ÓSME SPRAWOZDANIE

DYREKCYI

C. K. II. SZKOŁY REALNEJ

WE LWOWIE

ZA ROK SZKOLNY

1911.

LWÓW 1911. — NAKŁADEM DYREKCYI ZAKŁADU.

DRUKARNIA UDZIAŁOWA, LWÓW, KOPERNIKA 20.

ZASADY MECHANIKI

DLA WYŻSZYCH KLAS SZKÓŁ ŚREDNICH

NAPISAŁ

Dr. JAN STOCK.

„Zasady mechaniki“ dla szkół średnich spisałem tak, jak je w ostatnim roku szkolnym przerabiałem. Miałem początkowo zamiar przedstawić tylko niektóre wybrane ustępy w formie lekcyi praktycznych, ale różne względy skłoniły mnie do spisania całości.

Opis zjawisk i praw niemi rządzących powinien odbywać się w sposób logiczny a niewymuszony, w porządku przez się narzucającym się. Osiągam to w mechanice w ten sposób, że stawiam ciągle przed oczy uczniowi, aby nie gubił się w szczegółach, ogólne zadanie mechaniki: „wyznaczyć zmiany jakim ulega ciało, (i położenie ciała) gdy dane są siły działające i odwrotnie“ i pokazuję powoli, jak do tego celu zdążam. Aby zadanie to rozwiązać, trzeba wprowadzać pewne fikcye (punkt fizyczny, ruchy bez tarcia i t. d.) — przyczem zasady Newtona są szkieletem, na którym budować trzeba — a następnie uwzględniając coraz to inne czynniki, zbliżać się powoli do przypadków rzeczywiście w przyrodzie zachodzących. Na końcu więc dopiero uwzględniam tarcie.

Już od samego początku nauki fizyki trzeba wdrażać w umysły uczniów pojęcie związków funkcyjnych, będących niczem innem jak tylko prawami fizycznemi, a można to jeszcze lepiej czynić w fizyce niż w matematyce. Ściśle przytem oddzielać trzeba definicyę od prawa fizycznego i zawsze, gdzie należy, punktem wyjścia musi być doświadczenie. Jestem zdania, że przynajmniej jedną partyę fizyki należy w ciągu nauki gimnazyalnej przerobić tak dokładnie, aby uczniowie nabrali pojęcia o metodzie badania naukowego, inne rozdziały mogą być powierzchowniej traktowane. Z tego założenia wychodząc, uwzględniałem niektóre ustępy, które śmiało mogą być pominięte (składanie ruchów harmonicznych). Inne ustępy z powodu braku miejsca musiały być zbyt pobieżnie traktowane (maszyny, wahadło fizyczne) również brak figur w tekście pochodzi z tego samego powodu.

Do nauki fizyki powinien uczeń być częściowo przygotowany podczas nauki matem. Nie powinien mu być obcy związek funkcyjny i przyrost funkcyi; kąty powinien częściej wyrażać w stopniach łukowych, przy funkcyach trygonometrycznych wielki nacisk kłaść na ich peryodyczność a funkcye małych kątów umieć zastąpić łukami.

WSTĘP.

Mechanika zajmuje się ruchami ciał; istota ciała, które wykonuje ruch nie ulega przytem zmianie. Ruch wykonuje pociąg, struna, nitka obciążona. Położenie jakiegoś ciała w przestrzeni określone jest ściśle względem innych ciał n. p. przy pomocy odległości od tych ciał. Położenie pociągu określone jest odległością od stacyi, kamienia spadającego — odległością od powierzchni ziemi, punktów nitki — odległością od punku zaczepienia i t. d. Zmianę położenia ciała względem innych ciał z zmianą czasu nazywamy ruchem. Gdybyśmy odrazu chcieli badać ruchy, jakie wykonuje dowolne ciało, to natrafilibyśmy na duże trudności, bo ruchy takiego ciała w ogólnym przypadku są niezmiernie zawiłe. Dlatego upraszczamy sobie to zadanie badając ruchy t. z. punktu fizycznego (ciała bez wymiaru). Jest to oczywiście fikcya, bo nie ma ciała bez wymiaru. Rzeczywiste ruchy ciała będą się różniły od ruchów punktu, ale prawa tych ruchów będą przynajmniej zbliżone do rzeczywistości. W doświadczeniu rolę punktu materyalnego może odgrywać mała kulka. Ta częć mechaniki nosi nazwę mechaniki punktu fizycznego. W dalszym ciągu zbliżymy się bardziej do rzeczywistości, jeśli będziemy rozważali ruchy systemu niezliczonych punktów stale i niezmiennie z sobą złączonych t. z. „ciała sztywnego". Mechanika ciał sztywnych będzie dalszym etapem w rozważaniu ruchów. Wreszcie uwzględniać będziemy także zmiany wzajemnego położenia punktów materyalnych stanowiących ciało sztywne. Mechanika ciał sprężystych najbardziej zbliży nas do rzeczywistości.

I. Mechanika punktu fizycznego.

1. O ruchach (Kinetyka).

W pierwszej części mechaniki punktu nie będziemy się zastanawiali nad tem, jak powstaje ruch, ale jedynie zwrócimy uwagę na rodzaj ruchów, na czysto zewnętrzny opis ruchów. Co to znaczy opisać ruch? Z definicyi ruchu wynika, że położenie ciała poruszającego się względem innego ciała lub innych ciał zmienia się z czasem, że więc odległość ta jest funkcyą czasu. Możemy zatem, znacząc położenie ciała przez s, czas mierzony w sek. przez t, napisać $s = f(t)$; t jest zmienną niezależną, s zaś zależną. Zadaniem mechaniki punktu jest znaleźć kształt powyższej funkcyi w każdym przypadku. Aby znaleźć związek między pewnemi wielkościami, trzeba umieć je mierzyć t. z. porównywać z pewną stale obraną jednostkę tego samego gatunku. Jako jednostkę czasu przyjmujemy czas jednego obiegu ziemi około słońca i nazywamy go rokiem astronomicznym (mniejszymi jednostkami są doby, godziny, minuty, sekundy). Jednostką długości jest długość sztaby wzorcowej, przechowanej w archiwum państwa francuskiego, w przybliżeniu równej $^1/_{40,000.000}$ części południka ziemskiego.

Tylko w niewielu szczególnych przypadkach można podać powyższy kształt funkcyi. Na kilku szczególnych ruchach zrozumiemy dokładniej metodę opisywania ruchów.

1. Zaczniemy od przypadku najprostszego, kiedy punkt materyalny A zacząwszy ruch od pewnego stałego punktu B posuwa się po linii prostej lub krzywej, zwanej torem punktu, odbywając w równych czasach równe drogi. Ruch taki nazywamy jednostajnym. Zmiana położenia p. A względem B może w najprostszy sposób być określoną przez zmianę odległości p. A od B mierzoną wzdłuż toru punktu (jak inaczej?); nazwiemy ją s *(cm)*. Jeśli drogę odbytę w jednej sek. oznaczymy przez c to oczywiście odległość punktu A od p. B, po t sek. czyli droga odbyta przez p. A w t sek. wynosi $s = c.\ t$ *(cm)*. Im większe jest c, z tem większą, powiadamy, prędkością porusza się ciało; miarą prędkości (nie prędkość!) jest droga odbyta w 1 sekundzie. Jednostkę prędkości posiada ciało, jeśli w każdej sekundzie robi drogę 1 cm. Liczbę wyrażającą, ile

takich jednostek zawiera prędkość, otrzymamy jeśli podzielimy liczbę wyrażającą wielkość drogi przez liczbę wyrażającą czas $c = \frac{s}{t}$ Aby zaznaczyć, że taką operacyę wykonujemy, kładziemy przy liczbie wyrażającej wielkosć prędkości znak $\frac{cm.}{sek.} =$ cm. sek^{-1} i nazywamy go wymiarem prędkości pisząc $[c] = \frac{cm.}{sek.}$ Wielkość prędkości i jej kierunek charakteryzują ruch jednostajny. Jeśli odległość punktu A jest mierzona nie od p. B, lecz jakiegoś innego C, odległego od B o s_0 to $s = s_0 + c.\ t.$ Jest to znana z matematyki funkcya liniowa, bo obrazem geometrycznym tej funkcyi jest linia prosta. Obraz geometryczny tej funkcyi stosowany jest w kolejnictwie, celem wyrobienia sobie poglądu na ruch pociągów między stacyami i krzyżowanie się ich na stacyach.

Zagadnienie: Wyznacz według planu kolejowego przeciętne prędkości pociągów między Lwowem a Przemyślem! Wykreśl diagramy ruchów tych wszystkich pociągów kursujących między 6 rano a 6 wieczorem.

Ruch doskonale jednostajny w przyrodzie zachodzi rzadko, drogi w poszczególnych sekundach odbyte nie są ściśle równe. Ale dla naszych celów i przy naszych niedoskonałych jeszcze metodach mierzenia długości i czasu można uważać za ruch jednostajny ruch światła w próżni, głosu, punktu na powierzchni ziemi przy jej obrocie, za przybliżenie jednostajny ruch pociągu w pełnym biegu, ruch maszerującego człowieka, aeroplanu i t. d.

Zagadnienie: Wymień prędkości kilku znanych ci ruchów!

2. Ruch jednostajny nie musi odbywać się po linii prostej; może, jak to ma miejsce przy ruchu punktu na powierzchni ziemi, odbywać się po obwodzie koła o promieniu r. Ponieważ zawsze po upływie pewnego czasu T, zwanego okresem, ciało wraca do pierwotnego położenia, przeto nazywamy taki ruch okresowym. Prędkość tego ruchu obliczymy najłatwiej, jeśli obwód kola podzielimy przez odpowiedni okres T, a więc $c = \frac{2\,r\,\pi}{T}$ (jak inaczej?) Oczywiście droga (łuk koła) po upływie jakiegoś czasu t wynosi $s = c.\ t = \frac{2\,r\,\pi}{T}\ t.$ Często wprowadza się zamiast T, t. z. częstość obrotów n to znaczy ilość obrotów w jednej

sekundzie. Ponieważ jeden obrót trwa T sek. (przyczem T może być ułamkiem sek.) więc n obrotów trwa n T razy dłużej, a to jest właśnie 1 sekunda, stąd $n.\ T = 1$, $T = \frac{1}{n}$, $n = \frac{1}{T}$ a więc i $c = 2r\pi n$, $s = 2r\pi n.t$.

Zagadnienie: Oblicz częstość obrotu ziemi naokoło osi; prędkość tego ruchu na równiku ziemskim. Oblicz częstość obrotu tylnego koła roweru o średnicy 0·75 m. robiącego 1 km. w 3 min. W jakim stosunku stoją częstość przedniego i tylnego koła, jeśli średnice stoją w stosunku jak 4 : 5? Z jaką prędkością poruszamy się na karuzelu w odległości 2 m. od osi, jeśli częstość obrotu wynosi 10 na min.

3. Zawilszym nieco ruchem jest t. z. ruch jednostajnie zmienny, z którym spotykamy się codziennie. Ruch taki wykonuje kamień spadający z pewnej nieznacznej wysokości, pociąg wyruszający ze stacyi, kula tocząca się po gładkiej płaszczyźnie nachylonej do poziomu. Mimo, że ruch ten ciągle spostrzegamy, przez długie wieki był fałszywie, za przykładem Arystotelesa, opisywany; wyobrażano sobie, że różne ciała spadają różnie, jedne prędzej, drugie powolniej: ciało dwa razy cięższe spada dwa razy prędzej. Prosta obserwacya wskazuje, że dwie cegły razem złączone nie spadają 2 razy prędzej, trzy cegły 3 razy prędzej, niż jedna cegła. Wprawdzie piórko spada powolniej niż cegła, ale przyczyna tego zjawiska leży, jak zobaczymy, gdzie indziej. Dopiero Galileusz stosując w swych badaniach metodę ściśle naukową, potrafił rozwiązać zagadnienie wolnego spadania w szczególności, a ruchów jednostajnie zmiennych wogóle.

Galileusz postawił sobie w przeciwieństwie do poprzedników pytanie, nie dlaczego ciała spadają, lecz jak spadają. Aby bowiem móc odpowiedzieć na pytanie, dlaczego coś się dzieje, czyli wyjaśnić zjawisko, musimy najpierw dokładnie wiedzieć, jak się coś dzieje, czyli opisać zjawisko. Aby zaś opisać zjawisko, trzeba je obserwować dokładnie o ile to tylko możliwe we wszystkich szczegółach, a zwłaszcza w tych, które dla zjawiska są istotne. Nie zawsze to jednak możliwe, bo albo zjawisko odbywa się zbyt rzadko, albo tak szybko, że obserwacya dokładna nie jest możliwą, n. p. obserwacya zaćmienia słońca, błyskawicy, kamienia swobodnie spadającego. W takim razie, jeśli tylko możliwe, przyzywamy do pomocy doświadczenie, czyli sztucznie wywołujemy zjawisko. To nie jest możliwe w przypadku zaćmienia słońca, ale jest możliwe w drugim przypadku (iskra elektryczna) i w trzecim.

Galileusz posługiwał się w odkryciu praw ruchu jednostajnie zmiennego doświadczeniem. Bystrym umysłem spostrzegł, że ruch kuli, toczącej się po rynnie nachylonej do poziomu, jest podobny do ruchu spadającego kamienia, że różnica jest tylko ilościowa, a nie jakościowa. Trafność tego rozumowania zostało potem stwierdzone w inny sposób. Ilościowo mógł zmieniać ten ruch przez zmianę nachylenia rynny względem poziomu, od 0^0 (poziom) aż do 90^0 (pion). Doświadczenie zatem z tą samą kulą okazuje, że przy pewnem nachyleniu kula spadająca odbywa w sekundzie:

	pierwszej	drugiej	trzeciej	czwartej
drogę	3 cm.	9=3.3 cm.	15=5.3 cm.	21=7.3 cm.
przy innem nachyleniu				
	5 cm.	15=3.5 cm.	25=5.5 cm.	35=7.5 cm.
przy innem jeszcze				
	10 cm.	30=3.10 cm.	50=5.10 cm.	70=7.10 cm.

Takich obserwacyi możemy zrobić nieskończenie wiele, ale nie doprowadziłyby nas bliżej do celu, niż tych kilka, gdybyśmy przez logiczne wnioskowanie nie uogólnili tych rezultatów. Takie **wnioskowanie z szczegółów na ogół nazywa się indukcyą bezpośrednią**, w przeciwieństwie do indukcyi pośredniej, z którą spotkamy się później (ruch ziemi obrotowy i postępowy). Oczywiście wniosek, jaki wyciągamy z pewnej liczby doświadczeń będzie tylko prawdopodobnym, a nigdy pewnym, ale tem prawdopodobniejszy im więcej poszczególnych faktów zgadza się z tym wnioskiem.

Z powyższych doświadczeń, uogólniając je, wyciągamy wniosek, że jeśli droga w pierwszej sekundzie jest b cm

to w	pierwszej	drugiej	trzeciej	czwartej
wynosi	$1.b$ cm	$3.b$ cm	$5.b$ cm	$7.b$ cm

(A w t-tej sekundzie?) czyli: **Drogi w poszczególnych sekundach zmieniają się jak liczby nieparzyste.** Ten wniosek da się jeszcze w innej postaci wysłowić, jeśli zapytamy się, jakie drogi odbywa kula w t sekundach. Dodając otrzymamy $s_1 = 1 . b$, $s_2 = 4 . b$, $s_3 = 9 . b = 3^2 . b$ cm, $s_4 = 4^2 . b$ cm, $s_t = t^2 . b$ cm

A zatem krótko; **droga odbyta przez ciało ruchem jednostajniezmiennym w t sek. równa się drodze w pierwszej sek. pomnożonej przez kwadrat czasu.**

Droga (jako zmienna zależna) jak widzimy, jest funkcyą drugiego stopnia czasu (zmiennej zależnej); Każdemu czasowi odpowiada pewna ściśle dająca się obliczyć droga. Ten uogólniony wniosek, jaki wyciągnęliśmy z doświadczenia nazywamy prawem fizycznem. W naszym przypadku mamy tylko jedną zmienną niezależną, w ogólnym przypadku może ich być więcej (prawo Ohma, Gay-Lussaca i t. d.) Prawo fizyczne jest to funkcyonalny związek między jedną wielkością zależną a kilkoma niezależnemi. Prawo fizyczne jest czemś więcej niż regułą bo sama funkcyonalność wyraża pewną konieczną zależność, co przy regułach (lata przestępne są podzielne przez 4) nie ma miejsca.

