih.



Slika 13.

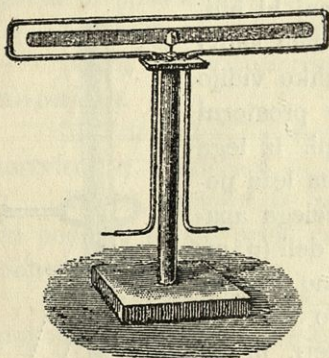
Toplomeri za šolsko rabo naj bi imeli široko nit živega srebra in dolge stopinje na lestvici.

Pri lečah za svetlobne poizkuse naj bi meril premer 5 do 10 cm.

Stekleni modeli sesaljk so jako poučni zaradi njih prozornosti; toda šele v novejšem času se izdelujejo v primerni velikosti ter se njih zaklopnice po temni barvi lahko razločujejo v daljavo.

V aparatnih zbirkah za nižje šole se nahajajo magnetnice odklonjenice, ki ne ugajajo ne po leži ne po velikosti. Ako sedi igla na kratki osti sredi vodoravne deščice, kakor n. pr. pri modelu za kompas in za galvanski odklon, je to za učenca prav neznameniten predmet na poizkuševalni mizi; celo na ped dolgi osti se jedva razločuje igla od ozadja, ker je z ozkim robom obrnjena proti učencem.

Da se gibanje lahko zasleduje, mora biti igla kakih 15 do 20 cm dolga, vsaj 1 cm široka ter s svojo čepico tako nastavljena na ost navpičnega stebriča, da kaže gledalcu svojo široko plat. (Sl. 14.). Na stebriču se da pritr-



Slika 14.

diti okvir iz bakrene žice ali namesto nje plošča z vetrenico. S to pripravo lahko kažeš 1. nekatere temeljne prikazni o magnetih, 2. sestavo kompasa, 3. odklon magnetnice po galvanskem toku (Amperov zakon) in 4. bistvo galvanoskopa.

Za poizkuse o odboju in privlaki magnetnih konic je jako pripravna igla naklonenica, ker se vrti v navpični ravni krog vodoravne osi. — Gal-

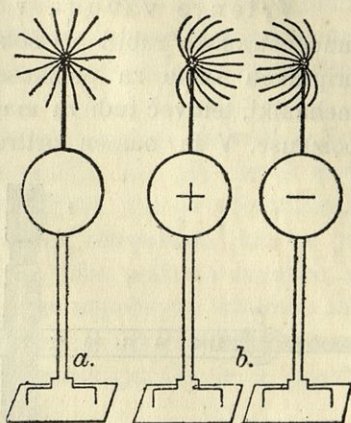
vanski odklon se iz daljave najlažje opazuje na navpičnem galvanometru (Vertikal-Galvometer), katerega magnetnica ima ležo kakor gredeljnica pri tehtnici, sicer vodoravno leži, pa nosi dolg kazalec, ki se vrti v navpični ravnini. — Pri teh galvanometrih se navadno lahko vidi, kako so navite žice, torej v katero smer teče električni tok.

Za prve električne poizkuse v šolskem pouku z mnogimi učenci služita izvrstno po dve izolirani medenasti ali dve s kositrovino prevlečeni stekleni krogli¹ z

¹ ki pa znotraj ne smeta biti amalgamirani; tedaj leskeče vrtnke krogle niso za rabo.

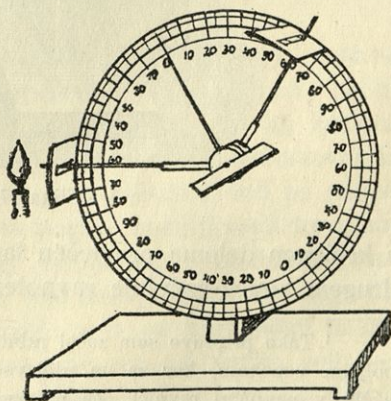
nastavljenim papirnatim šopkom (sl. 15 *a* in *b*), na katerih lahko izvedeš spomočjo dobre steklenke in ebonitke vse temeljne zakone o statički elektriki, na pripravi *b* še električno razdelitev (influenco), z eno samo kroglo pa tudi pokažeš smer elektriških silnic (Kraftlinien) (sl. 15 *a*), ki so popolnoma analogne zemeljskim težiščnicam.

Za poizkuse o odboju svetlobe izvrstno služi navpik stoječa plošča iz lesa, lepenke ali pločevine (sl. 16.), na kateri je narisan razdeljen krog. V središču kroga je na vrtljivi vodoravni osi pritrjeno majhno



Slika 15.

