

*O machinie Arytmetycznej połączonej z machiną do wyciągania pierwiastków; przez Abrahama Stern.*

( Ciąg dalszy )

( obacz str: 87 Tomu II. Odd. Mat. Fiz. Cw. Nau. )

Machina ta w kształcie równoległocianu podługowatego prostokątnego, w długości swojej pięcioma rzędami kołek jest przedzielona — pierwszy skrajny rząd górny równie iako i niżej po nim drugi składający się z 13 kołek osadzonych na osiach, kołka pierwszego skrajnego rzędu górnego, mające tarcze, na których wyryte są cyfry liczebne zwyczajne, z których iedna tylko liczba przez otwor jest widzialna. Ażeby tych kołek zastępuią miejsce iedności, dziesiątków, stów i t. d. rząd ten więc obéymuie bimiliiony — kołka zaś drugiego rzędu nie mają tarczy i służą tylko do Mechanizmu udzielającego ruchu kołkom skrajnym górnym liczbowym — obadwa te rzędy, nie odnieniaią swego w machinie miejsca. Za temi rzędami, po niżej, znajduią się dwa rzędy kołek, które podobnie mają tarcze liczbowe równie przez otwory widzialne, a w oddzielnéj osadzie w kształcie wózka są umieszczone —

Wozek ten ze swemi dwoma rzędami kołek, jest tak w machinie osadzony, że na ma-

łych kołkach czyli wałeczkach łatwo posuwać się może. —

Pierwszy w tym wózku rząd ma 7 kołek liczbowych, na których osiach jest tyleż korb składanych — prócz tych korb, znajduje się na średniéy korbie składanéy iedna ieszcze korba główna, którą wsadzać i odeymować można — drugi rząd po niżéy ma kołek 8; niżéy tego wózka, jest rząd skrajny dolny, składający się z 7<sup>miu</sup> kołek, tarczami liczbowemi przez otwory widzialnemi opatrzonych — ten rząd ma w maszynie swoje stałe i nie odmienne miejsce; oprócz tych rzędów kołek, znajdują się na wierzchu maszyny ieszcze dwa rzędy kołek, na których znaki Rzymskie liczebne wyryte przez otwory widać; jeden z tych rzędów ma swe miejsce powyżéy otworów liczbowych zwy- czaynych rzędu skrajnego dolnego — a drugi powyżéy rzędu skrajnego gór<sup>o</sup>niego. Sposób uży- wania maszyny w działaniach jest następujący:

Gdy które z 4<sup>ch</sup> Arytmetycznych działań ma bydź przedsięwzięte, tedy trzeba rękoięść w wózku przy drugim rzędzie na prawą znajdującą się posuwać w lewą: skutkiem te- go posunięcia jest, że na wózku z lewéy strony pokazuje się prze otwór słowo „Species „wszy- stkie otwory liczbowe rzędu drugiego w wóz-



ku są pokryte, a tém samém iuż machina do 4<sup>ch</sup> działań Arytmetycznych staie się usposobioną — Jeżeli gatunek działania ma bydź *dodawanie* lub *mnożenie*, tedy rękoięściami dwiema na końcach maszyny w prawéy i lewéy stronie urządzone, trzeba czynić posunięcie do góry: naówczas pokazują się na maszynie przez otwory słowa *additio*, *multiplicatio*, a przeto samo machina iest iuż do tych działań urządzoną — gdyby zaś gatunek rachunku był *odéymowanie* albo *dzielenie*, robi się posuwanie z góry na dół, tém iuż samém słowa *additio* i *multiplicatio* nikną, a na ich miejscu słowa *subtractio*, *divisio*, widzieć się daia, i machina przez to iuż iest usposobioną do rzeczonych działań.