Oczywiście nie można przy zmiennym ruchu, jakim jest ruch jednostajnie zmienny mówić o prędkości, tak jak przy ruchu jednostajnym; w każdej bowiem sekundzie, ba nawet w dwóch drobnych równych ułamkach sekundy, drogi odbyte są różne. Dlatego wprowadzamy albo przeciętną prędkość ruchu, albo prędkość ruchu w pewnej chwili. Prędkość przeciętną znajdziemy, jeśli drogą (liczbę wyrażającą wielkość drogi) w t sekundach podzielimy przez czas (liczbę...), a więc $c = \frac{b \,.\, t^2}{t} = b \,.\, t.$Okazuje się, że ta prędkość przeciętna nie jest stała, że ona zmienia się proporcyonalnie do czasu. Jako prędkość v w pewnej chwili ruchu zmiennego definiujemy stosunek nieskończenie małej drogi (liczby wyrażającej wielkość tej drogi) do nieskończenie małego czasu, (liczby...) w którym ciało zrobiło tę drogę. Obliczymy ją w następujący sposób: Jeśli ciało w czasie t przebiegło drogę $s = b\,t^2$, to w czasie dłuższym o mały przyrost $\Delta\, t$, a więc w $t + \Delta$ t sekundach, przebiegnie drogę większą o mały przyrost $\Delta\, s$, a więc $s + \Delta\, s = b\ (t + \Delta\, t)^2 = b\,t^2 + 2\,b\,t\,\Delta\, t + b\,\Delta\, t^2$. Aby znaleźć $\Delta\, s$

odejmijmy $\quad s = b\,t^2$

to $\Delta\, s = 2\,b\,t\,\Delta\, t + b\,\Delta\, t^2$, podzielmy przez $\Delta\, t$, to otrzymamy zdefiniowaną powyżej prędkość $v = \frac{\Delta\, s}{\Delta\, t} = 2\,b\,t + b\,\Delta\, t.$

Ponieważ $\Delta\, t$ można dowolnie małem uczynić, więc $b\,\Delta\, t$ można wobec $2\,b\,t$ pominąć i otrzymujemy $v = 2\,b\,t.$

To jest drugie prawo ruchu jednostajnie przyśpieszonego, które zarazem poucza, dlaczego ten ruch nazywa się jednostajnie przyspieszony. Po pierwsze bowiem prędkość z czasem rośnie, powtóre w równych odstępach czasu wzrasta stale o tę samą wielkość, a więc n. p. na początku ruchu jest zero, po $\frac{1}{2}$ sek. wynosi b, po $2.\frac{1}{2}$ sek, $2\,b$, po $3.\frac{1}{2}$, $3\,b$... i t. d. — przyrasta zatem w każdej połówce sekundy o stałą wielkość b; albo, po 1 sek, prędkość jest $2\,b$, po 2 sek, $2\,.\,2b$, po 3 sek, $3\,.\,2\,b$ i t, d. Wzrasta zatem co sekundę o stałą wielkość $2\,b$. Ten przyrost pędkości w jednej sekundzie definiujemy jako przyspieszenie. Przyspieszenie ruchu jednostajnie przyspieszonego jest stałe, przyspieszenie ruchu jednostajnego jest zero, później poznamy ruchy, których przyspieszenie jest zmienne. Przyspieszenie oznaczamy literą $\gamma = 2\,b$, a miarą jego jest w naszym przypadku liczba wyrażająca podwójną drogę przebytą w pierwszej sekundzie tak, że $b = \frac{\gamma}{2}$. Wymiar przyspieszenia otrzymujemy z uwagi, że $\gamma = \frac{v_1 - v_2}{t}$, jako $[\gamma] = \frac{cm}{sek^2}$.

Prawa ruchu jednostajnie przyspieszonego opiewają:

1) $s = \frac{\gamma}{2}\,.\,t^2$

2) $v = \gamma\,.\,t$.

Ruch jednostajnie przyspieszony jest scharakteryzowany całkowicie i jedynie przyspieszeniem, jego wielkością i kierunkiem. W specyalnym przypadku swobodnego spadania wynosi $\gamma = 981 \frac{cm}{sek^2}$ i tę wielkość oznaczamy stale literą g, dla swobodnego spadania zatem $s = \frac{g}{2}\,.\,t^2$, $v = g\,t$. W żaden wzór nie wchodzi ani jakość, ani wielkość ciała spadającego. Oczywiście wynika to tylko z doświadczenia zrobionego na rynnie, bo z góry nie mogliśmy tego przewidzieć. Pozornie zdawałoby się, że rzeczywistość stoi w sprzeczności z tymi prawami, bo przecież papier, piórko spadają powolniej. Ta sprzeczność jednak znika, jeśli się każe ciałom spadać w rurze długiej z której wypompowano powietrze. Śrót, kamyczek, papierek, piórko uderzają równocześnie o podstawę spadając z tej samej wysokości. Wszystkie ciała spadają zatem z tem samem przyspieszeniem.

Zagadnienia: Jak najłatwiej mierzyć w przybliżeniu wysokość wieży, mostu, głębokość studni, przepaści i t. d.? Zrób z gliny kulę 1kg., puszczaj ją z różnych wysokości (I piętro, II piętro) i obserwuj czas spadania i spłaszczenie kuli! Kiedy jest największe i dlaczego? Puść kulę 1 kg, 2 kg, 3 kg, z tej samej wysokoci; jaki jest czas spadania, jakie spłaszczenie? Umieść na długiej nitce kulki ołowiane w odległości o, a, $4a$, $9a$... od początku i stanąwszy na podwyższeniu puść nitkę swobodnie! W jakich odstępach uderzają kulki o podłogę? Zmień położenie tylko jednej kulki i powtórz doświadczenie? Jaka różnica teraz?

3. Ruchem regularnym, o zmiennem jednak przyspieszeniu jest wreszcie ruch, jaki wykonuje koniec sprężyny rozciągnięty, (jeśli nie uwzględniamy przyciągania ziemskiego) jakiś punkt struny drgającej, cząstka wody na stawie, gdy w pobliżu niej wzburzyliśmy powierzchnię wody kamieniem, ciało poruszające się po obwodzie koła, na które patrzymy z boku w płaszczyźnie koła. Wszystkie te ruchy drgające mają to wspólne z sobą, że są okresowe, że wyszedłszy więc z pewnego położenia wracają po upływie okresu T do niego, aby rozpocząć ruch podobny zupełnie do poprzedniego, (nie uwzględniamy bowiem przeszkód, wskutek których ruch z czasem ustaje); wystarczy więc opisać ruch w ciągu jednego tylko okresu, aby był zupełnie znany.

Oczywistą jest rzeczą, że droga i czas będą złączone z sobą jakąś funkcyą peryodyczną, bo po upływie pewnego czasu, droga otrzymuje tę samą wartość!

Kształt tej funkcyi znajdziemy w następujący sposób: wyobraźmy sobie, że koniec sprężyny A porusza się (fig. 1.) do góry i na dół od A do B i z powrotem około położenia równowagi O. AO nazywamy amplitudą. Zakreślimy około O koło o promieniu a równym amplitudzie i każmy po niem poruszać się punktowi M, z tą samą częstością z jaką porusza się koniec sprężyny. Rzućmy cień tego punktu promieniami równoległymi na średnicę AB i obserwujmy ruchy punktu A i cienia punktu M. Okazuje się, że punkty te ustawicznie się nakrywają. Badając więc ruch cienia, znajdziemy też prawa ruchu drgającego. Przypuśćmy, że wyszły oba punkty równocześnie z O (punkt M z C) i znalazły się w M' po czasie t. Koniec sprężyny (i cień) zrobił drogę s zwaną wychyleniem w czasie t, a związek między nimi wynika z trójkąta MOM': $s = a \sin \alpha$ (α oznacza łuk koła o promieniu 1). Teraz trzeba tylko znaleźć związek między α a czasem, aby znaleźć zależność drogi s od czasu. Ponieważ ruch po obwodzie koła jest jednostajny, więc $c = \frac{2 r \pi}{T}$ albo $= \frac{r a}{t}$, a stąd $a = \frac{2\pi}{T} . t$. Zatem pierwsze prawo ruchu drgającego opiewa: $s = a \sin \frac{2\pi}{T} . t$. Odczytujemy z tego ważnego związku, że jeśli t zwiększy się o jeden, dwa, trzy... m okresów $(t + m T)$, to droga liczona od punktu O jest ta sama; koniec sprężyny znajdzie się w M' po czasie t, $t + T$, $t + 2 T$, i t, d. Następnie największe wychylenie s, równe amplitudzie a, uzyskuje koniec sprężyny po upływie $t = \frac{T}{4}$ bo $s = a \sin \frac{2\pi}{T} . \frac{T}{4} = a$, jak to widać z figury.

Zagadnienia: Znajdź rysunkiem i rachunkiem w powiększeniu 1 : 50 wychylenie punktu struny o częstości drgania $n = 432$ o amplitudzie 1 mm. po upływie $\frac{T}{12}$, $\frac{2T}{12}$ $\frac{3T}{12}$ ...... $\frac{11T}{12}$, $\frac{12T}{12}$.

Aby znaleść zmienną prędkość tego ruchu określoną, jako stosunek nieskończenie małej drogi, do nieskończenie małego czasu w każdej chwili postępujemy podobnie, jak przy ruchu jednostajnie przyspieszonym, obliczając przyrost drogi Δs:

$$\begin{array}{rl} : s + \Delta s = & a \sin \frac{2\pi}{T} (t + \Delta t) \\ - s = & - a \sin \frac{2\pi}{T} . t \\ \hline \Delta s = & a \left[\sin \frac{2\pi}{T} (t + \Delta t) - \sin \frac{2\pi}{T} . t \right] \end{array}$$

Biorąc pod uwagę, że $\sin$ kąta nieskończenie małego jest równy łukowi, zaś $\cos$ wynosi 1 otrzymamy

$$\Delta s = a \left[\sin \frac{2\pi t}{T} \cos \frac{2\pi}{T} . \Delta t + \cos \frac{2\pi t}{T} . \sin \frac{2\pi}{T} . \Delta t - \right.$$
$$\left. - \sin \frac{2\pi}{T} . t \right]$$

$$\Delta s = a \left[\sin \frac{2\pi t}{T} + \left(\cos \frac{2\pi t}{T} \right) \frac{2\pi}{T} . \Delta t - \sin \frac{2\pi}{T} . t \right]$$

$$\text{a więc} \quad v = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{2\pi a}{T} . \cos \frac{2\pi t}{T}$$

I prędkość zmienia się peryodycznie z czasem od wartości największej $\frac{2\pi a}{T}$, gdy $t = O, T, 2T, \ldots$ w położeniu równowagi do O w punktach zwrotu. Prawo prędkości można w przybliżeniu sprawdzić doświadczalnie: Ruch drgający wykonuje w przybliżeniu ciało uwieszone na nitce i wychylone bardzo nieznacznie z położenia równowagi (wahadło). Umieśćmy na końcu nitki lejek, przez który sypie się piasek do wązkiego naczynia o ścianach płaskich. Wysokość warstwy piasku w każdem miejscu jest w przybliżeniu odwrotnie proporcyonalna do prędkości. (Jaką krzywę otrzymamy?)

Przyspieszenie czyli przyrost prędkości, można w zupełnie podobny sposób obliczyć jak prędkość.

Zagadnienia: Okaż, że przyspieszenie

$$\gamma = -\left[\frac{2\pi}{T}\right]^2 a \sin\frac{2\pi t}{T} = -\left[\frac{2\pi}{T}\right]^2 . s.$$

Przyspieszenie ruchu drgającego w każdej chwili jest proporcyonalne do wychylenia i skierowane zawsze ku środkowi.

Opisz szczegółowo na kilku przykładach ruch harmoniczny.

4. Prócz poznanych ruchów regularnych ujętych w ścisłe wzory matematyczne, jest cały szerng innych ruchów nieregularnie zmiennych. Dadzą się one albo rozważać jako przybliżenia podobne do powyższych, albo rozłożyć na części, z których każda jest podobna do jednego z opisanych ruchów.

Składanie ruchów.

Niejednokrotnie zdarza się, że ciało zmuszone jest do odbywania równocześnie dwóch lub więcej ruchów. Gdy chodzimy po pokładzie okrętu jadącego lub wozu kolejowego w ruchu, wtedy głowa nasza wykonuje względem oznaczonego punktu na powierzchni morza równocześnie ruch z okrętem i ruch własny całego ciała; względem słońca ruch ten jest bardzo zawiły. Łódź pędzona prądem wody i wiosłem wykonuje 2 ruchy na rzece względem punktu na brzegu. Zachodzi pytanie, po jakiej drodze, liczonej od początkowego położenia, porusza się głowa nasza na okręcie. W którem miejscu znajdzie się ciało po upływie danego czasu t zmuszone do równoczesnego odbywania dwóch lub więcej ruchów? Zachodzić tu mogą dwie możliwości: albo ciało odbywając równocześnie dwa ruchy dojdzie do tego samego miejsca, do którego doszłoby wykonując najpierw jeden a potem drugi, albo też ciało dojdzie wogóle do innego miejsca, niżby doszło, gdyby odbywało po kolei swe ruchy, czyli innymi słowy albo ruchy równoczesne wpływają na siebie, albo też nie. Rozstrzygnąć to może doświadczenie.

Przyłożmy linię opatrzoną poprzeczką (fig. 2.) (jakiej używa się do rysunków) do tablicy, tak aby poprzeczka mogła przesunąć się wzdłuż krawędzi, a więc równolegle do swej długości i przesuwajmy kredę wzdłuż linii. Koniec kredy musi wykonywać dwa ruchy, pionowy i poziomy, z różną, zależną od nas prędkością. Każmy mu wykonać najpierw ruchy swe po kolei, poziomy a potem pionowy. Niech następnie odbywa te same ruchy równocześnie, a okaże się, że koniec kredy znalazł się w tym samym punkcie, w którym stanął przedtem odbywając swe ruchy po kolei. Jeśli teraz uzupełnimy oddzielne drogi do równoległoboku, to okazuje się, że koniec kredy, który wyszedł z jednego wierzchołka znalazł się na przeciwległym, a więc na końcu przekątni. Możemy sobie teraz te równoczesne ruchy (fig. 2.) AB i BC' rozłożyć na drobniejsze części AB', $B'C'$, i t. d. to zawsze koniec kredy znajdzie się na końcu małej przekątni AC', w ogóle więc będzie się poruszał po drodze, biegnącej wzdłuż AC'. Tę drogę nazywamy drogą wypadkową, ruch zaś po tej drodze nazywamy ruchem wypadkowym w przeciwieństwie do ruchów składowych wzdłuż AB i BC. Ruchy AB i BC odbywały się prostopadle do siebie. Nie zmieni się jednak rzecz, jeśli trójkąt (używany do rysunków fig. 3.) będziemy przesuwali przyprostokątnią wzdłuż krawędzi tablicy a kredę wzdłuż przeciwprostokątni. Wtedy ruchy odbywają się pod kątym ostrym, a wypadkowy, ruch odbywa się po przekątni równoległoboku, zbudowanego z obu ruchów. Podobne doświadczenie można zrobić w przypadkach wymienionych na początku tego rozdziału, chociaż połączone byłoby to z większymi trudnościami, z powodu większych rozmiarów.

Doświadczenie zatem rozstrzygnęło między dwiema możliwościami na korzyść pierwszej. Cośmy powiedzieli o dwóch ruchach równoczesnych, możemy rozszerzyć na trzy, cztery, i t. d. i powiemy: Jeśli ciało odbywa dwa lub więcej równoczesnych ruchów, to ruchy te nie wpływają na siebie. A z tego wypływa, że ciało dojdzie tam, gdzie doszłoby, gdyby najpierw wykonało jeden, potem drugi, trzeci ruch po kolei. Wypadkową drogę, znajdziemy łatwo, jeśli znane są drogi składowe i kąt między nim zawarty, albowiem,

$$s = \sqrt{s_1^2 + s_2^2 - 2s_1 s_2 \cos(180 - \alpha)} = \sqrt{s_1^2 + s_2^2 + s_1 s_2 \cos \alpha}$$

Zagadnienie: Przedyskutuj to równanie dla $\alpha = O$, 90^0, 180^0. Pociąg porusza się z prędkością 10 m/s, człowiek w wozie w kierunku prostopadłym z prędkością 1 m/s, szerokość pociągu 3 m. Jaką drogę wypadkową (względem ziemi) zrobi człowiek po 2, 3, 5 sek?

Oczywiście to, co powiedzieliśmy o drogach s_1 i s_2 odnosi się także do dróg przebytych w 1 sek, a więc i do prędkości. Jeśli ciało zatem ma poruszać się równocześnie z prędkością c_1 i c_2 pod kątem α, to znajdzie się po upływie pewnego czasu w tem samem miejscu, do którego doszłoby, gdyby się poruszało tylko z prędkością wypadkową $c = \sqrt{c_1^2 + c_2^2 - 2\, c_1 c_2 \cos \alpha}$. czyli krócej prędkość wypadkowa dwóch ruchów jest przekątnią równoległoboku zbudowanego na prędkościach składowych.

Przykłady: Deszcz spada pionowo z pewną prędkością c_1 (fig. 4.), równocześnie pociąg porusza się względem pionu z pewną prędkością c_2; możemy sobie wyobrazić, że pociąg stoi, a deszcz otrzymuje prędkość poziomą względem pociągu stojącego, — c_2: Deszcz zatem porusza się z prędkością wypadkową względem pociągu nachyloną pod kątem φ $\left(tg\,\varphi = \frac{c_1}{c_2}\right)$ do poziomu. To zjawisko nazwiemy aberacyą deszczu, kąt zaś φ, kątem aberacyi (por. aberacyę światła). To samo zjawisko przy szybkim chodzie.

Wypadkowa droga dwóch ruchów jednostajnych, jest linią prostą, ruch wypadkowy jest jednostajny. Podobnie wypadkowa droga dwóch ruchów jednostajnie zmiennych, lub dwóch ruchów harmonicznych, wogóle dwóch ruchów tego samego typu, wyrażonych przez tę samą funkcyę czasu i mających początek w tym samym punkcie jest linią prostą (fig. 5.), wypadkowy ruch jest znowu tego samego typu. Ruch jeden jest jak wiemy określony funkcyą $s_1 = a_1 f(t)$, drugi $s_2 = a_2 f(t)$, przyczem a_1, a_2 oznaczają parametry, charakteryzujące ruch, (n. p. przy ruchu jednostajnym a_1 a_2 są prędkościami, przy jednost. zmiennym a_1 a_2 przyspieszeniami, przy harmonicz. a_1 a_2 są amplitudami). Dla pewnego $t = t_1$, $s_1 = a_1$, $a_2 = s_2$; stosunek $\frac{s_1}{s_2} = \frac{a_1}{a_2}$ nie zależy od czasu zatem $\triangle ABD \sim AB_1D_1 \sim AB_2D_2$ a ponieważ $BD \parallel B_1D_1 \parallel B_2D_2$ więc koniecznie $D\,D_1\,D_2$ muszą leżeć na linii prostej.