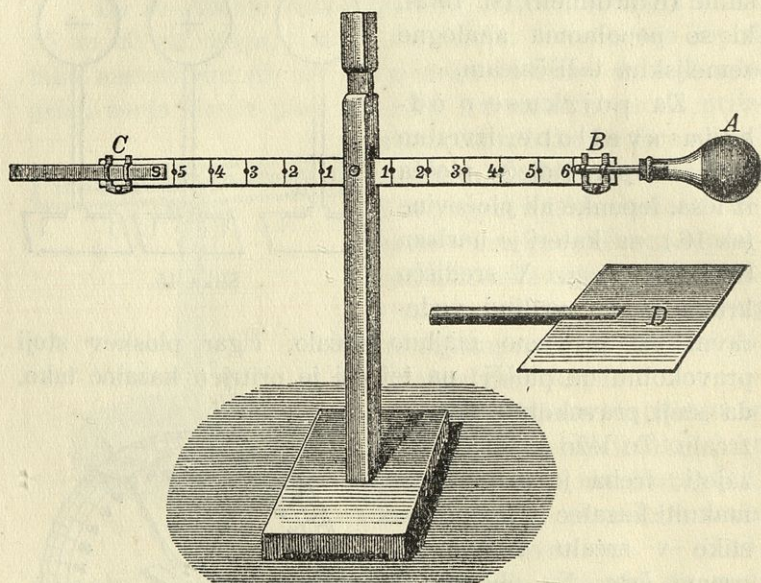
zrcalo, čigar ploskev stoji pravokotno na plošči; na tej osi je pritrjen kazalec tako, da stoji pravokotno na zrcalu. To ležjo je lahko zajeti; treba je le premakniti kazalec in njega sliko v zrcalu v eno premo črto. Na obodu kroga sta premakljivo pritrjeni dve palčici, ki se opirata na os; z eno vidno označujemo smer vpadajočih, z eno pa smer odbitih žarkov. Kazalec je vpadnica; na pripravi se torej lahko meri vpadni in odbojni kot. Stransko svetlobo, ki vtegne motiti, prestrižeš s senč-



Slika 16.

niki, ki imajo v sredini primerno zarezo ter so pritrjeni ob koncu palčic.¹

Vrtenje vzvoda v navpični ravnici se da mnogostransko rabiti pri šolskem pouku; kajti vzvod ni pripraven samo za poizkuse o ravnotežju in tehtanju v mehaniki, temveč tudi za magnetske, elektriške in toplotne poizkuse. V ta namen pritrdimo na enem koncu vzvoda



Slika 17.

s kositrom deloma prevlečen lambik A (sl. 17.), ki mu ob drugem koncu vzdržuje ravnotežje magnetna palica C. —

¹ Tako pripravo sem začel rabiti že pred 25 leti in sicer z najboljšim uspehom, ker se na njej vse gibanje vrši na lahko viden način v navpični ravnici. Za poizkuse o odboju zadostuje gorenji polkrog, spodnji pa služi za poizkuse o lomu svetlobe, če se sname zrcalo in postavi posoda od priprave sl. 10 a str. 88. v primerni višini. — Hartlova optiška plošča je osnovana po istem načelu a vsestransko izpopolnjena ter tudi precej draga.

Ako nadomestiš enega teh predmetov z vodoravno ploščico D ter postaviš pod njo za trenutek gorečo špiritko (tudi goreča sveča zadostuje), se vzdigne vzvodova rama s ploščo vred. Poizkus kaže, da deluje na ploščo od spodej neka sila, to je vdar segretega dvigajočega se zraka. (Po-
stanek vetra).

5. Nadalje bodijo aparati ročni za rabo. Neročni so n. pr. stekleni modeli sesaljk, ako jih moraš med poizkuševanjem držati z roko. Treba jim je pripravnega stojala. — Neročen je Brewsterjev stereoskop, ker se ne prilega vsakemu očesu in ker se slika poriva v temnico, v katero je treba s posebnim zrcalom napeljavati svetlobo od zunaj, da se slika vidi. Oba ta nedostatka sta odstranjena pri amerikanskem odprtem stereoskopu, ki je v prosti izpeljavi sedaj cenejši od prvega.

6. Aparati bodijo preprosto izdelani ter prikladni učni stopnji. Krasno izdelani bleščeči aparati lahko neugodno uplivajo na pozornost učencev ter so povrh dosti dražji. Nižjim šolam najbolj ugajajo enostavni aparati, ki jim pa navzlic enostavnosti ni treba biti brezokusnim.