W rachunkach *dodawania* lub *odéymowania* stawia się iedna do zagadnienia wchodząca liczba wiadoma w rzędzie kraynym górnym, a druga na pierwszym rzędzie korbowym w wózku: działanie odbywa się korbą główną w środku wózka osadzoną, ta daie ruch całej maszynie — Gdy ieden tylko obrot obwodowy uczyniony będzie, tedy hamulec na lewéy stronie wózka znaydujący się dalszy ruch maszyny hamuje, a na ten czas iuż szukana liczba nie wiadoma, iako wypadek działania na rzędzie skraynym górnym przez otwory okazuje się;

w *dobawaniu* znajduje się jeszcze i ta na maszynie dogodność, iż ponieważ w działaniu tego rodzaju wydarzają się przypadki, gdzie więcéj niż dwa rzędy liczb w rachunku połączyć trzeba, n. p. w Reiestrach i Tabellach, więc w takim razie, ustanawiają się na maszynie, pierwsze dwa zadane rzędy iak wyżej mówiono, a uczyniwszy raz obrot obwodowy korbą, maszyna hamuje się, dotyka się hamulec palcem, a maszyna staje się do obrotu zdolną; stawia się daléj na rząd korbowy w wózku trzeci zadany rząd, i znowu obraca się korbę raz i t. d. postępując, aż wszystkie zadane rzędy nie skończą się, na ten czas znajduje się na rzędzie skrajnym górnym summa ogólna wszystkich zadanych liczb — Zeby zaś przez dobawanie co raz innéj liczby nie wcisnęła się omyłka, co się szczególnie wydarzyć może, gdy działający przerywa robotę, to maszyna okazuje przez otwór na prawéj stronie maszyny będący eliczbę taką, ile zadanych rzędów już do działania wchodziło —

*Mnożenie* odbywa się tym sposobem — Jeden z czynników ustanawia się na rzędzie korbowym w wózku, a drugi na rzędzie skrajnym dolnym — na rzędzie zaś skrajnym górnym ile na iloczyn dopiero szukany przeznaczo-



ny, stawiają się zera — potym posuwa się wózek z prawéy ku lewéy stronie, rękoięcią na lewéy stronie wózka znajdującą się aż do końca maszyny, opuściwszy rękoięść wózek sam nazad powraca, i staje na miejscu z natury zagadnienia wypadającym — w tém miejscu zaczyna się obrot korbą główną — w ciągu obrotu wózek sam od! iednéy do drugiéy liczby ku prawéy stronie aż do końca maszyny nazad posuwa się, tamże działanie dopóty trwa, dopóki głos dzwonka nie ostrzega o ukończoném działaniu, ile że na ten czas szukany iloczyn narzędzie skrajnym górnym już znajduje się. Szczególną jeszcze machina ma w tym gatunku działania wyższość nad rachunkiem sposobem zwyczajnym, iż można, z kilku zadanych mnożeń otrzymać ogólny iloczyn, bez zrobienia działania *dodawania* to jest złączenia pojedynczo wyrachowanych iloczynów razem; albowiem w rachunku zwyczajnym w takim przypadku trzeba najprzód z każdych dwóch czynników, iloczyn z osobna wyrachować, a potym wszystkie pojedyncze iloczyny razem zbierać, i przez dodawanie iloczyn ogólny wyprowadzać — na maszynie zaś stawia się pierwsze zadanie i działa się dopóty dopóki iak mówiono głos dzwonka nie wskaze przestać a nie wchodząc iaki

iloczyn wypadł, stawia się drugie i trzecie zadanie i t. d. gdy po ostatnim działaniu, głos dzwonka da znak do przestania obrotu, już na ten czas iloczyn ogólny ze wszystkich zadań na skrajnym rzędzie górnym okazuje się. —