Zagadnienie: Wykaż to rysunkiem na dwóch ruchach jednostajnie przyspieszonych i harmonicznych?

W ogólnym wypadku składania dwóch jakichkolwiek ruchów otrzymujemy linie krzywe jako drogi wypadkowe. Interesuje nas droga wypadkowa, otrzymana przez złożenie ruchu jednostajnego z jednostajnie przyspieszonym i drgającym, a następnie dwóch ruchów drgających, bo z tymi ruchami wypadkowymi dość często się spotykamy.

1) Gdy ruchy odbywają się w tym samym kierunku (kąt nach. $\alpha = 0$), wtedy droga przypadkowa równa się sumie dróg składowych, jak to wynika z zasady niezależności ruchów a więc $s = ct + \frac{\gamma}{2} t^2$, podobnie prędkość wypadkowa $v = c + \gamma t$.

2) Gdy ruchy mają kierunki wprost przeciwne ($\alpha = 180^0$), wtedy odpowiednie wzory opiewają: $s = ct - \frac{\gamma}{2} t^2, \quad v = c - \gamma t$.

Te dwa wzory pozwalają odrazu obliczyć dla każdej chwili względne położenie ciała i jego prędkość. W przypadku drugim prędkość stale się zmniejsza, przyjmując przy końcu poszczególnych sekund kolejne wartości $c, c - \gamma, c - 2\gamma, c - 3\gamma \ldots . c - \frac{c}{\gamma} . \gamma = O$ aż wreszcie po czasie $t_1 = \frac{c}{\gamma}$ otrzymuje wartość zero, ciało się zatrzymuje. Droga w tym samym czasie przebyta $s = ct - \frac{\gamma}{2} t^2 = c \frac{c}{\gamma} - \frac{\gamma}{2} . \frac{c^2}{\gamma^2} = \frac{c^2}{\gamma} - \frac{c^2}{2\gamma} = \frac{c^2}{2\gamma}$.

3) Gdy kąt nachylenia między ruchem jednostajnym (c) w kierunku x a jednostajnie przyspieszonym w kierunku y wynosi 90^0 (fig. 6.) to drogi oddzielnie w czasie t przebyte są: $x = ct, y = \frac{\gamma}{2} t^2$, a prędkość wynika z równoległoboku prędkości $v = \sqrt{c^2 + \gamma^2 t^2}$ Równania powyższe zawierają trzy zmienne: jedną niezależną, dwie zaś zależne. Chcąc wyznaczyć położenie ciała poruszającego się, w jakiejkolwiek chwili, trzeba podstawić za zmienną niezależną t jakąś wartość i wyznaczyć drogi x i y określające położenie punktu. Przytem trzeba mieć na uwadze, że znajdziemy położenie ciała, każąc najpierw odbywać drogę x a potem y (albo odwrotnie), bo

położenie ostateczne ciała nie zależy od tego, czy ruchy odbywają się równocześnie czy kolejno po sobie. N. p. dla $t = 2$, $x = 2c$, $y = 2\gamma$, $t = 3$ sek, $x = 3c$, $y = 9\frac{\gamma}{2}$ i t, d. Przyjmując za c i γ pewne wartości, możemy wyznaczyć położenie ciała w każdej chwili sposobem konstrukcyjnym wyżej podanym. Poszczególne punkty dadzą ciąg punktów, linię krzywą zwaną parabolą. Może też y być uważane za zmienną niezależną (dane) a z równań tych da się obliczyć t i x mianowicie $t = \sqrt{\frac{2y}{\gamma}}$, $x = c\sqrt{\frac{2y}{\gamma}}$.

Z wzoru na t widocznem jest, że t nie zależy od prędkości c poziomej (że zatem ciała wszystkie z tej samej wysokości spadną w jednakowym czasie bez względu na to czy mają prędkość poziomą czy nie). Dla każdego czasu możemy także znaleść i odpowiednią prędkość wypadkową.

4) Wypadkowy ruch, który powstaje z e z ł o ż e n i a j e d n o s t a j n e g o (c) i d r g a j ą c e g o (T, a) ma niezmiernie wielkie znaczenie we wszystkich działach fizyki. Taki ruch złożony nazywamy r u c h e m f a l o w y m i to, poprzecznym jeśli ruch jednostajny odbywa się normalnie do ruchu drgającego, podłużnym, jeśli ruchy mają ten sam kierunek. Ruchem falowym poyrzecznym jest ruch cząstek wody na powierzchni stawu, ruch podłużny niewidzialny dla oka wykonują cząstki powietrza przy głosie; ruch poprzeczny i podłużny obserwować można podczas falowania dojrzałego zboża w polu. Opis tego ruchu staje się jasnym jeśli do pomocy weźmiemy t. zw. maszynę falową Macha. (Opis.) Jest to szereg kulek zawieszonych bifilarnie na nitkach równej długości, które mogą odbywać drgania w kierunkach dowolnych. Płyta gładka dająca się przesuwać z pewną prędkością (c) wzdłuż kulek od początku do końca wytrąca je z położenia równowagi ale nie równocześnie (co dostalibyśmy w tym wypadku?) lecz po kolei, tem później, im dalej od początku kula się znajduje. Wszystkie cząstki wykonują ruch harmoniczny o tej samej amplitudzie i częstości, ale każda następna z pewnem opóźnieniem względem pierwszej.

To opóźnienie nazywamy r ó ż n i c ą f a z t y c h d w ó c h ruchów. Różnica faz zatem jest tem większa, im dalej od początku listwy odbywa się pewien ruch. Jeśli pierwsza cząstka wykonuje ruch określony przez $y_1 = a \sin \frac{2\pi t}{T}$ (przyczem czas t liczony jest od chwili rozpoczęcia ruchu) to jakaś cząstka w odległości x od począstku odbywa ruch analogiczny: ponieważ jednak ruch jej rozpoczął się później o czas $\tau = \frac{x}{c}$ więc i jej wychylenie y będzie takie, jak wychylenie cząstki pierwszej po czasie $t - \tau = t - \frac{x}{c}$, zatem $y = a \sin \frac{2\pi\left(t - \frac{x}{c}\right)}{T} = a \sin 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{x}{c\,T}\right)$

Wyrażenie $c.\ T$ jest iloczynem prędkości i czasu, a więc drogą przebytą w tym samym czasie, w którym każda cząstka odbywa jeden okres. Tę drogę nazywamy **długością fali** $\lambda = c.T = \frac{c}{n}$, więc $T = \frac{\lambda}{c}$, $n = \frac{c}{\lambda}$

Powyższy wzór dla ruchu falowego $y = a \sin 2\pi . \left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda}\right)$ przedstawia wychylenie każdej cząstki w odległości x i w czasie t. Gdy za dwie zmienne niezależne x i t podstawimy pewne wartości, dostaniemy zawsze pewne wychylenie cząstki w odległości x. Ujmujemy niejako historyę cząstek w przestrzeni i czasie wzorem matematycznym. Jeśli utrwalę pewną cząstkę podstawiając za x jakąś stałą wartość n. p. $x = 5\lambda$ i t. d. to $y = f\ (t)$ zależy tylko od zmiennej niezależnej t, badam więc historyę tej właśnie cząstki w czasie.

Ruch jej jest oczywiście ruchem harmonicznym. Jeśli zaś utrwalę pewną chwilę w czasie, kładąc n. p. $t = t_1$ sek., to $y = f\ (x)$ zależy tylko od x mianowicie $y = a \sin 2\pi \left(\frac{t_1}{T} - \frac{x}{\lambda}\right)$ Jeśli przy falowaniu poprzecznym na linii poziomej odetnę różne wartości $x = x_1, x_2, x_3 \ldots$ to odpowiadają im wartości $y = y_1, y_2, y_3 \ldots$ prostopadłe do x leżące wszystkie jak wiadomo na linii krzywej zwanej sinusoidą. (fig. 7.) Punkty zatem leżą w pewnej chwili na sinusoidzie (jak to widać na przyrządzie Macha) $A\,B$ jest falą λ, $A\,B\,C$ nazywa się doliną, $C\,D\,E$ grzbietem (górą) fali. W chwili późniejszej znowu wszystkie cząstki ugrupowane będą na sinusoidzie II, która jednak jest przesunięta już względem sinusoidy I; w sinusoida utworzona z cząstek drgających nie stoi w miejscu, ale przenosi się z pewną prędkością. Stąd ta fala nazywa się falą bieżącą. **Podczas ruchu falowego nie przesuwają się cząstki drgające w kierunku fali, jak się wydaje na pierwszy rzut oka przy obserwowaniu fali wodnej, ale przesuwa się jedynie z prędkością stałą c ruch drgający cząstek.** Można się o tem przekonać z łatwością, jeśli na falę wodną rzucimy korek; nie porusza się on z falą, ale podnosi się i opada, wykonując ruch drgający.

Do fali podłużnej stosują się również powyższe równania; ponieważ jednak oba ruchy jednostajny i harmoniczny są zgodne cząstki znajdują się zawsze na linii prostej, nie tworzą grzbietów i dolin, lecz t. zw. zgęszczenie i rozrzedzenia łatwo dające się okazać na przyrządzie Macha (nieodpowiadające jednak dolinom i grzbietom).

Zagadnienie: Wykreślić sinusoidą dla $a = 3$ cm, $t = 2\,T, \frac{17 \cdot T}{8}, \frac{9 \cdot T}{4}$. Jak można zmienić długość fali na przyrządzie Macha? Jakiej długości fale (w przybliżeniu) obserwowałeś na stawie?

5. Dwa ruchy harmoniczne prostopadłe do siebie dadzą się złożyć w jeden ruch wypadkowy w elementarny sposób, konstrukcyą. Już wiemy, że jeśli ciało ma wykonać dwa ruchy, o równych okresach T, których początkiem jest wspólny punkt, to wypadkowa jest linią prostą. Jeżeli zaś różnica faz przy wspólnych okresach drgania wynosi $\frac{T}{4}$, to wypadkowa jest elipsą. Konstrukcya jest następująca. Niech ruchy odbywają się wzdłuż $x\,x$ i $y\,y$ (fig. 8.), amplituda niech wynosi $\frac{T}{4}$, więc ciało, które już zrobiło $^1/_4$ drogi w górę i znalazło się w A, ma teraz poruszać sie równocześnie w dół i w prawo. Punkty w których ciało znajdzie się po równych czasach $\left(\text{n. p. po } \frac{T}{12}, \frac{2\,T}{12}, \frac{3\,T}{12} \ldots\right)$ znajdziemy, jeśli, zatoczywszy dwa koła promieniami równymi amplitudom ruchów, podzielimy je na 12 równych części (bo $T_1 = T_2$) i z odpowiednich punktów podziału wykreślimy równoległe do $x\,x$ i $y\,y$. Punkty przecięcia się jak to łatwo można wywnioskować, leżą na drodze wypadkowej. W razie nierównych okresów $\left(\text{n. p. } \frac{T_1}{T_2} = \frac{3}{2}\right)$ dzielimy obwody kół na jednakową ilość części, kreślimy w odpowiednich punktach równoległe do osi x i y, łączymy punkty przecięcia i otrzymujemy krzywe zawiłe (fig. 9). Te figury noszą nazwę figur Lissajou'a. Można je utrzymać zapomocą t. zw. wahadła Blackborna, którego opis podać łatwo według figury. Koniec jego wykonuje dwa ruchy o różnych okresach, zależnie od umieszczenia sprzączki, jeden

prostopadle do płaszczyzny papieru (długość AB), drugi w płaszczyźnie papieru (długość AC). Przez lejek B sypie się piasek, lub leje atrament na biały papier, rysując odrazu figury, jakie chcemy.

2. Dynamika.

Umysł ludzki nie zadowalnia się tylko czysto zewnętrznym opisem ruchu, ale pyta się, dlaczego ciało się porusza. Gdy widzi że kawał żelaza przyskakuje do magnesu, lub skrawki papieru do potartego bursztynu, zadaje sobie pytanie, dlaczego się tak dzieje i odpowiada, że magnes, bursztyn przyciągają ciało. Przez to jednak w rzeczywistości stwierdzamy tylko, że gdzie niema magnesu, bursztynu. nie ma też i ruchu. Podobne znaczenie ma twierdzenie, że przyczyną spadania kamienia jest przyciąganie ziemi, bo nie wiemy jak to przyciąganie właściwie się odbywa, stwierdzamy tylko, że gdybyśmy mogli usunąć zupełnie ziemię, to wtedy kamień nie spadłby. I zawsze jeśli spostrzegamy, że jakieś ciało zacznie się poruszać, lub zmienia swój ruch, znajdziemy drugie ciało, po usunięciu którego nie nastąpi zmiana ruchu. Działanie drugiego ciała jest przyczyną zmiany ruchu ciała pierwszego. Zawsze więc, jeśli ma nastąpić zmiana ruchu, znajdziemy przynajmniej dwa ciała, działające na siebie. Dla krótkości definiujemy tę **zewnętrzną przyczynę zmiany ruchu jako siłę.**

Wyobraźmy sobie teraz, że podczas ruchu ciała usunęliśmy wszelkie przyczyny zewnętrzne, mogące zmienić ruch. Kula gładka tocząca się zatrzymuje się szybko na ziemi, na lodzie poleci znacznie dalej, na bardzo wygładzonej szybie szklannej jeszcze dalej. Wnosimy więc, że gdybyśmy mogli usunąć zupełnie tarcie i opór powietrza, hamujące ruch, to kula poruszałaby się ustawicznie z stałą prędkością. Takich doświadczeń można pomyśleć sobie więcej, a wniosek z nich wyciągnięty stanowi treść t. z. **I-szej zasady Newtona albo zasady bezwładności: Ciało nie zmienia swej prędkości bez zewnętrznej przyczyny** (siły); **gdy zaś ruch jest zmienny, wtedy z pewnością działają siły.** Ciało jest bezwładne, bezwładność jest własnością ciał, jak nią jest barwa, twardość i t. d. Nigdy nie udało się uwolnić w zupełności ciała od sił i stwierdzić bezpośrednio prawdziwości pierwszej zasady, ale wnioski z niej wyciągnięte nigdy jeszcze nie stały w sprzeczności z doświadczeniem.

T. z. zasady fizyki mają podobne znaczenie w fizyce, jak pewniki matematyczne w matematyce. Jedne i drugie nie dadzą się sprowadzić do jeszcze prostszych twierdzeń, można z nich przez logiczne wnioskowanie wywieść wszełkie szczegółowe prawa, względnie twierdzenia, można wytłómaczyć zjawiska podporządkując je zasadom. Jest jednak zasadnicza różnica między zasadami fizyki. a pewnikami; pierwsze są wynikiem długiego szeregu doświadczalnych faktów i po ich poznaniu stają się jasne, drugie stawiamy odrazu na czele matematyki i opieramy się na nich przy dalszych wywodach.

Cały szereg zjawisk da się wytłómaczyć przy pomocy I-szej zasady, która zresztą sama już do jeszcze prostszej sprowadzić się nie da.

> Zagadnienia: Wytłómacz przy pomocy pierwszej zasady następujące zjawiska:
>
> Bryzganie atramentu, gdy piórem zawadzimy o papier. Spadanie jeźdzca z konia (z roweru) gdy koń nagle się zatrzyma. Jak upada człowiek wyskakujący na bok z tramwaju? Jaką drogę robi kula, gdy w biegu podrzucimy ją w górę? Czy schwytam ją, jeśli zatrzymam się nagle, podrzuciwszy ją w biegu? Jaką drogę zakreśla piłka podrzucona do góry w jadącym wozie kolejowym? Jak upada książka oparta o krawędź, a nachylona do poziomu?

Na I-ej zasadzie polegają też dowody, że ziemia rzeczywiście się obraca około osi. Wszystkie ciała spadające z znacznej wysokości zbaczają na wschód. W górze, dalej od środka ziemi, mają prędkość większą (od zachodu na wschód), niż punkty (rzuty ich) na powierzchni ziemi. Spadłszy zatrzymują ją, zatem wyprzedzają swe rzuty na wschód. (znaleziono dla h = 76 m. zboczenie 9 mm.) Passaty i prądy morskie, cyklony.

Przy pomocy I-ej zasady łatwo opanować rachunkiem całą niezliczoną ilość różnych rzutów poziomych lub skośnych. Bez niej musielibyśmy każdy poszczególny rzut z jego prędkością i kątem nachylenia rozważać osobno. Tymczasem ona nam powiada, że ciało porusza się z nadaną mu prędkością, którą trzeba tylko według zasady składania ruchów skombinować z swobodnem spadaniem.

Zagadnienie: Przerób według wskazówek poprzednio podanych rzut pionowy, poziomy, skośny.

Siła wywołuje zmianę ruchu. Zajmiemy się na razie siłą przyciągania ziemi, jako powszechną. Siła przyciągania ziemskiego sprawia, że kamień spada ruchem jednostajnie przyspieszonym. A jeśli kamień spadnie na stół lub zawiesimy go na sznurze, czy przestała działać siła? Przecież kamień nie porusza się! Widzimy więc, że pojęcie siły trzeba rozszerzyć. Przy bliższej obserwacyi zauważymy, że stół na którym kamień leży wygiął się, sznur na którym go zawiesimy rozciągnął się. Te odkształcenia są nieznaczne, ale zawsze wystąpią jako skutek siły. Zatem skutkiem siły jest zmiana ruchu lub odkształcenie. Celem ścisłego zdefiniowania siły i mierzenia jej wkraczamy w dziedzinę nauki o sprężystości.