Metodiškim zahtevam bi se kaj dobro ustreglo, ko bi bili aparati prilagoden učni stopnji. Na nižji stopnji, recimo v tretjem ali četrtem šolskem letu, bi n. pr. ugajala tehtnica najenostavnejše oblike, v višjih razredih in v meščanski šoli pa popolnejše izdelana, da bi kazala pogoje občutljivosti ter omogočila natančnejše tehtanje.¹ Istotako je z modelom brzojava. Na aparatu naj bi ne bilo več podrobnosti, nego jih je mogoče učencem razjasniti, zato pa tudi eden in isti aparat ni za vsako učno stopnjo, ne za vsako šolo. — To zahtevo bodo le izpolnile šole, ki so gmotno dobro založene.

¹ Še boljše bi seveda bilo, da ima šola dvojce tehtnic, eno za „občutljivost“, eno pa za „natančno tehtanje“.

7. Nazadnje morajo aparati biti iz prikladnega gradiva in trpežno sestavljeni. Malomarni izdelki povzročajo šoli gmotno škodo ter kaj lahko ovirajo uspešni pouk. Pri izbiranju materiala je mero-dajna zahtevana dovršenost aparata, potreba šole in ko-liko je na razpolago denarnih sredstev. Za stojala, držala, sploh za lesene priprave je boljši trd les i. t. d.

8. Svojstva dobre slike (stenske table). Slike bodijo: 1. primerne velikosti, da se še izza zadnjih šol-skih klopi dobro vidijo; 2. preprosto in pregledno iz-vedene; 3. naj kolikor mogoče natanko predočujejo obliko prvotne priprave (originala). 4. Različen material bodi naslikan v različnih, a ne v prekrivajočih barvah, n. pr. les rjavo, medenina rumeno, železo modro i. t. n. 5. Na enem listu ali tabli naj bo naslikan le en predmet; dva ali več le tedaj, kadar so si po načelu in smotru sorodni.

3. O shranjevanju aparatov.

Aparati niso zato, da leže zaprašeni v omari, za pečjo ali v kakem kotu, temveč da se rabijo. Kdor pa hoče, da mu fizikalno - kemijska zbirka dobro služi, ji mora tudi posvečati posebno skrb in sicer glede na shranjevanje in na snažnost.

Za shrambo je treba posebnih dosti prostornih omar, ki se dado tesno zapirati, da ne more prah do aparatov. Omara naj stoji na suhem prostoru, ki ni podvržen pre-velikim izpremembam toplote. Polagaj pa aparate v omaro v določenem redu, da veš vsak čas, kje jih najdeš! Kadar jih rabiš pri pouku, osnaži jih poprej prahu, posebno čista bodi vsa steklenina! Snažnost je odgojevalnega pomena za učence. Pri tem poslu ti z veseljem pomagajo učenci.

Aparate, ki si jih rabil pri pouku in jih imaš shra-niti, osnaži ali daj osnažiti, mokre daj suho otreči, vso stekleno posodo pa čisto obrisati, preden jih deneš v shrambo! Kalna steklovina se snaži s koprivami, jajčjimi

lupinami, v kemijskih laboratorjih pa najhitreje z razredčeno solno kislino; če je mastna, pa z milom, amomijakom ali špiritom.

Iz lasovitih (kapilarnih) cevi izženi po dovršenem poizkusu takoj vso tekočino, sicer se v cevi vsuši ter jo skali od znotraj; takih cevi ni lahko sčistiti. Steklene leče imej dobro ovite v mehek papir ali v irhovino, najboljše v škatljici!

Steklena posoda, ki je razjedena po močnih kislinah ali lužninah, n. pr. posode galvanskih lancev ne postane več čista. Ne razlivaj hlapečih tekočin, n. pr. solne, solitrne, hlapeče žveplene kisline, kajti njih hlapi so škodljivi zdravju ter razjedajo železo in medenino! Zato naj se take tekočine ne shranjujejo v šolski sobi, ne v bližini kovinastih aparatov, temveč v stranskem prostoru z dobrim preprihom. Zelo nevarno je dihati klorov plin.

Cinkove plošče ne puščaj v napolnjenem galvanskem lancu delj časa, nego ga rabiš, sicer ti jo tekočina po nepotrebnem razje, izjema je le pri Leclanchejevem galvanskem lancu.

Prevodne bakrene žice morajo biti, kakor znano, na koncih kovinsko čiste; zato jih pred poizkusom oteri s pilo, z nožem, najhitreje s smirkom. Če so se med poizkusom zmočili konci žic, obriši jih precej po končanem poizkusu, da se ne dela na njih strupeni zeleni volk! — Kemikalijam, naj so v steklenicah ali ne, daj točne napise, da se varuješ pomote!

4. Zbirke fizikalnih in kemijskih aparatov.

Izmed mnogovrstnih zbirk za ljudske in meščanske šole imenujmo nastopne:

I. Dr. Houdek & Hervert,¹ mehanik v Pragi, VII. Belvedere. I. 25 kosov K 20—, II. 40 kosov K 40—, III. 50 kosov K 60—, IV. 60 kosov K 120—, V. 80 kosov K 160—, VI. 100 kosov K 180—.