W *dzieleniu* tym postępuje się sposobem: liczba dzielna stawia się na skrajnym rzędzie górnym, a dzielnik na rzędzie korbowym w wózku, na rzędzie zaś skrajnym dolnym, ile na szukany iloraz przeznaczonym, stawiają się zera: wózek posuwa się ku lewéj stronie póty póki dzielnik nie stanie wprost pod liczbą dzielną mniey albo przynajmniej tyle ile dzielnik wynosząca; rozpoczyna się obrót korbą główną, i trwa dopóty dopóki liczba dzielna nie zrobi się mnieyszą niż dzielnik, na ten czas przyciska się palcem kłapa w wózku na prawéj stronie znajduiąca się, wózek przeto posuwa się sam ku prawéj stronie, i na miejscu potrzebném staie, gdzie dalsze działanie aż do końca roboty podobnym sposobem odbywa się a gdy dzielnik w wózku na swém pierwszym miejscu to jest na końcu maszyny z prawéj strony stojący liczbę dzielną przenosi, tedy działanie ma ustać, a na ówczas iloraz okazuje się na rzędzie skrajnym dolnym. Gdyby wypadł jaki ułomek tedy licznik znajduje się na

rzędzie skrajnym górnym, a mianownik narzędzie korbowym w wózku; jeżeliby zaś na rzędzie skrajnym górnym były same zera, iest to znakiem, że iloraz iest całkowity bez ułamku. —

Przystępuię teraz daléy do sposobu wyciągania pierwiastków. Chcąc z danéy liczby wyciągać pierwiastek kwadratowy, trzeba na przód rękoieść w wózku przy drugim rzędzie w prawéy stronie znajdującą się posuwać w prawą — to posuwanie skutkuje, że na wózku z lewéy strony słowo *Species* niknie, a na to miejsce słowo, *Radix* przez otwor występuje, otwory liczbowe drugiego rzędu wózka przeto odkrywaią się, a machina staie się usposobioną do wyciągania pierwiastków, potém rękoieściami dwiema na końcach maszyny znajdującemi się posunąć trzeba z góry na dół gdzie między napisami *Subtractio*, *Divisio*, także słowo *Extractio* na maszynie widzieć można; korba główna w środku wózka będąca zdéymuje się a korby mnieysze składane iéy miejsce w działaniu zastępuią — na rzędzie skrajnym górnym ustanawia się liczba wiadoma danego kwadratu, a na pierwszym i drugim rzędzie w wózku same zera, wyiawszy miejsce iedności w drugim rzędzie wózka w którém stawia się liczba 1.



Przy otworach liczbowych zwyczajnych rzędu skrajnego górnego są rozmaite znaki formujące ten rząd w oddziały w tym porządku, iż co dwa kółka liczbowe jest znak, to jest przy jednościach, stach, dziesiątkach, tysiącach, millionach i t. d. na rzeczonych korbach znajdują się takie same znaki a tak każda korba odpowiada dwom kółkom rzędu skrajnego górnego, np. pierwsza korba z prawej strony odpowiada jednościom i dziesiątkom, druga korba stom i tysiącom i. t. d. ostatni znak przy zadaney liczbie kwadratu wskazuje od której korby działanie rozpocząć się ma, np. jeżeli dany kwadrat kończy się na kółkach pierwszego znaku, tedy działanie ma być pierwszą korbą z prawej strony przedsięwzięte, gdyby zaś dany kwadrat kończył się na kółkach drugiego znaku, działanie w ten czas drugą zaczyna się korbą ten sam znak mającą, wskazana tym sposobem korba składana rozmyka się, wózek posuwa się tedy w lewą aż stanie korbą rozmykaną wprost pod ostatnim znakiem danego kwadratu; obrót odbywa się tą rozmykaną korbą który trwa póty póki liczba na rzędzie skrajnym górnym wprost korby obracanej będąca, nie okaże się mniejsza albo przynajmniej równa liczbie znajdujący się wprost téż kor-



by na rzędzie drugim w wózku; potem tę korbę zamykając, korba na prawą przy niey będąca rozmyka się, a przyciskając palcem klapę w wózku na prawey stronie znaydującą się, posuwa się wózek sam ku prawey stronie, aż stanie rozmykaną korbą w prost znaku poprzedniczego oddziału; postępuje się w działaniu tym samym trybem iak wyżej już mówiono, i tak daley od oddziału do oddziału aż do ostatniego: po ukończeniu działania, ieżeli dana liczba była kwadratem zupełnym, tedy miejsce daney liczby zastępuje zero, a pierwiastek całkowity na rzędzie korbowym w wózku okazuje się; w przeciwnym zaś przypadku oprócz pierwiastku całkowitego, wypada ieszcze ułomek, a mianowicie, licznik na rzędzie skraynym górnym, a mianownik w rzędzie drugim w wózku. —