Aby to nowe pojęcie „siła" wprowadzić w związek z innemi wielkościami fizyki, trzeba ją umieć ściśle mierzyć, t. z. porównać ją z pewną obraną jednostką siły. Porównywać dwie siły możemy według skutków, jakie wywołują. Podobnie, jak w planimetryi, przystępując do obliczania powierzchni, wykazujemy najpierw, kiedy dwie powierzchnie są sobie równe, a następnie obieramy pewną powierzchnię za jednostkę, tak i tu musimy najpierw określić dwie równe siły. Dwie siły są równoważne, jeśli 1) działając na to samo ciało wywołują równe odkształcenia lub przyspieszenia albo 2) nie zmieniają prędkości ruchu (pociąg w pełnym biegu). Ponieważ siła może wywierać odkształcenie, lub tęż przyspieszenie, więc też wprowadzamy statyczny i kinetyczny pomiar sił.

Jako jednostkę statyczną definiujemy tę siłę przyciągania ziemskiego, która działa na 1 cm^3 wody przy 4 C^0 pod 45^0 szerokości geogr. w poziomie morza (dlaczego, zobaczymy później). Nazywamy ją siłą 1 Gr, albo ciężarem 1 Gr. Pomiar sił w jednostkach statycznych będzie się odbywać w sposób następujący: Sile, którą chcemy zmierzyć (siła konia, mięśni w naszych rękach) każemy działać n. p. na sprężynę (dynamometr). Zmierzywszy wielkość odkształcenia zawieszamy na niej tyle (p) $cm.^3$ wody przy 4^0 C aż odkształcenie będzie równe zmierzonemu. Wtedy, według powyższej definicyi równości dwóch sił, powiemy że siła konia jest równoważna sile przyciągania ziemskiego, działającej na p $cm.^3$ wody, czyli krótka siła konia wynosi p Gr. Porównujemy więc, jak widać z tego przedstawienia rzeczy, siłę dowolną z siłą przyciągania ziemskiego, czyli z ciężarem ciał. W praktyce celem wykonania tych pomiarów używamy ciężarków wzorcowych 1 Gr, 1 Kg i t. d, (waga sprężynowa).

Zagadnienia: Jak można wykazać, że ciężar ciała jednorodnego, wody, żelaza, mosiądza i t. d. jest proporcyonalny do objętości ciała? Jak sporządza się ciężary wzorcowe?

Jako jednostkę kinetyczną siły zwaną 1 dyną definiujemy taką siłę, która 1 cm.^{3} wody przy 4^0 C nadaje przyspieszenie $1 \frac{cm.}{sek^2}$ Ponieważ siła działa w praktyce na różne ciała, więc musimy najpierw doświadczalnie zbadać, jak zależy przyspieszenie od siły działającej i od ciała samego czyli znaleść kształt funkcyi $\gamma = f\ (S, m.)$, jeżeli przez S oznaczymy siłę, a m charakteryzuje jakość ciała. W tym celu ustawiamy na poziomych szynach wózek n. p. z mosiądzu, od niego prowadzi sznurek przez ruchome kółko, (blok) na końcu sznurka umieszczamy ciężary różne, czyli „zaprzęgamy„ do wózka przy pomocy sznurka różne siły: 1 *Gr*, 2 *Gr*.. *p Gr*. Doświadczenie okazuje, że przyspieszenie jest wprost proporcyonalne do sił działających. Następnie moglibyśmy próbować, czy może przyspieszenie zależy od takich własności ciała jak bąrwa, stopień ciepła, twardość i t. d. i przekonalibyśmy się, że nie zależy. Wreszcie zmieniami objętość tego wózka, dokładając do niego kawałki mosiądzu i każemy działać stałej jakiejś sile S. Okazuje się teraz, że przyspieszenie, które da się zmierzyć z drogi i czasu $\left(\gamma = \frac{2s}{t^2}\right)$, każdym razem jest inne i ma wartość γ_1, γ_2, γ_3... Mówimy wtedy, że wózek ma każdym razem różne masy m_1, m_2, m_3... Masę definiujemy, jako ten czynnik w każdem ciele (własność), od którego zależy przyspieszenie. Masę przyjmujemy odwrotnie proporcyonalną do przyspieszenia, $m_1 : m_2 = \gamma_2 : \gamma_1$. Te same doświadczenia możemy wykonać przy pomocy spadkownicy Atwooda. Aby tę samę siłę przyciągania ziemskiego, „zaprządz“ do równych mas, uwiesimy na końcu sznurka przechodzącego przez obwód ruchomego kółka zawsze dwa takie ciała, aby sznurek pozostał w spoczynku. Za pomocą nadwyżki położonej na jednem ciele „zaprzęgamy“ siłę ciężkości do różnych mas.

Pomiar względny mas dwóch ciał sprowadza się do pomiaru przyspieszania, jakiego tym ciałom użycza jedna i ta sama siła.

J a k o j e d n o s t k ę m a s y d e f i n i u j e m y m a s ę 1 cm^3 w o d y p r z y 4 C^0 (oczywiście bez względu na miejsce w przestrzeni, bo masa pozostaje niezmienioną). Nazywamy ją masą 1 gr. Chcąc wyrazić masę m jakiegoś ciała w gr., trzeba dowolną siłę „zaprządz“ do 1 cm^3, następnie do masy m i zmierzyć nadane im przyspieszenia γ_1 γ_m natenczas: $m : 1 = \gamma_1 : \gamma_m$ $m = \frac{\gamma^1}{\gamma_m}$. 1 gr. Później poznamy prostszy sposób porównywania mas. Co kupujemy masę czy ciężar ciał?

Związek między γ, S i m przedstawia się więc tak: $\gamma = \frac{S}{m}$ albo $S = m\gamma$ dyn. S i ł ę d z i a ł a j ą c ą n a c i a ł o m i e r z y s i ę z a t e m i l o c z y n e m m a s y i p r z y s p i e s z e n i a t e g o c i a ł a, n a k t ó r e d z i a ł a s i ł a. Jeśli więc chcemy znowu zmierzyć siłę (konia, ręki i lokomotywy) w dynach, zaprzęgamy ją do wozu ciężkiego (aby przyspieszenie łatwiej dało się zmierzyć) o masie m poprzednio zmierzonej i mierzymy wywołane przyspieszenie; Iloczyn tej masy i przyspieszenia da nam siłę, z jaką lokomotywa ciągnie wóz.

Teraz trzeba jeszcze znaleść pomost między siłą mierzoną w Gr. a dynami. Siła przyciągania ziemskiego 1 Gr (ciężar 1 grama), działając na 1 cm^3 wody przy 4^0 C nadaje mu przyspieszenia g (u nas w przybliżeniu 981 $\frac{cm}{sek^2}$) a więc cięża Gr. $= 1.\ g$ dyn. $= 981$ dyn. Ogólnie ponieważ wszystkie ciała spadają z jednakowem przyspieszeniem Q Gr $=$ Q. g dyn. Siłę wyrażoną w jednostkach statycznych wyrażamy w jednostkach kinetycznych, m n o ż ą c m a s ę c i a ł a p r z e z p r z y s p i e s z e n i e z i e m s k i e g. Możemy streścić nasze rozważania w ten sposób, jako II. z a s a d ę N e w t o n a. G d y s i ł a d z i a ł a n a c i a ł o, t o p r z y s p i e s z e n i e w k i e r u n k u s i ł y j e s t p r o p o r c y o n a l n e d o s i ł y, a o d w r o t n i e p r o p o r c y o n a l n e d o m a s y, b e z w z g l ę d u n a p o p r z e d n i r u c h c i a ł a (wynika z niezależności ruchu). Siła jest oznaczona dokładnie, jeśli dana jest wielkość, kierunek i punkt zaczepienia siły.

Rozważaliśmy przy omawianiu pierwszej zasady, jak zachowuje się ciało uwolnione od wszelkich wpływów zewnętrznych, druga zasada uczy, jakie przyspieszenie wywołuje siła. Wiemy jednak, że jeśli działa siła na jakieś ciało (pierwsze), to musi istnieć drugie ciało, od którego działanie przechodzi na pierwsze.

Jakie jest jednak oddziaływanie ciała pierwszego na drugie? Gdy próbujemy nagle pociągnąć duży ciężar, czujemy doskonale, że ciężar nas pociąga; gdy magnes i miękie żelazo umieścimy na korkach pływających po wodzie zobaczymy, że magnes i żelazo udzielają sobie przyspieszań przeciwnych, tem większych im mniejsza jest masa. Gdy kula wylatuje z lufy, armata cofa się z przyspieszeniem mniejszem. Gdy do dwóch końców sprężyny przywiążemy wózki o różnych masach i rozciągniemy ją, to oba wózki osiągną przyspieszenia przeciwne zależne od masy, a mianowicie odwrotnie proporcyonalne do masy. Te i inne liczne przykłady pouczają, że zawsze działaniu odpowiada przeciwdziałanie i że p r z e c i w d z i a ł a n i e r ó w n e j e s t d z i a ł a n i u. T o j e s t t r e ś ć III. z a s a d y N e w t o n a. Ile razy większa jest masa tyle razy mniejsze jest przyspieszenie; jeśli masa jest bardzo duża (w wielu wypadkach ziemia), to przyspieszenie jest znikająco małe.

Z a g a d n i e n i a: Wyjaśnij jakie jest działanie i przeciwdziałanie przy chodzeniu? Kiedy działanie, a więc i przeciwdziałanie przy chodzeniu jest większe? Wyjaśnij na podstawie III. zasady, ciągnienie wozu przez konia, pociągu przez lokomotywę, poruszanie łodzi wiosłem, spadanie kamienia. Czy siedząc na krześle możesz się podnieść nie opierając się o ziemię? dlaczego nie? Zastosuj wszystkie trzy zasady do ruchu kuli od chwili wystrzału do upadnięcia na ziemi! Jak rusza się łódka po wodzie, jeśli po niej chodzimy?

Te trzy zasady Newtona postawione na czele dynamiki wystarczają zupełnie do wyjaśnienia każdego zjawiska ruchu punktu fizycznego. N a j o g ó l n i e j s z e m z a d a n i e m d y n a m i k i p u n k t u j e s t z d a n y c h s i ł o b l i c z y ć p r z y s p i e s z e n i e r u c h u (a więc i drogę, prędkość) a l b o o d w r o t n i e z d a n e g o p r z y s p i e s z e n i a w y z n a c z y ć s i ł y.

Zanim przystąpimy do rozpatrzenia kilku prostych zagadnień dynamiki trzeba jeszcze wziąć pod rozwagę przypadek, gdy na ciało działają dwie (lub więcej) siły równocześnie. Gdy kilku ludzi ciągnie za sznury przywiązane do t. zw. kafaru, ciężar nie wykonuje kilku ruchów, lecz tylko jeden. Gdy dwa konie ciągną wóz, porusza się on po jednej drodze. Kilka sił działających na ciało, wywołuje przyspieszenie takie, jakie wywołałaby jedna siła. Siły poszczególne nazywają się składowymi, a dadzą się zastąpić jedną wypadkową (pomyślaną tylko). Tę czynność nazywamy składa-niem sił. Nie znaczy to jednak, że siły składowe znikają, bo i ludzie wszyscy ciągną za sznury i dwa konie zostają przy wozie, chodzi tylko o uproszczenie zadania; skutek, a o ten nam właśnie chodzi, wywolany przez siły składowe musi być taki sam, jak gdyby wywolany został przez siłę wypadkową.

Aby znaleść metodę wyszukiwania siły wypadkowej, trzeba się uciec do doświadczenia. Mając dane dwie (lub więcej) siły składowe, trzeba zmierzyć ich skutki (odkształcenie lub przyspieszenie) następnie szukać takiej siły, któraby wywarła ten sam skutek. Trudniej mierzyć przyspieszenie (choć można) łatwiej odkształcenie, dlatego użyjemy następującego przyrządu (fig. 10):

W punkcie A łączymy trzy jednakowe sprężyny z podziałką (najlepiej wagi sprężynowe). Od sprężyn 1, 2 idą sznurki przez bloki, za pośrednictwem których działają siły S_1 S_2 mierzone wydłużeniem sprężyn. Sprężyna 3 daje się przesuwać wzdłuż podstawy AB. Wydłużenie sprężyny 3 daje odrazu wielkość siły wypadkowej. Zamiast sprężyn 1, 2 można użyć nitek, siły S_1 i S_2 będą mierzone ciężarkami. Z szeregu pomiarów wynika następująca metoda składania sił: Niech odcinek $\longrightarrow$ przedstawia siłę 1 Gr., co do wielkości i kierunku, to siły S_1 i S_2 będą także przedstawione przy pomocy odcinków wzdłuż sprężyn 1 i 2 nachylonych pod kątem α. Wypadkową S znajdziemy równą przekątni równoległoboku zbudowanego z boków S_1 i S_2 $S = \sqrt{S_1^2 + S_2^2 + 2\, S_1\, S_2 \cos\alpha}$ — W podobny sposób można złożyć w jedną wypadkową wiele sił składowych działających na ciało, reprezentowane przez punkt materyalny.

Gdy wypadkowa siła jest zerem, wtedy mówimy, że siły się równoważą i oczywiście ciało porusza się z prędkością jednostajną lub jest w spoczynku. Siła pociągowa lokomotywy, konia w pełnym biegu, równoważą się z siłą tarcia, oporu powietrza, stąd prędkość jednostajna. Siła przyciągania ziemskiego, działająca na kroplę deszczu, na papier spadający jest z początku większa niż siła oporu powietrza; w miarę wzrostu prędkości wzrasta siła oporu, z początku proporcyonalnie do prędkości, potem przy dużych prędkościach do kwadratu prędkości. Gdy obie siły się zrównają ($mg = av^2$) kropla deszczu porusza się ruchem jednostajnym.

Zagadnienia: Przeprowadź dyskusyę nad $S = \sqrt{S_1^2 + S_2^2 + 2\, S_1\, S_2 \cos\alpha_1}$! Podaj kilka przykładów sił równoważących się! Spróbuj wyprowadzić zasadę składania sił z zasady składania ruchów.

Często celem uproszczenia zagadnienia dynamiki, uciekamy się do odwrotnego postępowania: daną siłę rzeczywistą, zastępujemy dwiema (lub więcej) siłami pomyślanemi, które muszą ten sam skutek wywołać, jak siła dana. Tę czynność nazywamy rozkładaniem sił. Jeśli dana jest tylko siła wypadkowa, natenczas zagadnienie jest nieoznaczone; potrzeba bowiem jeszcze n. p. kierunku obu sił składowych. Daną siłę (wypadkową) uważamy za przekątnię równoległoboku, a szukane siły składowe są bokami tego równoległoboku.

Zagadnienie: wymień wszystkie elementy które pozwalają w zupełności wyznaczyć siły składowe?

Przykłady:

Po tych ogólnych rozważaniach możemy rozwiązać kilka najprostszych a najpospolitszych zagadnień, dynamiki: ruch po płaszczyźnie nachylonej do poziomu pod kątem φ, ruch wahadła, ruch po obwodzie koła.

1. Na punkt materyalny m, leżący na płaszczyźnie pochyłej działa siła przyciągania ziemskiego $Q = mg$ dyn przedstawiona odcinkiem Q. (fig 11.)

Ciało nie może się poruszać w kierunku działania tej siły, tylko wzdłuż płaszczyzny, ruch więc jest nieswobodnym. Naszem zadaniem jest znaleść przyspieszenie tego ruchu. Siłę Q możemy zastąpić przez dwie siły składowe z których jedna wywołuje tylko ruch, druga tylko odkształcenie. Druga na razie nas nie interesuje. Kierunek pierwszej jest równoległy do płaszczyzny, drugiej normalny, zadanie więc jest oznaczone.

Wykreśliwszy równoległobok sił znajdziemy:

$$S_1 = Q \sin \varphi = mg \sin \varphi.$$

Ta siła wywoła według drugiej zasady przyspieszenie

$$\gamma = \frac{S_1}{m} = g \sin \varphi = g . \frac{h}{l}$$

Ponieważ przyspieszenie jest stałe, więc ruch po płaszczyźnie jest jednostajnie przyspieszony.

Zagadnienie: Zastosuj 3 zasady do tego ruchu! Jak długo spada punkt materyalny (bez tarcia) wzdłuż całej płaszczyzny pochyłej? Z jaką prędkością osiąga poziom?

Jak długo spada wzdłuż wysokości h i z jaką prędkością? Wnioski?

2. Wahadło matematyczne jest to punkt materyalny zawieszony na nitce sztywnej bez ciężaru o długości l (fig. 12). Jeśli wahadło wychylimy z położenia równowagi o kąt φ i puścimy je wolno, to punkt materyalny wraca po łuku koła do pierwotnego położenia i t. d. pod wpływem siły ciężkości, działającej na punkt m. Ponieważ mamy badać prawa tego ruchu więc zastąpimy ciężar Q siłą S_2 wzdłuż nitki, wywołującą tylko odkształtowanie i siłę S_1 prostopadłą do nitki, wywołującą tytko przyspieszenie.

$S_1 = Q sin\varphi = mg sin\varphi$, zatem $\gamma = \frac{S_1}{m} = g sin\varphi$. Ponieważ φ zmienia się ustawicznie więc i γ jest zmienne, ruch jest niejednostajnie zmienny (wahadłowy). Specyalnie jeśli kąt wychylenia jest nieskończenie mały wtedy $sin\varphi = \frac{s}{l}$ więc $\gamma = g\frac{s}{l} = \frac{g}{l}.s$; przyspieszenie jest proporcyonalne do wychylenia, co charakteryzuje ruch harmoniczny.