¹ Ta tvrdka je založila l. 1890. „Prvi slovenski popis fizikalnih aparatov, ki jih izdeluje ona, iz peresa g. dra Tomaža Romiha v Krškem.

2. Dr. E. Netoliczka:

Fizikalna zbirka št. I. 21 kosov z zabojem vred K 21.—, II. 42 kosov z zabojem vred K 60.—, III. 45 kosov z zabojem vred K 100.—. Kemijska zbirka št. I. 30 kosov v zaboju K 24.—. II. 37 kosov v zaboju K 40.—. Fizikalno-kemijska zbirka 42 kosov v zaboju K 40.—. Dobivajo se pri A. Pichlerjevovi & sinu, zaloga učil na Dunaju V. Margaretenplatz in pri Kreidlu v Pragi, Husova ulica 7.

5. Stenske table za prirodoslovje.

Fr. Hromádka, I. serija, 12 stenskih tabel za fiziko v barvotisku z navodilom za učitelja od K. Nečáseka; Janský, Tabor, K 15.— II. serija, 6 tabel K 7'60.

Meinhold, Fizikalne stenske slike za višje razrede ljudskih šol, za srednje in meščanske šole. 20 slik v barvotisku z besedilom, Jansky, Tabor. Na usnjatem papirju K 21'60, posamezne K 1'20—3'12.

R. Menzel, Stenske table za fizikalni pouk; 32 tabel, K 24.— na platnu K 40'20, posamezne K 1'20—1'80, Dunaj, Pichler vdova & sin.

XVII. Prirodoslovno slovstvo za nižje šole.¹

1. Od naučnega ministrstva odobrene knjige:

A) Slovenske.

Senekovič Andrej, Osnovni nauki iz fizike in kemije za ljudske in meščanske šole. V treh stopnjah. V Ljubljani 1892—94. I. stopnja, 3. izdaja, 1911. K 1'20. II. stopnja, 2. izdaja, 1909. K 1'60. III stopnja, 1. izdaja, 1894. K 1'20. Založil Kleinmayr & Bamberg v Ljubljani.

Čebular Jakob, Fizika za nižje gimnazije, realke in za učiteljsišča. V Gorici, Hilarijanska tiskarna. 1882 K... 1. del 1882. 2. del 1883. Skupaj K 2'60.

Dr. Herle Vladimir, Kemija in mineralogija za IV. razred gimnazij in realnih gimnazij. V Ljubljani. Katoliška Bukvarna 1910. K 2'20.

Senekovič Andrej, Fizika za nižje razrede srednjih šol. III. natis. V Ljubljani, Kleinmayr & Bamberg, 1910. K 3'70.

¹ Precej slovstva je navedenega v besedilu pod črto.

Izmed čeških¹ knjig služi višji stopnji ljudske šole.

Jan Petrus, Přírodní vědy v obecné škole. Díl I. Fizika. Díl II. Lučba. Praha-Smichov 1906. V. Neubert K 1'60.

Za meščanske šole sta odobrena:

Hofmann-Leminger, Přírodopyt pro městánské školy chlapecké. I. stupeň, 1904. K 1'25. II. stupeň, 1906. K 1'10. III. stupeň, 1906 K 1'10. — Praga. I. R. Kober.

Jan D. Panyrek, Přírodopyt, to jest Silozpyt a Lučba. Prví stupeň. 1902. K 1'20. Druhý stupeň. 1903. K 1'50. Třetí stupeň. 1904. K 1'40. Praga. Společnost Unie.

V hrvatskih meščanskih šolah, v nižjih razredih gimnazij in realk, na učiteljišćih in v ženskem liceju v Zagrebu je uvedena knjiga:

Dr. Kučera Otón, Počela fizike na osnovu iskustva in pokusa Treće ispravljeno izdanje. Zagreb. 1907. Knjižara L. Hartmana. K 3.—

B) Nemške.

a) Za ljudske šole.

Arnhart L., Bauhofer W. und Hinterwaldner I. M., Physik, Chemie u. Mineralogie für österr. allgemeine Volksschulen. Wien, 1903. F. Tempsky. K 1'40.

Schindlers Naturlehre für Volksschulen. Unter Mitwirkung von Emil Gerischer bearbeitet von R. Neumann, 4. Aufl. Wien, 1907. F. Tempsky. K 1'30.

Steigl I., Dr. Kohl E. und Bichler K., Grundriß der Naturlehre für allgemeine Volksschulen. 4. Aufl. Wien, 1907. A. Pichlers Witwe & Sohn. K —'90.

b) Za meščanske šole.