Chcąc przybliżyć pierwiastek w ułomkach dziesiętnych, trzeba zostawić na rzędzie skraynym górnym, oddziałów zerami tyle zastawionych, ile cyfr dziesiętnych w ułamku mieć chcemy, np. ieżeli ma bydź pierwiastek wyciągany z liczby 7, a ułomek dwoma cyframi dziesiętnymi zbliżony, zastawuie się dwa oddziały czyli 4. kołka zerami, dana liczba 7. ustania się zatym w trzecim oddziale czyli 5<sup>tem</sup>

kółku rzędu skrajnego górnego. Dla rozróżnienia między liczbą istotnie daną a przydanemi do nię zerami, wysuwa się zawsze pod tym znakiem gdzie liczba istotna ustanowioną została ruchoma skazowka, która ostrzega działającego ile cyfr w otrzymanym wypadku na rzędzie korbowym w wózku ma odciąć z prawej strony na ułomek dziesiętny. Tym tedy sposobem, gdy liczba dana pod trzecim znakiem znajduie się, trzeba trzecią korbę rozmykać i działanie sposobem powyższym odbywać.

Pierwiastek wypadnie zatym na 3<sup>ch</sup> kółkach korbowych w wózku w liczbach 264; odiawszy podług ostrzeżenia skazowki dwie cyfry na ułomek dziesiętny, znaczyć będzie 2 całkowite 64 setnych; oprócz tego ieszcze znajdzie się na rzędzie skrajnym górnym liczba 304 iako licznik, a na rzędzie drugim w wozku 529 iako mianownik zwyczajnego ułamku iedności dziesiętnéy pierwszego porządku. Na wstępie ni-nieyszégó rozprawy objaśniłem, iż w naszym zwyczajnym rachunku nie mamy żadnéy nas przekonywaiącégó próby, czyli nie zaszła w działaniu naszym umysłowém iaka omyłka, i że sposób próby przez rachunek odwrotny nie stanowi ieszcze dowodu niewątpliwego. Ta sama uwaga rozciąga się i do działania machi-



nalnego, gdyż na przypadek jeżeliby machina przez uszkodzenie, fałszywy okazała wypadek, tedy próba przez działanie odwrotu nie byłaby dowodzącą, ile że to samo uszkodzenie, któreby sprawiło fałszywy wypadek, np. w mnożeniu, miałoby wpływ na fałszywy wypadek w dzieleniu, co nawet ze składu maszyny koniecznościąby się stało; lecz zaradzając temu, wymyśliłem dla maszyny inny zupełnie rodzaj próby, która jest dowodem niewzruszonym.

Powyżéy namienione dwa rzędy kołek ze znakami liczbowymi rzymskimi, na wierzchu maszyny znajdujące się, są do tego celu przeznaczone. —

Dla otrzymania takowéy niezawodnéy próby, tym postępuje się sposobem:

Codo *mnożenia*, gdy z ustanowionych czynników, liczby czynnika na rzędzie skrajnym dolnym w czasie roboty nikną, a miejsce ich zastępują zera, więc aby i po robocie można było wiedzieć, jaki czynnik do zagadnienia wchodził, stawiają się w przód na rzędzie rzymsko liczbowym, nad otworami rzędu skrajnego dolnego znajdującym się, znaki odpowiadające cyfrom czynnika zniknąć mającego, a że po ukończoném działaniu iloczyn na rzędzie skrajnym górnym wypada, a na rzędzie skraj-