Wahadło ma niezmiernie duże znaczenie i w fizyce i w życiu praktycznem jako miernik czasu (zegar wahadłowy). Stąd ważną jest rzeczą znać zależność czasu jednego wahnienia od wielkości charakteryzujących wahadło.

Okres wahnienia jest to czas potrzebny, aby wahadło wyszedłszy z pewnego położenia (n. p. równowagi) i przebiegłszy swą drogę powróciło do niego.

Okres wahnienia da się łatwo obliczyć rachunkiem całkowym. Dla bardzo małych wychyleń

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$$

Okres wahnienia nie zależy więc 1. od masy, (co jest zrozumiałem jeśli się zważy, że mamy do czynienia z spadaniem ciał pod wpływem siły ciężkości) 2. nie zależy od kąta wychylenia dla nieskończenie małych wychyleń (w praktyce $1^0 - 2^0$) 3. Zależy od długości wahadła, co można okazać doświadczalnie, mając do dyspozycyi kilka wahadeł o długości 1, 4, 9, 16; ich okresy wahnień rosną jak $\sqrt{1}$ $\sqrt{4}$ $\sqrt{9}$ $\sqrt{16}$. 4. jest odwrotnie proporcyonalny do $\sqrt{g}$; że tak jest można w przybliżeniu okazać w następujący sposób: gładką kulkę wahadła kładziemy na gładkiej płaszczyźnie pochyłej, tak, aby nitka była do niej równoległa i obserwujemy czas wahnienia wzdłuż płaszczyzny pochyłej. Będzie on różny dla różnych kątów nachyienia α płaszczyzny względem poziomu z tego powodu, że przyspieszenie będzie obecnie $\gamma = g sin\alpha$ zamiast g (α nachylenie płaszczyzny). Im mniejsze jest γ (małe α) tem większe T.

Wahadło służy, do dokładnego wymierzania g, przyspieszenia ziemskiego, bo łatwo dają się zmierzyć wielkości T i l z których g może być obliczone. W ten sposób wymierzone g, okazało się różne z zmianą szerokości geograficznej i z wzniesieniem się nad poziom.

Największe jest na biegunie $g_{90^0} = 983 \cdot 1$, najmniejsze na równiku $g_0 = 978 \cdot 1$ pośrednie w innych szerokościach geograficznych; z wzrostem odległości od środka ziemi przyspieszenie maleje. Stąd też i ciężary ciał $Q = mg$, mierzone n. p. wagą sprężynową zmieniają się, podczas gdy masa ciał pozostaje stałą.

Z a g a d n i e n i a : Czemuż ciała spadają z stałem przyspieszeniem, chociaż na większą masę, działa większa siła? Dwaj ludzie nadają wprawdzie pewnej masie (wózkowi) większego przyspieszenia jak jeden, ale masie dwa razy większej takiego samego. A tutaj? Obliczyć długość wahadła sekundowego ($T = 1$ sek.) w naszej szerokości geograficznej, na biegunie, równiku. Wykazać konstrukcyjnie, że przyspieszenie wahadła jest zmienne. Dlaczego do definicyi siły 1 Gr. wchodzi 45^0 stopień szerokości geograficznej 1 gr. zaś nie? Wykonaj pomiar g, używając nitki o długości 2 m. i kulki małej ołowianej? Jak będziesz liczył okres wahnienia?

3) Zastanowmy się teraz nad odwrotnem zagadnienieniem: ruchu jednostajnego (v) po obwodzie koła. (fig. 13.) P y t a m y s i ę, j a k i e j p o t r z e b a siły, a b y u t r z y m a ć r u c h j e d n o s t a j n y c i a ł a m z p r ę d k o ś c i ą v p o o b w o d z i e koła o p r o m i e n i u r. Gdybyśmy zostawili w pewnym momencie ciało samemu sobie, to według 1 zasady poruszałoby się z stałą prędkością c po linii prostej Aby dostać wypadkową drogę f po obwodzie koła, trzeba spowodować, żeby ciało równocześnie odbyło w 1 sek taką drogę s_1 w kierunku normalnym do c, iżby s_1 i c złożone w wypadkową dały prędkość ruchu po obwodzie koła v. Da się to osiągnąć w ten sposób, że będziemy ustawicznie działali na ciało z pewną stałą siłą, skierowaną stale ku środkowi koła i zwaną dlatego siłą dośrodkową. Wielkość tej siły znajdziemy według drugiej zasady w ten sposób: s_1 jest drogą odbytą w pierwszej sekundzie ruchem jednostajnie

przyspieszonym więc $s_1 = \frac{\gamma}{2} \cdot 1^2 = \frac{\gamma}{2}$. Jeśli łuk γ będziemy uważali jako równy cięciwie, to według znanego twierdzenia geometryi $v^2 = (2r - s_1) \cdot s_1 = 2r \cdot \frac{\gamma}{2}$ a stąd $\gamma = \frac{v^2}{r}$. Siła zatem dośrodkowa według II zasady $S_r = m\,\gamma = \frac{m v^2}{r} = \frac{4 m \pi^2 r}{T^2} = r\, 4\, m\, \pi^2 n^2 =$ potrzebna do utrzymania ruchu jednostajnego po obwodzie koła jest przy stałym promieniu w prostym stosunku do kwadratu prędkości, przy stałej prędkości w odwrotnym do promienia Trzecia zasada, zastosowana w tym przypadku, powiada, że jeśli siła dośrodkowa działa na masę m ku środkowi, to i masa m ciągnie z taką samą siłą punkty leżące na promieniu od środka. Siła odśrokowa jest równa sile dośrodkowej i występuje tylko wtedy gdy działa siła dośrodkowa, Można powyższe związki sprawdzić w następujący sposób: Do sznurka gumowego umocowanego jednym końcem do t. zw. wirownicy przywiązuję mały ciężarek m, i obracam z jednostajną prędkością. Pod wpływem siły odśrodkowej dającej się obliczyć według $S = 4 m \pi^2 r n^2$ sznurek się wydłuży. Następnie staram się ciężarkiem Q sznurek tak samo wydłużyć i okazuje się że $Q = S_r$ obliczonej teoretycznie.

Zagadnienia: W jakich jednostkach wyrażona jest siła dośrodkowa? Wyraź ją w innych jednostkach; Oblicz siłę, z jaką odrzucony zostaje 1 gr. na równiku wskutek obrotu ziemi około osi; 1 gr. na księżycu; Z jaką szybkością musiałaby się poruszać masa m na równiku, aby siła odśrodkowa równała się sile przyciągania ziemskiego? Zastosowania siły odśrokowej w pralniach, przy oddzieleniu tłuszczu od mleka, miodu od wosku. (Jako cieczy można użyć w szkole wody wyciśniętej z gąbki). Przy zakrzywieniach toru kolejowego podnosi się szyny zewnętrzne. Oblicz kąt nachylunia toru względem Poziomu, przyjmując maxymalną prędkość 20 m/s a promień $r = 30\ m \left(tg\,\varphi = \frac{v^2}{r \cdot g}\right)$

Siła odśrodkowa działająca na ciała na powierzchni ziemi tłómaczy nam wspomianą poprzednio zmienność przyspieszenie ziemskiego z zmianą szerokości geograficznej (Astronomia).

Ruch po obwodzie koła jest tylko szczególnym przypadkiem t. zw. ruchów centralnych. Jeśli ciało porusza się po linii krzywej zamkniętej, pod wpływem siły (stałej lub zmiennej) skierowanej ustawicznie ku temu samemu punktowi (centrum), wtedy ciało wykonuje ruch centralny. Ruchy takie odgrywają wybitną rolę w wszechświecie: wszystkie bowiem ruchome ciała niebieskie wykonują takie ruchy. Do tych ruchów stosuje się zawsze następujące prawo: Powierzchnie zakreślone przez promienie wodzące (proste łączące centrum z ciałem) w równch czasach są sobie równe. Da się to twierdzenie w elementarny sposób uzasadnić. Niech (fig. 14.) O będzie centrum; pod wpływem siły centralnej ciało w B otrzymuje takie przyspieszenie, że w jednej sekundzie robi drogę BD. Równocześnie jednak ciało musi odbywać według pierwszej zasady taką samą drogę w jednej sekundzie BC, jak w sekundzie poprzedniej (AB). Droga rzeczywista wypadkowa jest BE. Powierzchnie zakreślone w dwóch po sobie następujących sekundach są ABO i BEO. Widoczne jest że $ABO = BOC$ (trójkąty o równych podstawach i wspólnym wierzchołku) i $BOC = BEO$ więc $ABO = BEO$. Składanie tych dwóch ruchów odbywa się ustawicznie, linia jest dlatego w rzeczywistości nie łamana, ale krzywa ciągła.

I odwrócenie tego twierdzenia jest prawdziwe: Jeśli powierzchnie zakreślone przez promienie wodzące są sobie równe, to ruch odbywa się pod wpływem siły skierowanej stale ku środkowi. Z tych twierdzeń wynika, że przy ruchu kołowym centrum jest środek koła, i że ten ruch może być tylko jednostajny.

Prawa ruchu centralnego ciał niebieskich wykrył Kepler Prócz poznanego, wysnuł ze swoich długoletnich obserwacyi jeszcze dwa; wszystkie trzy znane są pod nazwą praw Keplera. Jeśli przyjmiemy według hipotezy Kopernika, że ziemia obraca się około słońca, to dokładniejsza obserwacya wielkości pozornego promienia słońca (kąt pod którym widzimy z ziemi promień tarczy słonecznej) pouczy nas, że ten promień jest zmienny; przyjmuje mianowicie pośrednie wartości między największą $\alpha_{max.}$ a najmniejszą $\alpha_{min.}$, to znaczy, że ziemia raz bliżej jest słońca, drugi raz dalej. Związek między odległością d ziemi od słońca a kątem α i rzeczywistym promieniem jest $r = d \,.\, tg\alpha = d \,.\, \alpha$, a stąd $d = \frac{r}{\alpha}$ (przyczem α mierzona jest w stopniach łukowych). Odmierzając od stałego punktu S (słońce) odległości d odpowiadając różnym kątom i łącząc końce tych prostych linią ciągłą otrzymujemy elipsą w której ognisku znajduje się słońce. Pierwsze prawo Kepplera opiewa: Ciała niebieskie krążą po elipsach (ogólniej po krzywych rzędu drugiego) w których ognisku jest słońce. Obserwując prędkość ziemi w różnych punktach jej drogi przekonał się Keppler, że jest ona tem większą im większy jest kąt α czyli im bliżej słońca jest ziemia tak, że iloczyn prędkości i promienia wodzącego d jest liczbą stałą, a to jest właśnie treścią powyższego prawa (II).

Dwa pierwsze prawa odnoszą się tylko do jednej planety. Trzecie prawo wiąże z sobą wielkości charakteryzujące ruchy dwóch planet, mianowicie czas obiegu planety około słońca T i średnią odległość planety od słońca. Z długoletnich obserwacyi okazało się że: iloraz sześcianu średniej odległości planety od słońca i kwadratu okresu T jest liczbą stałą K niezależną od planety, a więc $\frac{a^3}{T^2} = K$. Stała K da się obliczyć dla ziemi, znaną jest więc dla wszystkich planet. Ze znanego T jakiejś planety można zatem obliczyć a, jej odległość od słońca.

Zagadnienie: Oblicz stałą K, wyrażając a w km, T w dniach! Wiedząc, że $T_{\text{Wenus}} = 225$ dni, wylicz jej odległość od słońca!

Z faktu, że do ruchu planet stosuje się drugie prawo Kepplera wynika, że między słońcem a każdą planetą, działa jakaś siła ustawicznie skierowana ku ognisku elipsy. Siłę tę centralną nazywamy siłą powszechnego ciążenia. Zadaniem nauki astronomii i dynamiki po odkryciu praw Keplera było z danych w naturze ruchów obliczyć wielkość siły działającej. Zadanie to rozwiązał jeden z geniuszów nauki, Newton. W elementarny sposób da się w ten sposób (nieściśle) wywieść prawo Newtona. Siła centralna S musi się równoważyć z siłą odśrodkową. Ponieważ drogi planet są bardzo zbliżone do kół, więc ta siła $S = \frac{4\pi^2 m a}{T^2}$ (przyczem m oznacza masę planety), co równe jest według trzeciego prawa Kepplera $S = \frac{4\pi^2 m K}{a^2}$ Siłę tę trzeba ponadto przyjąć proporcyonalną do masa słońca M, tak że $S = C \cdot \frac{m M}{a^2}$, gdzie C oznacza liczbę stałą zależną od jednostek siły masy i odległości. Newton rozszerzył to prawo do dwóch jakichkolwiek ciał, gdziekolwiek bądź w przestrzeni, stąd nazwa prawa powszechnego ciążenia: Dwa ciała zachowują się tak, jakgdyby się przyciągały z siłą wprost proporcyonalną do iloczynu z mas a odwrotnie do kwadratu z odległości.

Wyszliśmy w naszych rozważaniach z siły przyciągania ziemskiego; przez szereg szczególnych praw i definicyi drogą indukcyi doszliśmy do prawa bardzo ogólnego, które ważne jest nietylko na powierzchni ziemi, ale wszędzie gdzie istnieją masy materyalne. Możemy teraz pójść odwrotną drogą: na czele postawić to prawo i snuć wnioski. To postępowanie od ogółów do szczegółów nazywa się dedukcą. Siła przyciągania ziemskiego jest tylko szczególnym przypadkiem siły powszechnej. Siła ta bynajmniej nie jest stała, w miarę wzrostu odległości od środka ziemi zmniejsza się ona szybko (jaka jest siła działająca na 1 gr w odległości księżyca? Porównaj ją z siłą odśrodkową poprzednio obliczoną). Jeśli tak, to i przyspieszenie g według drugiej zasady Newtona jest zmienne, a więc spadanie ciał nie jest ściśle ruchem jednostajnie przyspieszonym. (W odległościach nieznaczych obserwacya nie zdoła tego wykryć. Obliczenie stałej C, mierzenie mas ciał niebieskich w astronomii).

Praca, energia.

Sama siła dopiero wtedy w technice i życiu codziennem nabiera znaczenia, gdy działa wzdłuż pewnej drogi. Nic z nam z siły przyciągania działającej na zbiornik wody (staw), jak długo woda stoi, na nic się nie przyda maszyna stojąca, zwierzę nie poruszające się. Dopiero gdy siła przyciągania działa na wodę wzdłuż drogi spadania, gdy siła pary wodnej porusza tłok, gdy koń posuwa wóz (kierat), wtedy stają się dla nas użyteczne, bo pracują. Tem większa zostanie praca wykonana im większa działa siła i im dłuższa była droga. Dlatego pracę definiujemy w fizyce jako iloczyn z drogi i siły działającej wzdłuż tej drogi $P = S.d$. Praca nazywa się „1 erg", jeśli siła 1 dyna działa wzdłuż drogi 1 cm, zaś 1 kgm (kilogramometr) jeżeli 1 Kg działa wzdłuż drogi 1 m. Ponieważ 1 Kg da się łatwo zamienić na dyny 1 kg = 981.000 dyn więc 1 kgm = $9{\cdot}81.10^7$ ergów; 10^7 ergów nazywamy w technice 1 Joule (czytaj Dżul) więc 1 kgm = 9·81 Joulów.

Dla techniki nie jest obojętną rzeczą kiedy praca została wykonaną. Tem dzielniejszy jest robotnik (maszyna, zwierzę) im większą pracę wykonał w jednostce czasu. Miarą dzielności est praca wykonana w 1 sek. Dzielność $D = \frac{P}{sek}$. Jednostką dzielności w technice jest albo 1 kgm/sek albo 1 $Joule/sek$ = 1 Watt (używana w elektrotechnice) albo t. zw. koń parowy (ang. Horse koń power siła) 1 $HP = 75\ kgm/sek. = 736$ Joul./$sek.$ = 736 Wattów.

Praca maszyny która pracuje przez godzinę z dzielnością 1 kilowatta = 1000 Wattów kosztuje 30—60 hl. Ile trzebaby zapłacić za pracę maszyny pracującej z dzielnością 10 HP przez 8 godz.?

Dzielność małej maszynki można zmierzyć w ten sposób: Na oś koła rozpędowego nawinąć sznurek przeprowadzony przez blok; na końcu sznurka zawiesić ciężar dość długi, aby łatwo można zmierzyć czas i drogę i aby zmiejszyć rolę tarcia. Z ciężaru (Q), drogi (d) i czasu (t) obliczymy dzielność D. Ciężar Q zmienić, rezultat pozostanie ten sam.

Pomiary dzielności maszyn technicznych polegają na zastosowaniu definicyi pracy, przedstawiającej geometrycznie powierzchnię prostokąta o bokach S i d, gdy S jest niezmienne. Gdy siła S nie jest stała, jak to zwykle dzieje się przy maszynach parowych, wtedy rozkładam drogę na drobne ułamki mm w obrębie ktorych siłę mogę uważać za stałą, a następnie sumuję (całkuję) małe prostokąty, przedstawiające drobne prace. Taka powierzchnia ograniczona siłą i drogą nazywa się diagramem pracy.

Przykłady: Diagram pracy przy podnoszeniu ciężaru jest powierzchnią prostokąta, przy rozciąganiu sprężyny powierzchnią trójkąta, bo siła potrzebna do jej rozciągnięcia, która z początku jest zerem rośnie proporcyonalnie do wydłużenia (jak o tem możnaby się doświadczalnie przekonać) (fig. 15.) Diagram pracy przy ściskaniu gazu jest ograniczony linią krzywą (o tem przy maszynie parowej).