Kraus K. und Deisinger Jos., Naturlehre für Bürgerschulen. I. St. 2 Aufl. 1908. K 1'20. — II. St. 1906. K 1'50. — III. St. 1906. K 1'50.

— — — Einteilige Ausgabe. 2. Aufl. 1907. K 2'80. Wien. A. Pichlers Witwe & Sohn.

Schindler-Neumann, Physik und Chemie für Bürgerschulen. 4. Aufl. Prag. F. Tempsky. K 2'20. (Einteilige Ausgabe. Nach physikalischen Individuen.)

Swoboda-Mayer, Naturlehre für Bürgerschulen. In drei konzentrischen Lehrstufen. Neu bearbeitet von I. M. Hinterwaldner und Dr. K. Rosenberg. Wien. Alfred Hölder.

I. St. 16. Aufl. 1905. K 1'20. — II. St. 11. Aufl. 1904. K 1'40. — III. St. 10. Aufl. 1906. K 1'40.

¹ Glej: Pedagoški Letopis z l. 1908, str. 34 i. nsl.!

2. Metodiški spisi:

A. Slovenski.

Hauptmann Franc, Fizika v nižjih šolah. Metodična razprava. Ponatisk iz Popotnika. 1884.

Lapajne Ivan, Praktična Metodika za učitelje in učiteljske pripravnike. V Ljubljani, 1882. Založil pisatelj. K 160.

(Ta knjiga se ozira na vse šolske predmete; prirodoslovje je obdelano le na 15 straneh.)

Lavtar Luka, Nekaj o načrtu za prirodoslovje na srednji stopnji (v 3., 4. in 5. šolskem letu). Ponatisk iz Učiteljskega Tovariša. 1885.

(Poleg splošne kritike o primernosti učne tvarine obsega spis tudi nje stvarno in metodiško obravnavanje.)

Maier Ant. Učne slike iz prirodoslovja za III., IV. in V. razred. V Ljubljani. Kleinmayr & Bamberg. 1904. K 250!

Mešiček Jos. Beležke iz fizike in kemije. Učencem slovenskih ljudskih šol v ponavljanje učne snovi iz prirodoslovja. Založil pisatelj, nadučitelj v Sevnici. 1911. K —40.

(Obsegajo v kratkih stavkih prirodoslovne resnice, ki bi si jih naj učenec prisvojil v večrazredni ljudski šoli ter so ljudskošolskim učiteljem dobrodošle.)

Pravi „zbornik učnih nastopov iz šolske prakse“ in izvrsten pripomoček učiteljem ljudskih in meščanskih šol, ki se pripravljajo za prirodoslovni pouk, je češka knjiga:

Josef Harapat, Silospyt a Lučba na všech stupních školy obecké a mešťanské. Sborník ukázek iz vyučovací praxe. Velke Meziříčí. Naklad. Alois Šašek, 1905. K 7—

B. Nemški.

Conrad P. Präparationen für den Physikunterricht in Volks- u. Mittelschulen. Mit Zugrundelegung von Individuen. I. Teil. Mechanik u. Akustik. 3. Aufl. 1907. K 432. II. Teil. Optik, Wärme, Magnetismus u. Elektrizität. 2. Aufl. 1907. K 432. — Dresden, Bleyl & Kämmerer.

Dr. Crüger Joh. Die Physik in der Volksschule. Ein Beitrag zur methodischen Gestaltung des ersten Unterrichtes in der Physik. 13. Aufl. Leipzig. 1888. Körner. K 240.

Hauptman Fr. Methodik des Unterrichtes in der Naturlehre. 3. umgearbeitete und vermehrte Aufl. Wien. 1909. A. Hölder. K 090.

(To je 8. zvezek zbornika „Lehrbuch der Speziellen Methodik für die österr. Lehrer- und Lehrerinnenbildungsanstalten“. Redigiert von Dr. Wilh. Zenz.)

Kraus Konrad. Methodik der Naturlehre. Anleitung zur Erteilung des Unterrichtes in Volks- u. Bürgerschulen u. Fortbildungsschulen. Wien. 1910. A. Pichlers Witwe & Sohn. K 3'00.

Löffler A. J. Der Unterricht in der Naturlehre an allgemeinen Volksschulen. Eine Sammlung von durchgeführten Themen. 3. Aufl. Wien, 1906. A. Pichters Witwe & Sohn. K 3'80.

Richter E. Die Naturkunde in der Volksschule. (Naturgeschichte, Physik, Chemie) mit zahlreichen Lehrproben und Lektionsentwürfen. Breslau. Goerlich. K 2'40.

Lipp Joh. Ausgeführte Präparationen für den Unterricht in der Naturlehre an niedrig organisierten (1—3klassigen) Volksschulen. Wien 1905. A. Pichters Witwe & Sohn. K 3'60.