nym dolnym znajdują się zera, więc przesuwają się tyle zer na liczby 9. ile liczb zachowanego czynnika na rzymsko-liczbowym rzędzie znajduje się, wyjąwszy pierwszą liczbę ilość iaką znaczącą z prawej strony czynnika, gdzie stojące zera zostawiają się, potem zaczyna się działanie proby. Wózek posuwa się ku lewej stronie, stanie on sam przy ostatniej liczbie 9. obrot odbywa się tu póty, póki nie przyjdzie liczba wyrównywiająca znakowi rzymskiemu nad nią będącemu, to jest ta sama co wprzoddy zniknęła, przyciska się potem kłapa na wózku w prawej stronie, wózek postępuje na prawą, odbywają się dalej obroty tym samym porządkiem, aż dany czynnik na pierwszym swém miejscu to jest na rzędzie skrajnym dolnym zupełnie nie okaże się. —

Jeżeli, po tej robocie pokaże się, iż ile cyfr w czynniku na rzędzie skrajnym dolnym znajduje się, tyle zer na rzędzie skrajnym górnym z prawej strony wystąpiło, a liczby po nich następujące, wyrównywiają liczbom na rzędzie korbowym w wózku, jest to dowodem niewzruszonym, iż iloczyn pierwszy był prawdziwym, a w przeciwnym razie, że był fałszywym.

W *Dzieleniu* tak postępuje się z próbą: gdy się stawia dzielna na rzędzie skrajnym górnym,



ustanawiaią się na rzędzie rzymsko liczbowym nad nim będącym, takie same znaki aby dzielna która w czasie roboty, niknie, tym sposobem zachowana została, a gdy po ukończonem dzieleniu, iloraz znajduie się na rzędzie skrajnym dolnym, więc iloraz ten przenosi się do rzędu rzymsko liczbowego nad nim wprost będącego, potem posuwa się wózek kulewéy stronie aż pierwsza liczba iedności w wózku stanie wprost ostatniéy liczby ilorazu, obrot odbywa się w tém miejscu póty póki wózek sam nie posunie się daléy ku prawéy stronie i tak się dzieie od liczby do liczby aż do pierwszéy liczby iedności, tu trzeba póty obracać póki nie okaże się zero, skończywszy to działanie usuwa się wózek póty ku lewéy stronie, póki pierwsza iego liczba iedności nie minie wszystkich liczb zachowanego ilorazu. Gdy wózek do tego stopnia usuwanym będzie, uważać należy ieżeli liczba na rzędzie skrajnym górnym, która teraz uformowała się z liczbą na rzędzie korbowym w wózku razem połączona wyrównywać będzie dzielny na rzędzie rzymsko liczbowym zachowaney, iest to dowodem niewątpliwym, że wypadek pierwszy był prawdziwym, a w przeciwnym razie, że był fałszywym.

Proba w wyciąganiu pierwiastków w ten

sam sposób iak w dzieleniu robi się z tym iednak dodatkiem, że przed zrobieniem próby trzeba machinę ze stanu wyciągania pierwiastków do stanu 4<sup>ch</sup> działań Arytmetycznych przysposobić, a potem stawić na rzędzie skrajnym dolnym, liczbę równą pierwiastkowi w rzędzie korbowym w wózku wypadłemu.

Dalsze postępowanie i proba dowodząca jest toż samo co w probie dzielenia.

Kończę rozprawę tą uwagą, że gdy mechanika jest klucznicą naszych potrzeb tak dalece, iż nie tylko siłę naszą fizyczną ale nawet i władze umysłowe zastępować może, nayusilniéyszym przeto staraniem naszym bydz powinno przemysł w iey tak obszerném i użyteczném polu rozkrzewiać, nie zapuszczając się iednak w szukaniu *perpetuum mobile* czyli wiecznego ruchu, ile że to jest choroba nie uleczona Mechaniki, iak kamień filozoficzny i ogień niewygasły Chemii, a kwadratura cyrkułu Geometrii. —

Wszelkie w tym punkcie myśli noszą cechę bezskutecznego uporu; staraymy się lepiéy czynić postęp w przedmiotach, mechanicznych możliwości podlegających, takie bowiem postępowanie drogę do pomyślności i chwały kraiu toruje. —