Zwróćmy naszą uwagę na ciało wykonujące pracę i ciała, na których praca jest wykonywana; człowiek i ciężar podnoszony, sprężyna i kółka zegara, gaz ściśnięty i tłok, woda spadająca i koło młyńskie; oto przykłady takich ciał. Bliższa obserwacya tych zjawisk okazuje, że ciało wykonujące pracę doznaje zmiany, wyczerpuje się, staje się coraz mniej zdolnem do wykonywania pracy; drugie ciało staje się zdolniejszem do pracy. Zdolność jakiegoś ciała do pracy jest ograniczona, gdy ona się wyczerpie, ciało nie może pracować. Zdolność do wykonania pracy nazywamy energią. Z obserwacyi nie tylko prostych powyższych zjawisk, ale i bardzo skomplikowanych, gdy pracują maszyny elektryczne, cieplne, chemiczne, wynika, że energia ciała pracującego zmniejsza się, drugiego zaś rośnie. Obrazowo można powiedzieć, że energia przenosi się z jednego ciała na drugie. Fizyka nie może na tem poprzestać, musi zbadać jaka część energii przenosi się, co się z nią wogóle dzieje. Zagadnienie to rozwiązane zostało przez przez Roberta Meyera lekarza niemieckiego w połowie poprzedniego stulecia. Przy wszelkich zjawiskach suma energii w układzie zamkniętym dla energii jest niezmieniona. To jest zasada zachowania energii, która wydała nadzwyczajne rezultaty naukowe nie tylko w dziedzinie fizyki, ale i wszystkich nauk przyrodniczych. Jako zasada jest rezultatem długich i żmudnych dociekań doświadczalnych. Dotąd nie znamy zjawiską, któreby stało w sprzecznością z tą ważną zasadą. Można z niej drogą dedukcyi wysnuć prawa ważne dla poszczególnych zjawisk, z czego zrobimy użytek przy mechanice ciał sztywnych.

Każde zjawisko w wszechświecie, każda zmiana w przyrodzie jest tylko przenoszeniem energii z jednego ciała na drugie. Formy jej mogą być różne: energia kinetyczna ciała poruszającego się, potencyalna ciała odkształconego, cieplna, elektryczna, chemiczna, świetlna. Nas interesują na razie dwie pierwsze formy. Chcemy wiedzieć od jakich czynników i jak zależy energia kinetyczna E_k i potencyonalna E_p. W każdym razie $E_k = f\,(m, v)$ nie zależy od barwy, ani woni, ale jedynie od masy i prędkości ciała. Chcąc znaleść kształt tej funkcyi weźmy pod uwagę n. p. kulę o masie m w ruchu, z prędkością v trafiającą w grube drzewo. Kula ma pewną zdolność do wykonania pracy i wykonuje ją, przebijając drzewo. Obliczmy tę pracę a będziemy mieli miarę zdolności do pracy czyli energii kuli. Ruch kuli w drzewie możemy uważać za jednostajnie opóźniony z opóźnieniem γ więc droga $s = \frac{v^2}{2\gamma}$ a siła z jaką działać musi kula, aby pokonać opór drzewa mierzy się wielkością oporu a więc iloczynem m i γ zatem $S = m\,.\,\gamma$, stąd praca wykonana, a więc i energia kinetyczna $E_k = m\gamma\,.\,\frac{v^2}{2\gamma} = \frac{m\,v^2}{2}$ ergów. Energia kinetyczna systemu mas m_1, m_2, m_3... jest równa sumie poszczególnych energii $E_k = \frac{m_1\,v_1^2}{2} + \frac{m_2\,v_2^2}{2} + \ldots = \sum \frac{m\,v^2}{2}$ ergów.

Energia potencyonalna to jest zdolność do wykonania pracy wskutek zmiany położenia. Sprężyna naciągnięta, ciało leżące w pewnej wysokości nad poziomem, gaz zgęszczony mają energię potencyonalną. Tylko w prostych wypadkach można ją wyrazić przez formuły matematyczne. Ciało m leżące w pewnej wysokości h nad poziomem spadając jest zdolne do wykonania pracy $mg \,.\, h$, a ponieważ ciało wykona tylko taką pracę, do jakiej zdolne było więc $E_p = mgh$. W mechanice zasada zachowania energii przybiera postać prostszą. Suma energii kinetycznej i potencyalnej jest stała. Kilka przykładów pouczy, jak stosować tę zasadę:

Ciało spadając z wysokości h zamienia swoją energię potencyalną w kinetyczną, o ile po drodze nie wykonało jakiejś pracy, a więc $mgh = \frac{m\,v^2}{2}$ a stąd prędkość w chwili spadania $v = \sqrt{2gh}$ co można wywieść z praw ruchu jednostajnie przyspieszonego. 2) Ciało rzucone z prędkością c pionowo w góę osiąga wysokość h dającą się obliczyć z $\frac{m\,c^2}{2} = mgh$; $h = \frac{c^2}{2g}$. 3) Z łuku wystrzelono strzałę o masie m *gr.* Z jaką prędkością wyleci i jak wysoko, jeśli do napięcia cięciwy użyto siły p *kg.* Miarę energii potencyalnej cięciwy napiętej jest praca potrzebna do jej naciągnięcia, $\frac{p}{2} \,.\, a$ *kgm* $= \frac{p}{2} \,.\, a \,.\, 9{\cdot}81 \,.\, 10^7$ ergów, która równa się energii kinetycznej $\frac{m\,c^2}{2}$, a więc $\frac{p}{2} \,.\, a \,.\, 9.81 \,.\, 10^7 = \frac{m\,c^2}{2} = mgh$ a stąd łatwo wyrachować c i h ($m = 200$ gr, $a = 30$ cm, $p = 50$ kg).

II. Mechanika ciał sztywnych.

Punkt materyalny jest tylko fikcyą a wprowadziliśmy go do mechaniki punktu, aby uprościć jej zagadnienia. Teraz po pewnem przygotowaniu możemy się zająć mechaniką ciał sztywnych. C i a ł o s z t y w n e d e f i n i u j e m y j a k o s y s t e m p u n k t ó w m a t e r y a l n y c h, k t ó r y c h w z a j e m n e j o d l e g ł o ś c i ż a d n ą s i ł ą n i e m o ż e m y z m i e n i ć. Takich ciał wprawdzie niema, bo nawet najtwardszy dyament daje się rozłupać albo szlifować, ale ciała te bardziej zbliżają nas do rzeczywistości, aniżeli punkt materyalny. Ciało sztywne może wykonać ruch postępowy, albo obrotowy, albo też równocześnie oba razem. Zajmijmy się najpierw pierwszym.

Ciało sztywne wykonuje ruch postępowy, jeżeli tory wszystkich punktów są równoległe. Ruch może być albo jednostajny albo zmienny i prawa tych ruchów, które stosowaliśmy do ruchu punktów, stosują się tu do systemu punktów. Aby ciało wykonywało ruch postępowy, umieszczamy je często w stosownem sztywnem otoczeniu n. p. tłok w rurze. Dynamika ruchu postępowego ciała sztywnego wynika z dynamiki punktu. Pierwsza zasada i trzecia bez zmiany da się zastosować, bo stosowaliśmy je dotąd do ciał sztywnych. Według drugiej zasady siły działające na poszczególne punkty o masach m_1, m_2, m_3... są: $S_1 = m_1, \gamma_1$, $S_2 = m_2, \gamma_2$, $S_3 = m_3, \gamma_3$,... ponieważ zaś drogi punktów mają być równoległe, więc i prześpieszenia są równe (jak?), a zatem $S = (m_1 + m_2 + m_3 + \ldots) \gamma = M . \gamma$, przyczem M oznacza masę wszystkich punktów materyalnych, S siłę działającą na całe ciało. Miarą siły działającej na ciało sztywne, odbywające ruch postępowy, jest iloczyn z masy ciała i przyśpieszenia. Możemy więc dynamikę ruchu postępowego ciała sztywnego rozważać jako dynamikę punktu, jeżeli całą masę, na którą działa siła będziemy uważali jako skupioną w jednym punkcie (t. z. środku mas). Naturalnie i odwrotnie; jeśli przyśpieszenia sił działających na punkty materyalne są równe ciało wykonuje tylko ruch postępowy. Jaki więc ruch wykona kula żelazna, spadając? Jaki ruch wykonałaby kula drewniana, połączona stale z gęsiem piórkiem, z deszczułką lekką, gdyby nie było powietrza, a jaki wykonuje rzeczywiście? Jaki ruch wykonywałaby kula armatnia, gdyby nie było powietrza?

Ruch obrotowy wykonuje ciało, jeśli wszystkie punkty zakreślają koła współśrodkowe w płaszczyznach prostopadłych do prostej (oś) łączącej środki wszystkich kół.

Przy omawianiu mechaniki ruchu obrotowego musimy postąpić tak, jak przy mechanice punktu a więc: najpierw zdefiniować wielkości charakteryzujące różne ruchy obrotowe i wywieść związki między niemi zachodzące, następnie podporządkować go trzem zasadom Newtona.

Zaczniemy od ruchu jednostajnego. Nie ma tu mowy o takiej prędkości, jak przy ruchu postępowym, bo każdy punkt ma tem większą prędkość im dalej jest od osi. Jako prędkość ruchu obrotowego ω definiujemy prędkość punktu w odległości 1 od osi, (można ją przedstawić odcinkiem). Wskutek tej definicyi znane są odrazu prędkości punktów w odległości 1, 2, 3... i wynoszą $v_1 = 1 . \omega$, $v_2 = 2 . \omega$... $v_r = r\omega$ i znany jest związek między drogą a czasem każdego punktu $s_r = r . \omega . t$. Znając wielkość charakterystyczną dla jednostajnego ruchu obrotowego ω możemy wyznaczyć położenie punktu w każdej chwili.

Zagadnienie: średnica koła wozu kolejowego wynosi 60 cm; Jaka jest prędkość kątowa, jeśli wóz porusza się z prędkością 15 m/s? Oblicz tę prędkość dla swego roweru, gdy $c = 5\,m/s$.

Gdy prędkość kątowa wzrasta w każdej sekundzie o stałą wielkość, wtedy ruch obrotowy jest jednostajnie przyśpieszony. Przyrost prędkości kątowej w jednej sekundzie nazywamy przyspieszeniem kątowem γ_o. To jest wielkość charakteryzująca ruch obrotowy jednostajnie przyspieszony i jeśli ona jest dana, ruch cały łatwo opisać. Przyspieszenie γ_r któregokolwiek punktu w odległości r od osi jest r razy większa niż γ_o więc $\gamma_r = r . \gamma_o$. Łatwo także wyprowadzić wzory na prędkość w chwili t, i drogę odbytą w czasie t analogicznie do wzorów w mechanice punktu. $v_r = r\gamma_o . t$, $s_r = \frac{r\,\gamma_o}{2} . t^2$.

Zagadnienie: zestaw w tabliczce wzory odnoszące się do ruchu postępowego i obrotowego. Wymień kilka przykładów ruchu jednostajnie przyspieszonego i opóźnionego! (toczenie się koła po pochyłości).

Ruchy obrotowe mogą być niejednostajnie zmienne n. p. harmonicznym jest ruch kółka przy zegarku kieszonkowym. Bliżej już nie będziemy się nimi zajmowali.

Dynamikę ruchu obrotowego zaczniemy od drugiej zasady t. zn. od związku jaki istnieje między przyśpieszeniem kątowem mas, a siłą działającą. Ten związek wyprowadzimy dla prostego przypadku z zasady zachowania energii a następnie sprawdzimy doświadczeniem. Na wał kółka mosiężnego osadzonego na osi (może być i dowolne ciało) nawijamy sznurek z ciężarkiem (fig. 16). Siła przyciągania ziemskiego wykonuje przy spadaniu ciężarka w pewnym czasie pracę $S . h = S . \frac{\gamma_r\, t^2}{2} = S . \frac{r\,\gamma_o\, t^2}{2}$ (przyczem γ_r jest przyśpieszeniem ciała spadającego i punktów w odległości r od osi) która całkowicie zamienia się w energię kinetyczną ruchu obrotowego ciała sztywnego. Ale ta, jak wiemy, równa się sumie energii kinetycznych punktów materyalnych

$$E_k = \frac{m_1 v_1^2}{2} + \frac{m_2 v_2^2}{2} + .. = \frac{m_1 r_1^2 \omega^2}{2} + \frac{m_2 r_2^2 \omega^2}{2} + \ldots =$$

$$= \frac{\omega^2}{2} \left(m_1 r_1^2 + m_2 r_2^2 + \ldots \right)^2 = \frac{\omega^2}{2} \sum m r^2 = \frac{\omega^2}{2} . B$$

przyczem B jest skróceniem dla sumy z iloczynu mas i kwadratu odległości od osi, a ω jest prędkością kątową po upływie czasu t, więc równe $\omega = \gamma_o . t$. Stawiając jedno równe drugiemu otrzymujemy

$$\frac{\gamma_o^2 t^2}{2} . B = S . \frac{r \gamma_o t^2}{2} \quad \text{a stąd } \gamma_o = \frac{S . r}{B} = \frac{S r}{\Sigma m r^2}$$

Jest to treść drugiej zasady dynamicznej, analogiczna do tej samej zasady w mechanice punktu; przyśpieszeniu γ odpowiada tutaj przyspieszenie kątowe, sile — iloczyn z siły i jej odległości od osi $S r$, masie — suma utworzona z iloczynów mas i kwadratu odległości od osi $B = \Sigma m r^2$. Wyrażenie $S . r$ nazywamy momentem siły względem osi obrotu O, wyrażenie $B = \Sigma m r^2$ momentem bezwładności względem tej osi. Momenty sił są przeciwne, jeśli wywołują ruchy obrotowe w przeciwnych kierunkach. Aby znaleść przyśpieszenie kątowe trzeba znać nietylko siłę i masę, ale i rozmieszczenie tej masy około osi celem obliczenia wyrażenia $B = \Sigma m r^2$. Zdawałoby się rzeczą niemożliwą zsumować te wyrażenia, ale przy pomocy rachunku całkowego w przypadkach regularnych ciał geometrycznych, a doświadczalnie w przypadku brył nieregularnych można je z łatwością obliczyć. Jeśli R oznacza promień, a M masę ciała to

dla walca jest $B = \frac{1}{2} M R^2$ (oś jest identyczna z osią walca)

dla kuli jest $B = \frac{2}{5} M R^2$ (oś przez środek kuli)

dla prostokąta jest $B = \frac{1}{3} M l^2$ $\left\{ \begin{array}{l} \text{oś jest identyczna z jednym bokiem} \\ l \text{ jest drugim bokiem.} \end{array} \right\}$

Doświadczalnie można stwierdzić treść drugiej zasady na spadkownicy Atwooda, jeśli będziemy używali kółek (walców o stałej grubości δ z rowkiem na pobocznicy) o różnych promieniach r_1 r_2 r_3, a więc i różnych masach i momentach bezwładności.

Zagadnienie: Oblicz doświadczalnie moment bezwładności kółka przy spadkownicy Adwooda z odczytanych wielkości r, γ_r i S.

Gdy zamiast jednej siły działa ich więcej, wtedy w licznik powyższego wyrażenia wchodzi suma momentów sił $\Sigma\, S r$.

Gdy na ciało sztywne będące w ruchu obrotowym nie działa żaden moment sił, wtedy i przyśpieszenie jest zerem, ciało obraca się z stałą prędkością kątową. Wysławiamy tę pierwszą zasadę w ten sposób: Jeśli na ciało będące w ruchu obrotowym nie działają żadne momenty sił (a siły mogą działać?) to ono porusza się z stałą prędkością kątową zachowując płaszczyznę ruchu punktów (albo kierunek osi niezmieniony). Tem stalszy jest ten ruch im większą jest prędkość kątowa i moment bezwładności (czemu?). Bąk który nie utrzyma się na osi pionowej, wprawiony w ruch obrotowy przez długi czas stoi (jak rozmieszczona jest masa?) Rower, oś ziemska, koła rozpędowe przy maszynach illustrują dostatecznie powyższą zasadę. Celem utrzymania stalszej równowagi na okrętach i w tramwajach jednoszynowych pomieszcza sie na ich dnie na osiach pionowych koła o dużym momencie bezwładności i maszynami wprawia się je w ruch. Na tej zasadzie polega też bezpośredni dowód obrotu ziemi dookoła osi. Wahadło, (lub koło rozpędowe maszynki dynamoelektrycznej zawieszonej pionowo na sznurze) wykonuje ruch obrotowy około osi prostopadłej do płaszczyzny wahnienia. Przy obrocie ziemi płaszczyzna wahnień pozostaje niezmieniona, pozornie więc obraca się około osi pionowej. Więcej o tem wahadle Foucault'a w astronomii.

Trzecia zasada opiewa: gdy jedno ciało nadaje drugiemu o momencie bezwładności B przyśpieszenie kątowe Γ_o to nawzajem doznaje przyspieszenia kątowego γ_o odwrotnie proporcyonalnego do jego momentu bezwładności b. Działanie jest równe przeciwdziałaniu $b\gamma_o = B . \Gamma_o$). Jeśli zegarek położymy na stole, to niespostrzegamy jego ruchu, ale jeśli położymy go na podstawie zawieszonej na nitce, to każdym razem, gdy sprężyna złączona stale z zegarkiem nada kółku wahadłowemu przyspieszenie w jednym kierunku, sam zegarek obraca się w kierunku przeciwnym (można uwidocznić przy pomocy lusterka ustawionego na zegarku!)