Sattler A. Kleine Naturlehre u. Chemie mit Berücksichtigung der Mineralogie u. der Lehre vom Menschen. Für einfache Schulverhältnisse. Braunschweig. Viewegg. 1892. K —'60.

3. Poljudno znanstvene knjige.

A. Slovenske.

Schreiner H. Fizika ali nauk o prirodi s posebnim ozirom na potrebe kmetskega stanu.

I. knjiga. O toploti, magnetizmu in elektriki z ozirom na vremenske prikazni. 1889.

II. knjiga. O kemiji. 1891. Izdala Družba sv. Mohorja v Celovcu.

Štupar Fr. O prvinah in spojinah. Osnovni nauki iz kemije, rudninoznanstva in hriboznanstva. S posebnim ozirom na hranitbo pitomih rastlin. V Ljubljani. 1907. Učiteljska tiskarna K 1'50.

Šubic Ivan. Električna, nje proizvodnja in uporaba. V Ljubljani. Matica Slovenska. 1897—98.

Dr. Šubic Simon. Telegrafija. Zgodovina njena in današnji njen stan. Ponatisk iz Letopisa Matice Slovenske. V Ljubljani. 1875.

Žnidaršič I. Oko in Vid. Matica Slovenska. 1880.

Kučera Oton. Črte o magnetizmu in elektricitetu. Zagreb. 1897. Izšla kot XVI. knjiga poučne knjižnice „Matice Hrvatske“. K 2'80.

B. Nemške.

Dr. Blochmann R. Luft, Wasser, Licht u. Wärme. Neue Vorträge aus der Experimentalchemie. 2. Aufl. Leipzig. 1903. Teubner. K 1'50.

Faraday M. Naturgeschichte einer Kerze. Aus dem Englischen von Dr. Rich. Mayer. Dresden. 1905. A. Schulze. K 3.—.

Dr. Pfaunder R. Die Physik des täglichen Lebens. 2. Aufl. Stuttgart-Leipzig. 1905. Deutsche Verlagsanstalt. K 6.—.

Weiler W. Chemie fürs praktische Leben. Zum Selbstunterricht und Schulgebrauch an der Hand vieler einfacher Versuche. Ravensburg. 1907. O. Maier. K 8'40.

Tyndall John, Das Licht. Deutsch von Wiedemann. 2. Aufl. Braunschweig. 1895. Vieweg & Sohn. K 7'20.

— — — Die Wärme, betrachtet als Art der Bewegung. Deutsch von Helmholtz u. Wiedemann. 4. Aufl. Braunschweig. 1894. Vieweg & Sohn. K 14'40.

— — — Der Schall. Deutsch von Helmholtz u. Wiedemann. 3. Aufl. 1897. K 12.—.

— — — Das Wasser in seinen Formen als Wolken u. Flüsse, Eis u. Gletscher. Autorisierte Ausgabe. 2. Aufl. Leipzig. 1878. Brockhaus. K 4'80.

4. Navodi za poizkuševanje.

Kraus Konrad. Experimentierkunde. Anleitung zu physikalischen u. chemischen Versuchen in Volks- u. Bürgerschulen und Fortbildungsschulen. 2. vermehrte Aufl. Wien. 1910. A. Pichlers Witwe & Sohn. K 5'40.

Dr. Rosenberg K. Experimentierbuch für den Unterricht in der Naturlehre. In zwei Bänden. Zweite¹ vollkommen umgearbeitete u. bedeutend vermehrte Auflage. I. Band. 1908. K 7'80. II. Band. 1910. K 7'80. Wien u. Leipzig. A. Hölder.

Izvrstno delo. Prvi del ugaja potrebam ljudske in meščanske šole ter nižjim razredom srednjih šol, drugi del služi višji stopnji srednjih šol.

Weiler W. Physikalisches Experimentier- u. Lesebuch, mit vielen Freihandversuchen. Esslingen u. München. 1901. T. F. Schreiber. K 3'60.

Vales Alfons. Kemični poizkusi s preprostimi sredstvi. V Ljubljani. Slovenska Šolska Matica. 1910.

¹ Prva izdaja v treh zvezkih je pošla.