Ogólne zadanie mechaniki ciał sztywnych jest następujące: **Dane są siły działające na ciało sztywne, wyznaczyć przyspieszenie ruchu postępowego i obrotowego. a więc położenie ciała w każdej chwili; albo rzadziej odwrotnie z danych ruchów wyznaczyć siły działające.** Zanim przystąpimy do rozwiązania najprostszego zagadnienia, trzeba nauczyć się składać siły, działające na ciało sztywne, a więc nie na jeden punkt materyalny. Siła wypadkowa musi wywołać nie tylko takie same przyspieszenia ruchu postępowego, jak w mechanice punktu (nie uwzględniamy odkształcenia ciał sztywnych), ale i takie same przyspieszenia kątowe, a stąd wynika, że

$$\left(\gamma_o = \frac{S_1 r_1 + S_2 r_2 + \ldots}{B} = \frac{S.R.}{B}\right)$$

$SR = S_1 r_1 + S_2 r_2 + \ldots$ moment siły (S) wypadkowej względem jakiejkolwiekbądź osi musi być równy sumie momentów sił składowych (S_1 S_2 $S_3 \ldots$) względem tej samej osi. Do jednoznacznego składania sił potrzeba jeszcze jednej zasady, która wynika z powyższej definicyi ciała sztywnego. **Dwie siły przeciwnie działające na ciało sztywne wzdłuż tej samej prostej nie wywołują żadnego przyspieszenia.** Stąd odrazu wypływa, że punkt zaczepienia siły można dowolnie przesunąć w kierunku działania tej siły.

Rozróżnimy kilka przypadków składania sił:

1. Dwie siły działają pod kątem w punkcie A i B. (fig. 17) Przesuńmy je w ich kierunku tak, aby się przecięły w O i wyznaczmy wypadkową S wedlug zasady składania sił, następnie przesuńmy jej punkt zaczepienia do prostej AB. Siła S ma nie tylko tę własność, że wywołuje takie same przyspieszenie γ, jak S_1 i S_2 razem, ale moment jej względem jakiejkolwiekbądź osi jest równy sumie momentów sił S_1 i S_2 względem tej samej osi n. p. w najprostrzym przypadku względem osi C jest $S.0$ zaś $S_1 r_1 - S_2 r_2 = O$. Siła S i siły S_1 S_2 są równoważne.

2. Siły działają równolegle i zgodnie. Wypadkowa $S = S_1 + S_2$ aby wywołała takie same przyspieszenie γ, jak obie siły S_1 i S_2. Aby zaś i moment siły wypadkowej względem jakiejkolwiek osi był równy sumie momentów sił skladowych względem tej samej osi, umieszczamy jej punkt zaczepienia w takim miejscu C, by

$AC. S_1 = BC. S_2$. Jeżeli w punkcie C przyczepimy zamiast siły S siłę równą S, ale przeciwną, to działanie wszystkich trzech sił się znosi. Siły są w równowadze.

> Zagadnienia: Wykaż, że względem każdej osi, przechodzącej przez punkty odcinka S momenty sił S_1 i S_2 są równe. Wykaż, że względem każdej osi moment siły S równa się sumie momentów sił S_1 i S_2.

3. Siły działają równolegle w przeciwnych kierunkach. (fig. 19) Wypadkowa siła równa się oczywiście różnicy sił $S = S_1 - S_2$ i działa w kierunku siły większej. Punkt zaczepienia nie może leżeć między A i B, (dlaczego?) lecz poza B w takim punkcie C, że znowu $S_1. BC = S_2. AC$. Tylko wtedy momenty sił względem którejkolwiek osi są równe. (Udowodnij!) Jeśli zamiast S umieścimy w C siłę równą, ale przeciwną, działania trzech sił znoszą się. Siły są w równowadze.

> Zagadnienia: Wyprowadź przypadek 3) z warunku równowagi w przypadku 2!) Znajdź siłę wypadkową sił 4 kg. i 5 kg. działających w kierunkach przeciwnym w odległości 20 cm.

4. Gdy siły są równe i przeciwne, wypadkowa jest zerem, (fig. 20) więc ciało nie będzie wykonywało ruchu postępowego, mimo, że nie jest przytwierdzone w żadnym punkcie; ale pozostaje moment obu sił wobec jakiejkolwiekbądź osi prostopadłej do płaszczyzny przechodzącej przez obie siły, moment, jak to łatwo wykazać można równy $Sr_1 + Sr_2 = S. (r_1 + r_2) = S. d.$ iloczynowi siły i odległości sił. Ten moment powoduje ruch obrotowy zmienny. Takie dwie siły stanowią „parę sił". Można użyć do wykazania „pary sił" t. z. młynka Segnera (małego, ze szkła), zawieszonego na sznurku. Młynek tylko się obraca, dopiero, gdy pchniemy go palcem z boku (zwiększymy jedną siłę) posuwa się też naprzód. (magnes zawieszony na nitce.)

Gdy na ciało działa więcej sił w jednej płaszczyźnie, składamy je według wyłożonych reguł.

Może zajść także i odwrotny wypadek: jedną siłę możemy zastąpić kilkoma. Jak rozwiązać takie zagadnienia okażemy później na jednym przykładzie.

Siły działające na ciało sztywne wywołują w ogólności ruch postępowy i obrotowy. Ale dla każdego ciała można znaleść **punkt taki** (leżący w masie lub poza masą ciała), **że siła, której kierunek przechodzi przez ten punkt, wywo-**

łuje ruch tylko postępowy. Ten punkt nazywamy **środkiem masy**. W ciałach geometrycznie regularnych (n. p. koło, walec, kula) i jednorodnych punkt ten leży w środku ciała, w innych można go znaleść rachunkiem całkowym, w ciałach zaś nieregularnych, doświadczalnie. Mianowicie, jeśli każemy działać na wszystkie punkty ciała sztywnego siłom przyciągania ziemskiego, równoległym do siebie, to kierunek wypadkowej, znalezionej wedle wzoru 2, przechodzi przez takie punkty, że moment jej względem osi przechodzących przez te punkty jest zerem. Każmy teraz działać siłom przyciągającym w innym kierunku równolegle, albo, co na jedno wychodzi, zmieńmy położenie ciała względem pionu, to znowu wypadkowa ma tę samą własność, co powyżej i t. d. Ale wszystkie te wypadkowe — co można udowodnić — przechodzą przez jeden punkt, mający sam jeden w ciele własność, że moment każdej takiej wypadkowej, względem osi przechodzącej przez ten punkt jest zerem. Ruch więc jest postępowy. W tym szczególnym przypadku punkt ten nazywa się **środkiem ciężkości; przez ten punkt przechodzi wypadkowa wszystkich sił składowych przyciągania ziemskiego**. Jeżeli więc chcemy zrównoważyć siłę przyciągania ziemskiego, każemy działać na ciało sile, przechodzącej przez środek ciężkości; (zawieszamy, albo podpieramy je). Kierunki sznurka, na którym wisi ciało (w różnych położeniach względem pionu) przedłużone, przecinają się w środku ciężkości. Ponieważ siły ciężkości, działające na różne punkty materjalne, o masach m_1 m_2 m_3... różnią się tylko stałą g, więc ten środek ciężkości, jest zarazem środkiem mas. Umiejąc składać dowolne siły i wyznaczać środek mas, możemy w bardzo szczególnych przypadkach rozwiązać zagadnienia mechaniki ciał sztywnych.

Dane niech będą siły, działające w jednej płaszczyźnie na ciało, symetryczne względem osi prostopadłej do tej płaszczyzny (walec, kula, szpula na nici itd. Jak opisać ruch ciała? Siły poszczególne składamy wedle znanych reguł w jedną wypadkową S, która, działając w punkcie A, wywołuje w ogólnym przypadku ruch postępowy i obrotowy; trzeba ją więc rozłożyć na siłę taką, któraby wywołała tylko ruch postępowy i parę sił, któraby wywołała tylko ruch obrotowy około osi M, przechodzącej przez środek masy. Połowę siły S. (fig. 21.) zostawiamy w A a drugą połowę $\frac{S}{2}$ zastępujemy przez dwie równoważne siły: jedną S działającą w środku masy M, drugą $\frac{S}{2}$ działającą w punkcie B, przyczem $AM = BM$. Siła S wywoła przyspieszenie $\gamma = \frac{S}{M}$, przyczem M jest masą ciała, zaś para sił wywoła przyspieszenie kątowe $\gamma_o = \frac{S \,.\, d}{B}$ przyczem B jest momentem bezwładności względem osi przechodzącej przez M, d zaś odległością sił. Stąd można obliczyć odpowiednie prędkości i drogi odbyte ruchem jednostajnie przyspieszonym w czasie t, pod warunkiem jednak, że moment siły wypadkowej i moment bezwładności w tym czasie nie uległ zmianie.

Jako przykład praktyczny może posłużyć ruch, jaki wykonuje szpulka nici, tocząca się po gładkiej powierzchni, jeśli wzdłuż odwijanej nitki działa S. Jak mierzyć tę siłę?

Statyka ciał sztywnych.

Szczególny przypadek mechaniki zachodzi wtedy, gdy ciała nie otrzymują przyspieszenia, mimo, że działają na nie siły. Działania tych sił znoszą się. Następuje to tylko wtedy, gdy $\gamma_o = O$, i $\gamma = o$ czyli, gdy $S = o$ i $S_1\, r_1 + S_2\, r_2 + S_3\, r_3 + \ldots\, O$, suma momentów sił jest zerem (czemu muszą być przynajmniej dwie siły?)

Na szczególną uwagę zasługuje równowaga ciała spoczywającego, na które działa siła ciężkości i siły wywołane odkształceniem nitki, podstawy i t. d. Aby ciało było w równowadze, zawieszamy je, albo podpieramy je w jednym punkcie, lub też w całej płaszczyźnie. Ciało zawieszone jest w równowadze, jeśli środek cieżkości znajduje się poniżej punktu zawieszenia, na przedłużeniu nitki (czemu? co powstaje w każdym innym przypadku?) Ciało, podparte w jednym punkcie, może być w równowadze stałej chwiejnej, lub obojętnej. Rownowagę nazywamy stałą, jeśli ciało wychylone z pewnego położenia wraca do niego; jeśli zaś wychylone, zajmuje inne położenie, wtedy jest rownowaga chwiejna, a wreszcie obojętna, jeśli zajmuje każde położenie, jakie mu nadamy. Równowaga jest stała, jeśli środek ciężkości znajduje się poniżej punktu podparcia, bo powstały wskutek wychylenia moment siły zawraca je do pierwotnego położenia. Gdy środek ciężkości jest powyżej punktu podparcia, równowaga jest chwiejna (czemu, kiedy obojętna i dlaczego?)

Gdy ciało spoczywa na szerokiej podstawie, równowaga może być więcej lub mniej stała. Im trudniej ciało sprowadzić do takiego położenia, z którego przechodzi w zupełnie inne położenie (przewraca się), tem równowaga jest stalsza.

Ciężar całego ciała możemy sobie wyobrazić, skupiony w środku ciężkości *M*. Gdy ciało obrócimy około krawędzi *A*, (fig. 22.) tak że środek ciężkości znajdzie się poza pionem, ciało się przewraca. Im większy kąt *M Ay*, tem trudniej to zrobić, a kąt jest tem większy, a więc i równowaga stalsza, im niżej leży środek ciężkości (jak to widać na fig.) i im dalej leży od pionu, czyli im szersza podstawa.

Maszyny proste.

Gdy na ciało działają dwie siły (lub więcej) równoważące się, ciało albo jest w spoczynku, albo porusza się z prędkością stałą i odwrotnie: gdy ciało jest w ruchu jednostajnym, siły działające są w równowadze. Te wnioski pozwalają nam badać warunki t. z. maszyn prostych. Praca, jak mówiliśmy, przenosi się z jednego ciała na drugie rzadziej bezpośrednio, częściej za pośrednictwem przyrządów, zwanych maszynami. Pośrednictwo to ma na celu ułatwienie nam pracy, a nigdy zmniejszenie jej. Ponieważ we wzór na pracę wchodzą czynniki: siła i droga, równa iloczynowi prędkości i czasu, więc ułatwienia w wykonaniu pracy polegają na tem, że albo się zmienia kierunek siły działającej, albo wielkość jednego z czynników kosztem drugich. W t. z. bloku zmieniamy kierunek siły, zostawiając wielkość czynników niezmienioną, przy pomocy maszyny do szycia skracamy znacznie czas pracy, kosztem większej siły i prędkości, przy podnoszeniu wielkich ciężarów zmniejszamy znowu siłę, kosztem prędkości i czasu. Każda, najzawilsza nawet maszyna da się rozłożyć na proste, elementarne maszyny: dźwignię, blok, kołowrót, płaszczyznę pochyłą, śrubę i klin.

Dźwignia (fig. 23.) jest to dowolne ciało sztywne obracalne około stałej osi, która znajduje się albo między punktami, zaczepienia siły pracującej, a siły mającej być przezwyciężoną (czyli oporu, dźwignia dwuramienna) albo poza punktami zaczepienia tych sił (dźwignia jednoramienna).

Równoważy się siła i opór wtedy, gdy momenty ich są równe, a więc $S. p. = Q. q$, czyli siła równa się iloczynowi z oporu i stosunku ramienia oporu do ramienia siły $S = Q. \frac{q}{p}$. Ten współczynnik $\frac{q}{p}$ nazwiemy współczynnikiem równowagi u dźwigni. Jest to więc liczba (mniejsza, równa, lub większa od jednego) przez którą należy pomnożyć opór, aby otrzymać siłę. Łatwo można udowodnić, że przy dźwigni praca wykonana przez jedno ciało przenosi się przez dźwignię na drugie, że więc w tym samym stosunku, w jakim zmniejszyła się siła, zwiększy się droga, wzdłuż której działa. tak że iloczyn siły i drogi równa słę iloczynowi oporu i drogi. W przypadku szczególnym, gdy mamy pokonać opór, stawiany przez siłę ciężkości (podnoszenie ciężaru przez człowieka), trzeba także brać pod uwagę rozmieszczenie masy samej dźwigni, chyba że oś przechodzi właśnie przez środek masy. Zastosowania: waga, podnoszenie ciężarów, nożyczki, taczki, dziadek do orzechów i t. d.

Waga jest dźwignią dwuramienną równoramienną ($p = q$) która służy do porównywania mas dwu ciał. Ponieważ bowiem w równowadze momenty obu ciężarów (nie mas) są sobie równe, więc $m_1\, g\, p = m_2\, g\, p$, stąd $m_1 = m_2$: gdy waga jest w równowadze masy ciał są równe. Dokładnie opisz wagę! Jakie warunki musi spełnić dobra waga?

Miarą czułości wagi jest ten najmniejszy ciężar, który potrafi jeszcze wychylić języczek wagi o jedną kreskę. Kąt wychylenia α zależy (wyprowadzić znanym sposobem) w znany sposób od innych wielkości: $tg\ \alpha = \frac{p.\ l}{Q.\ s}$, przyczem l jest długością ramienia, p nadwyżka z jednej strony wagi, Q ciężar belki z talerzami, s odległość środka ciężkości od osi. Jeżeli położymymy $Q = l.\ q.\ \delta$, przyczem q oznacza przeciętny przekrój tego ciężaru, δ ciężar 1 cm^3 danego ciała, to $tg\ \alpha = \frac{p.\ l.}{l.\ q.\ \delta.\ s.} = \frac{p.}{q.\ \delta.\ s.}$ Odczytaj tę zależność słowami i porównaj z konstrukcyą wagi analitycznej!

Do porównania bardzo dużych mas używa się rzadko t. z. wagi rzymskiej, nierównoramiennej, której konstrukcya wynika z teoryi dźwigni, częściej zaś używamy wagi pomostowej. Konstrukcya jej wynika z dwu warunków, które ona musi spełnić. 1. Gdziekolwiek położymy ciało na górnym pomoście mamy z ważenia otrzymać ten sam rezultat, 2) Waga ma być dziesiętna t. z. ciężarki mają być 10 (100, 1000...) razy mniejsze niż ciężar Q. Z pierwszego warunku wynika, że pomost musi się przesuwać równolegle, bo praca wykonana Q. x wzdłuż drogi x przez ciężar Q musi być niezależna od położenia Q. Wskutek tego punkty B' i B, a tak samo E obniżają się o x. Dźwignia $D'F$ obróci się około F, więc D' i D obniżą się o y. Dźwignia AD zajmie położenie kreskowane $A'G$. z podobieństwa trójkątów $\triangle\, CGD \backsim \triangle\, CHB$ i $\triangle\, EE'F \backsim \triangle\, D'FG'$ wynika, że: $FD' \cdot FE = CD : CB = x : y$. Odczytaj to słowami.

Z warunku 2. wynika $Qx = \frac{Q}{10} AA'$ a stąd, z powodu podobieństwa trójkątów $\triangle\, ACA' \backsim \triangle\, HCB$, $AC = 10\, BC$.

Kołowrót może być uważany za dźwignię równoramienną, przyczem jednak trzeba mieć na uwadze, że siły nie działają w jednej płaszczyźnie, wskutek czego powstają momenty, usiłujące oś wyrzucić z łożyska. Współczynnik równowagi równa się $\frac{r}{R}$.