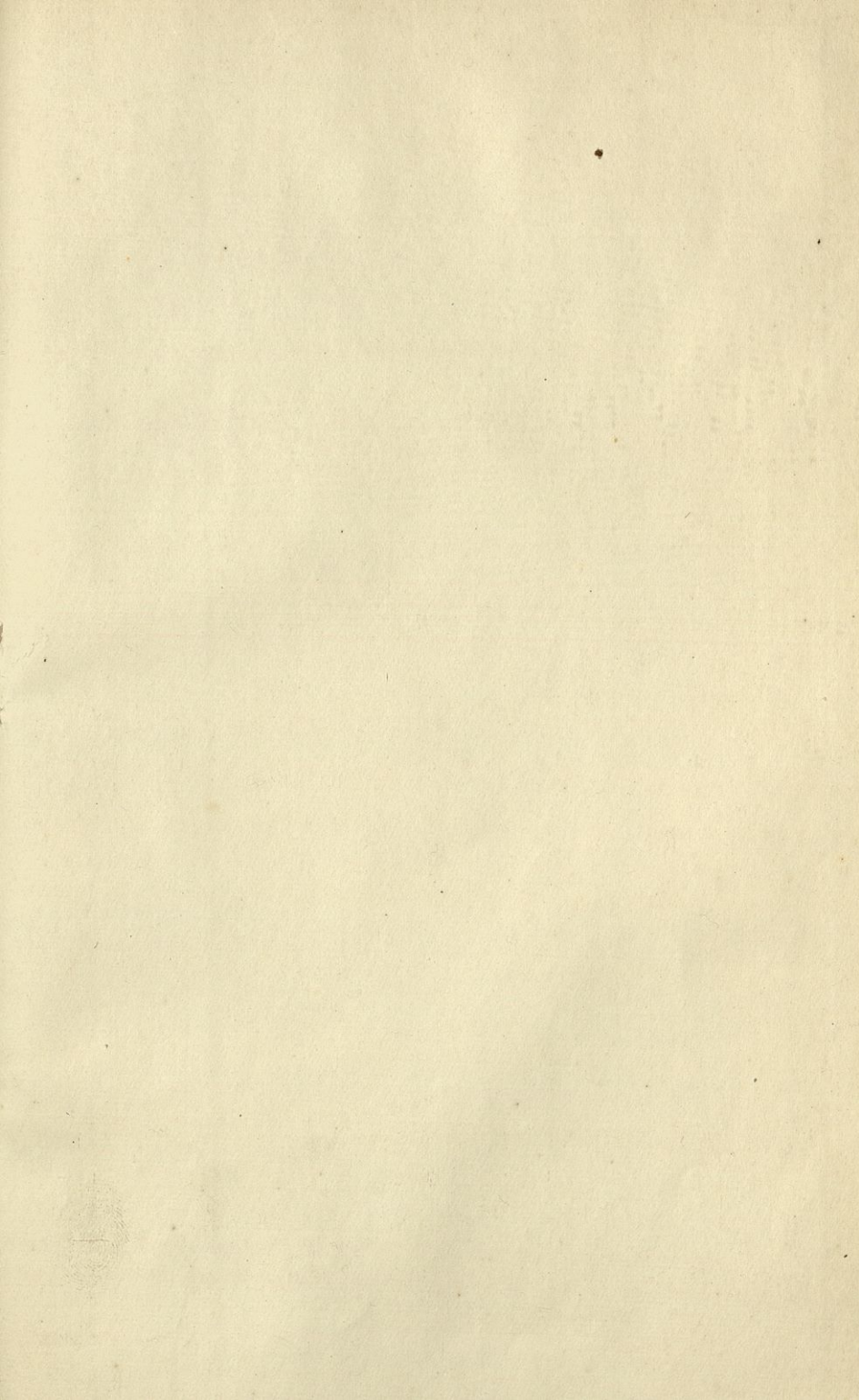
KAZALO.

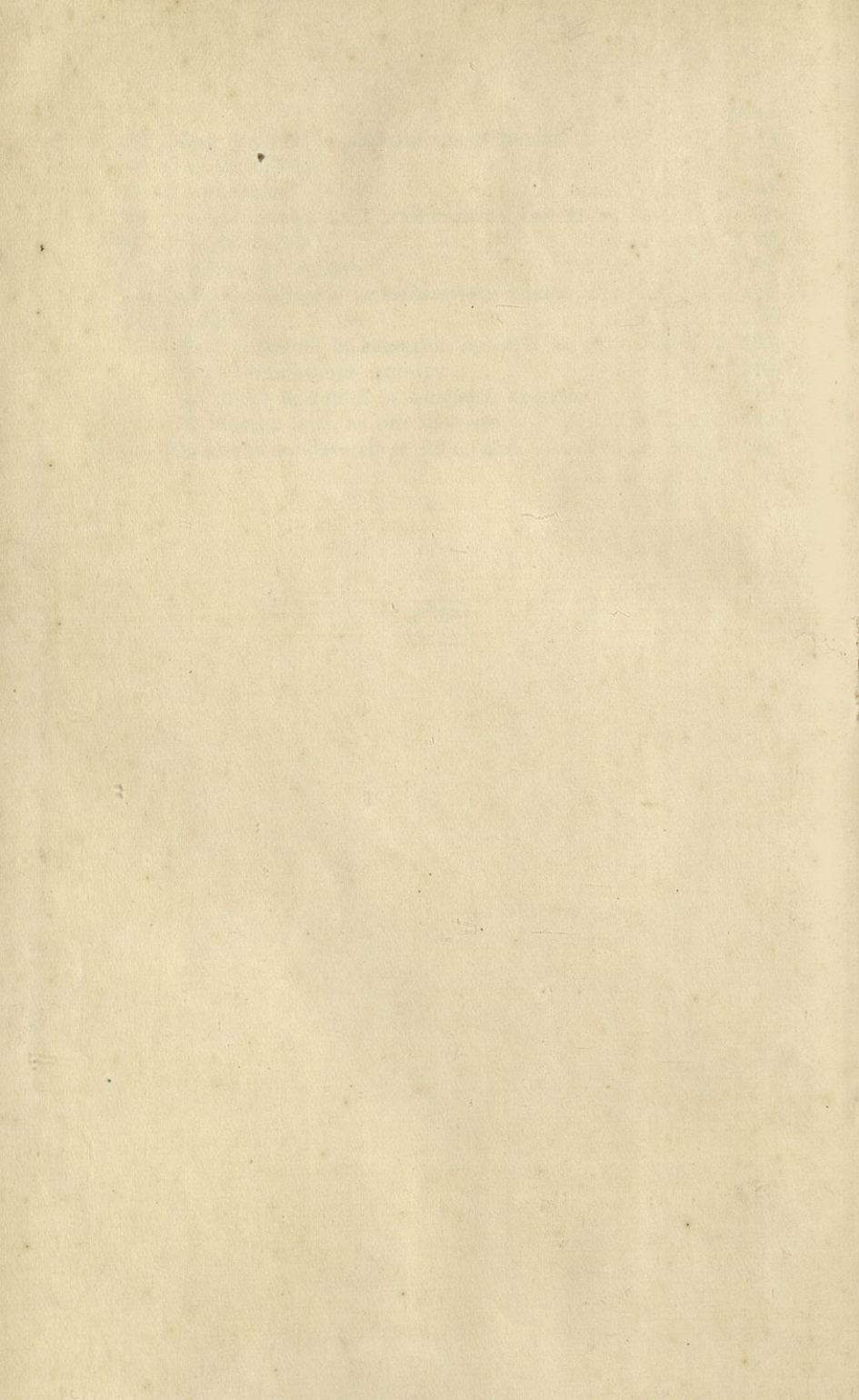


	Stran
I. Zgodovinski uvod	1
II. Smoter, svrha in vrednost prirodoslovnega pouka	5
III. O učni snovi	8
A. O izboru realne snovi	8
B. O razvrstitvi učne snovi	11
C. Učni načrti	15
IV. Razvrstitev tvarine z metodiškega stališča	17
V. Nazorni pouk in začetek prirodoslovnega pouka	18
VI. O učnem načinu	19
A. Obdelovanje prve skupine (po nazornem načinu) . .	20
B. Obdelovanje druge skupine (po induktivnem načinu)	22
1. Opazovanje prikazni	22
a) V prirodi	23
b) Na poizkusu	28
2. O izvršitvi poizkusa	31
3. O izvajanju zakonov	35
4. Načrt za induktivni način prirodoslovnega pouka .	43
C. Obdelovanje tretje skupine (po deduktivnem načinu). 1.	44
2. Načrt za deduktivni način prirodoslovnega pouka	49
D. O obdelovanju kemijske tvarine	50
E. Utemeljevanje prikazni	52
VII. Metodiška enota. 1.	56
2. Načrti za obravnavo metodiških enot	60
1. Kako določujemo težo teles	60
2. Kompas	61
3. Ogljikova kislina	62
4. Alkoholno vrenje	65
5. Toplomer	67
6. Tlakomer	70
VIII. Hevristična metoda. — Praktične vaje učencev	73

	Stran
IX. Učitelj v središču poizkuševalnega pouka	83
X. O učnih načelih	86
XI. O učni obliki	90
XII. O obravnavanju beril prirodoslovne vsebine	91
XIII. O gojitvi jezika	93
XIV. O risbah in zapiskih	96
XV. Računske naloge v prirodoslovnem pouku	102
XVI. O načelih. 1.	105
2. O fizikalnih in kemijskih aparatih	109
3. O shranjevanju aparatov	118
4. Zbirke fizikalnih in kemijskih aparatov	119
5. Stenske table za prirodoslovje	120
XVII. Prirodoslovno slovstvo za nižje šole	120







Narodna in univerzitetna
knjižnica

© NUK



00000445301