Blok stały (fig. 25.) jestto kółko ze stale umocowaną osią i z rowkiem na obwodzie, przez który przeprowadzony jest sznur. Ponieważ istnieje duże tarcie pomiędzy sznurem a kółkiem, więc kółko się obraca (jak urządzony byłby blok, gdyby nie było tarcia?) Siła przenosi się bez zmiany wielkości wzdłuż sznura, więc w równowadze $S = Q$. Nacisk, jaki wywarty zostaje na blok, łatwo wyszukać z równoległoboku sił według figury. Przy bloku ruchomym oś jest ruchoma, sznur przechodzi przez rowek pod kółkiem a na oś działa siła Q. Tę siłę rozkładamy na dwie składowe, z których jedna zostaje przezwyciężona siłą S., druga oporem nitki.

Zagadnienie: Znajdź warunki równowagi w powyższych przypadkach, gdy sznury są równoległe. Współczynnik równowagi? Opisz bloki złożone!

Dalszą maszyną prostą jest płaszczyzna pochyła. Wyjaśnij w jaki sposób ułatwia pracę? Wyprowadź warunki równowagi! Zastosowania. Warunki równowagi klinu dadzą się sprowadzić do płaszczny pochyłej (Jak?)

Ruch względny śruby i mutry jest postępowy i obrotowy. Gdy mutrę osadzimy stale, śruba obracając się, przesuwa się podnosząc n. p. ciężar, ściskając podstawę i t. d. Warunek równowagi śruby podnoszącej ciężar Q da się z łatwością wyprowadzić. Po jednym obrocie ciężar podniósł się o wysokość kroku k śruby, siła działa wzdłuż obwodu śruby (jak?), więc $S.\,o = Q\,k$, czyli $S = Q.\frac{k}{o}$

Naturalnie przy skomplikowanych maszynach trzeba umieć maszyny pojedyncze złożyć razem. Uskutecznia się to w różny sposób, albo za pomocą zębów na obwodach kół wchodzących w siebie, albo za pomocą pasów transmisyjnych. Rozłóż jakąś maszynę znaną na części i podaj sposoby łączenia maszyn prostych. Z zasady zachowania wynika, że maszyny nie tworzą pracy, tylko ją w całości (pominąwszy tarcie) przenoszą. Współczynnik równowagi znajdziemy więc łatwo, nie znając nawet wewnętrznego skomplikowanego mechanizmu, zakrytego przed nami. Równa się bowiem stosunkowi drogi odbytej przez opór i przez siłę pracującą.

O tarciu.

Zbliżymy się znowu o krok do rzeczywistości, jeżeli przy ruchach uwzględnimy tarcie. Gdy ciało sztywne suniemy po powierzchni, musimy użyć większej lub mniejszej siły, aby pokonać opór stawiany przez tarcie, tem mniejszej, im gładsze są powierzchnie. Aby ten czynnik uwzględnić rachunkiem weźmy równoległościan z drzewa o gładkich ścianach i połóżmy go na gładkim stole; od równoległościanu idzie przez blok sznur, na końcu którego zawieszamy taki ciężarek p, aby właśnie równoległościan zaczął się ruszać. Stosunek tego ciężarka do ciężaru równoległościanu nazywamy współczynnikiem tarcia $K = \frac{p}{P}$. Gdy równoległościan położymy na innej ścianie, to ciężarek p a więc i współczynnik tarcia nie ulega zmianie (dlaczego?), więc **współczynnik tarcia nie zależy od wielkości powierzchni danego ciała.** Ma on różne wartości dla różnych ciał n. p. dla żelaza K = 0·2, drzewa K = 0·3 = 0·5. Znając współczynnik tarcia i ciężar ciała możemy zawsze obliczyć wielkość siły potrzebnej na pokonanie tarcia. W technice staramy się tarcie zmniejszyć. Osiągamy to przez smary, a przedewszystkiem przez zastąpienie ruchów posuwistych obrotowymi (koła u wozu, pociągu i t. d.) Przy ruchu obrotowym zależy współczynnik tarcia od promienia koła, zmniejsza się z wzrostem promienia. Dla kół na szynach kolejowych wynosi okrągło K. 0·004, dla kół na gościńcu bitych od 0·04 — 0·07 (przy złych drogach znacznie więcej).

Łatwo można obliczyć K przy pomocy płaszczyzny pochyłej: Położmy na niej ciało i nachylajmy ją tak długo aż ciało zacznie się posuwać na dół to $K = \frac{p}{P} = \frac{Q \sin \varphi}{Q \cos \varphi} = tg\, \varphi$.

Zagadnienia: Z jaką siłą musi działać lokomotywa aby utrzymać w ruchu pociąg ważący 200000 kg *a*) na płaszczyźnie poziomej? *b*) po płaszczyźnie pochyłej $\varphi = 5^0$ do góry? Jaką dzielność musi posiadać maszyna, aby ten pociąg mógł się poruszać z prędkością $15 m/s$ po poziomych szynach?

Siły wywołują prócz przyspieszenia także odkształcenia ciał stałych, ciekłych lub gazowych. Związek między odkształceniem a siłami nazywa się nauką o sprężystości.

Część urzędowa.

I.

Skład grona nauczycielskiego w roku szkolnym 1910/11.

L. porz.	Imię i nazwisko, charakter	Uczył w I. półroczu	tygodniowo godzin	Uczył w II. półroczu	tygodniowo godzin
1.	**Lityński Michał,** c. k. dyrektor, członek Rady miasta Lwowa	na urlopie	—	na urlopie	—
2.	**Trojnar Józef,** c. k. profesor VIII. rangi kierownik zakładu	jęz. niem. VI c.	3	jak w I. półr.	3
3.	**Biedrawa Józef,** zast. naucz. gospodarz kl. Ia.	—	—	jęz. niem Ia, IVa, VIIa, VIIb, VIIc.	19
4.	**Franta Ferdynand,** egz. zastępca nauczyciela gospodarz kl. VII. b.	mat. IIb, IIc, IIIa, VIIb, geom. IIb, IIc, IIIa, IV c.	22	jak w I. półr.	22
5.	**Ks. Głąb Jakób,** c. k. profesor	relig. rzymsko-kat. IIIb, IVa, IVb, Va, Vb, Vc, VIa, VIb, VIc, VIIa.	20	dtto	20
6.	**Hawel Julian,** c. k. profesor VIII. rangi, art. malarz, zawiadowca gabinetu rys. odr.	rys. odr. Va, Vc, VIa, VIb, VIc, VIIa, VIIb, VIIc.	18	dtto	18
7.	**Hołubowicz Leopold,** egz. zast. nauczyciela gospodarz kl. VIa.	mat. VIa, IVb, Va, VIa, fiz. IVb, VIIb.	22	dtto	22

L. porz.	Imię, nazwisko, charakter	Uczył w I. półroczu	tygodniowo godzin	Uczył w II. półroczu	tygodniowo godzin
8.	**Dr. Hordyński Ludwik,** c. k. nauczyciel, gosp. kl. VIIa	mat. VIb, VIc, VIIa, VIIc	18	jak w I. półr.	18
9.	**Dr. Jarecki Kazimierz,** c. k. profesor, gosp. kl, Vc	jęz. polski Vc, jęz fran. IIIa, VIa, VIb	14	dtto	14
10.	**Dr. Jurkowski Błażej,** c. k. profesor, VIII. rangi, gospodarz kl. IVb.	jęz. pol. Ia, IVa, IVb, VIb, VIIb	16	dtto	16
11.	**Ks. Jurkiewicz Józef,** egzam. zast. nauczyciela, prob. paraf. św. Łazarza	rel. rzym. kat. Ia, Ib, Ic, IIa, IIb, IIc, IIIa, IVc, VIIb, VIIc	20	dtto	20
12.	**Kalicun Bazyli,** egz. zastępca nauczyciela,	mat. IIa, geom. IIa, IVb, Va, Vb, VIb, VIIa, VIIb, VIIc, jęz. rus. I, III.	26	dtto	26
13.	**Kontek Jan,** zast. nauczyciela, gosp. kl VIb w I. półr., gosp. kl. Ib. w II. półr. zawiad. bibl. niem. dla uczniów	jęz. niem. Ib, IIIa, IVc, VIa, VIb.	21	dtto	21
14.	**Krzanowski Antoni,** egzam. zast. nauczyciela gospodarz kl. IVa.	—	—	hist. Ic, IIa, IIb, IIc, IVa, Va, Vb, Vc, geogr. IVa.	21
15.	**Dr. Kudelka Władysł.** c. k. naucz. real. gimn. w Łańcucie	fiz. IIIb, nat. Va, Vb, VIa, VIb, VIc, VIIa, VIIb, VIIc	19	jak w I. półr.	19
16.	**Ks. Leżohubski Teodozy,** c. k. prof.	rel. gr. kat. Ic, IIc IIIb, IVc, Vc, VIc, VIIc	14	dtto	14

L. porz.	Imię, nazwisko, charakter	Uczył w I. półroczu	tygodniowo godzin	Uczył w II. półroczu	tygodniowo godzin
17	**Łomnicki Jarosław,** c. k. profesor VIII. rangi, zawiadowca gabinetu hist. naturalnej.	na urlopie z powodu choroby	—	na urlopie w celach nauk.	—
18.	**Marconi Andrzej,** egz. zast. nauczyciela	mat. Ia, Ib, Ic, fiz. IIIa, IVc, kaligr. Ia, Ib.	18	jak w I. półr.	18
19.	**Miedniak Władysław,** egz. zast. nauczyciela gosp. kl. Vb.	mat. IVc, Vb, Vc, fizyka IVa, VIa,	18	dtto	18
20.	**Dr. Motylewski Zygm.** c. k. profesor, zawiadowca gabinetu chemii.	chem. IVb, IVc, Va Vb, Vc, VIa, VIb, VIc	18	dtto	18
21.	**Müller Feiwel,** zast. nauczyciela, gosp. kl. Va	jęz. niem. IIa, IIIb, Va, Vb, Vc	23	dtto	23
22.	**Niemczykiewicz Konstanty,** zast. naucz., artysta malarz	rys. odręcz Ia, Ib, IIc, IIIa, IIIb, IVa, IVc	26	dtto	26
23.	**Pochmarski Bolesław,** c. k. nauczyciel.	jęz. polsk. Va, Vb, VIIa, VIIc	16	dtto	16
24.	**Rembacz Władysław,** c. k. nauczyciel, zawiad. gabinetu geomet. wykr.	mat. IIIb, geom. IIIb, IVa, Vc, VIa, VIc	16	—	16
25.	**Rogoszewski Witold,** egz. zast. nauczyciela dla gimnastyki	gimnastyka w 17 oddziałach.	34	dtto	34

L. porz.	Imię, nazwisko, charakter	Uczył w I. półroczu	tygodniowo godzin	Uczył w II. półroczu	tygodniowo godzin
26.	**Rudeński Klemens,** zast. nauczyciela., gosp. kl. IIc	jęz. niem. Ic, IIb, IIc, IVb,	22	jak w I. półr.	22
27.	**Dr. Rudnicki Stefan,** c k. profesor VIII. rangi, docent c.k. Uniwersytetu we Lwowie, zawiadowca gabinetu geografii.	geogr. IVb, IVc, Va, Vb, Vc, VIa. VIb, VIc	10	dtto	10
28.	**Dr. Ryniewicz Antoni,** c. k. profesor, gospodarz kl. VIc	jęz. pols. VIc, jęz. francus. VIc, VIIa, VIIb, VIIc	15	dtto	15
29.	**Rzuchowski Stanisław,** zastępca nauczyczyciela, gospodarz kl. Ic	nat. Ia, Ib, Ic, IIa, IIb, IIc, Vc, chem. IVa, geogr. Ia, Ic	21	dtto	21
30.	**Skakalski Edwin,** zast. nauczyciela, gosp. kl. Ia.	jęz. niem. Ia, IVa, VIIa, VIIb, VIIc	19	na urlopie z powodu słabości	—
31.	**Słonina Jan,** zast. nauczyciela, gosp. kl. IVa.	hist. Ic, IIa, IIb, IIc, IVa, Va, Vb, Vc, geogr. IVa	21	przeniesiony do ck. gimn. I. w Tarnowie	—
32.	**Szpakowski Michał,** egzam. zast. nauczyciela gospodarz kl. VIb.	—	21	jęz. pol. Ib, hist. Ia, VIb, geograf. Ib, IIa, IIb, IIc, IIIb	17
33.	**Dr. Stock Jan,** c. k. nauczyciel, zawiad. gabinetu fizyki	fiz. VIb, VIc, VIIa, VIIc	16	dtto	16
34.	**Dr. Tauber Meir,** egz. zast. nauczyciela dla religii mojżeszowej	religii mojż. we wszyst. 20 oddz.	21	jak w I. półr.	21

L. porz.	Imię, nazwisko, charakter	Uczył w I. półroczu	tygodniowo godzin	Uczył w II półroczu	tygodniowo godzin
35.	**Trzos Józef,** zast. nauczyciela, gosp. kl. III b.	jęz. pol. Ic, IIIb, jęz. fran. IIIb, IVa, IVb, Vc	19	jak w I półr.	19
36.	**Węgiel Kazimierz,** c. k. nauczyciel, zawiad. biblioteki nauczycielskiej, gosp. kl. IIIa	hist. IIIa, VIc, VIIa, VIIb, VIIc, georg. IIIa	18	dtto	18
37.	**Witwicki Tadeusz,** egzam. zast. nauczyciela, gosp. kl. IVc	jęz. pol. IIc, IIIa, IVc, hist. Ib, IIIb, IVb, IVc, VIa	20	dtto	20
38.	**Wróblewski Miecz.,** zast. nauczyciela, gosp. kl. IIb	jęz. pol. IIa, IIb, VIa, franc. IVc, Va, Vb	20	dtto	20
39.	**Zawadowski Adolf,** ezg. zast. naucz., artysta malarz, gosp. kl. IIa	rys. odr. Ic, IIa, IIb, IVb, Vb, kal. kl. Ic	20	dtto	20
40.	**Żypowski Leon,** c. k. naucz. w filii c. k. gimn. w Stryju	pol. Ib, hist. Ia, VIb, geogr. Ib, IIa, b IIc, IIIb	17	przeniesiony do ck. gimn. w Stryju.	—

Asystenci.

1. **Gajewski Adolf,** absolwent politechniki, asystował przy nauce geom. wykreślnej 20 godzin tygodniowo.
2. **Rechowicz Kazimierz,** słuchacz politechniki, asystował przy nauce rys. odręcz. 15 godz. tygodniowo.
3. **Szkodziński Feliks,** słuch. politechniki, asystował przy nauce rys. odręcznych, tyg. godzin 15.
3. **Waltenberger Antoni,** artysta malarz, egzam. zast. nauczyciela w c. k. V. gimn. asystował przy nauce rys. przez cały rok 11 godzin tygodniowo.

Nauczyciele przedmiotów nadobowiązkowych.

1. **Rudeński Klemens,** j. w. uczył języka ruskiego w dwóch oddziałach, tygodniowo godzin 4.
2. **Martyniak Teodor,** nauczyciel szkoły ludowej, uczył śpiewu, tygodniowo godzin 4.

II.

Kronika zakładu.

Druga szkoła realna we Lwowie liczyła w roku szkolnym 1910/11 7 klas w 20 równorzędnych oddziałach i mieściła się w 5 budynkach, a to przy ulicy Szeptyckich l. 14. i 16. i prz ulicy Szumlańskich l. 7, 7a i 11 a. Mimo donajęcia z początkiem roku szkolnego dwóch ubikacyi na pomieszczenie dwóch równorzędnych oddziałów, pozostała jeszcze jedna klasa wędrująca, nie mająca własnego stałego lokalu i jedna klasa o dwu oddziałach liczących po kilku uczniów ponad maksymalną, ustawą krajową z roku 1899. przepisaną liczbę. Uczniowie tych dwóch oddziałów nie mogli równocześnie rysować i nauczyciele rysunków odręcznych, tudzież geometrycznych musieli naprzemian po kilku uczniów uwalniać. Adaptacya donajętych ubikacyi trwała do 7. października i do tego czasu musiała Dyrekcya po dwa oddziały co dnia uwalniać od nauki szkolnej z powodu braku pomieszczenia.

Do II. szkoły realnej przyjmowano uczniów przedewszystkiem z II. i III. dzielnicy miasta.

Rok szkolny rozpoczął się 3. września 1910. nabożeństwem wspólnem w kościele św. Łazarza i w cerkwi seminaryum duchownego.

Egzamin wstępny do I. klasy odbył się w dwóch terminach t. j. dnia 30. czerwca przed wakacyami i 3. września po wakacyach przed trzema komisyami egzaminacyjnemi.

Dnia 10. września 1910. odbyło się uroczyste nabożeństwo żałobne za duszę ś. p. cesarzowej Elżbiety, tak samo w dzień Imienin ś. p. Cesarzowej dnia 19. listopada.

Egzamin dojrzałości w terminie jesiennym odbył się pod przewodnictwem kierownika Zakładu, profesora Józefa Trojnara, w dniach od 23. do 26. września 1910. Statystyka i wynik na końcu sprawozdania.

Dnia 4. października jako w dzień Imienin Najjaśniejszego Pana odbyło się uroczyste nabożeństwo szkolne. Dzień ten był wolny od nauki szkolnej.

Dnia 11. października wzięła młodzież szkolna pod przewodnictwem grona nauczycielskiego udział w pogrzebie ś. p. Maryi Konopnickiej.

Dnia 11. listopada 1910. odbyło się w kościele św. Łazarza uroczyste nabożeństwo ku czci Patrona Zakładu, św. Stanisława Kostki. W nabożeństwie wzięła udział młodzież obydwu obrządków.

Dnia 29. listopada odbyło się o godzinie 8-ej uroczyste nabożeństwo żałobne za poległych bohaterów w walce o niepodległość narodu polskiego. Po nabożeństwie odbywała się nauka szkolna jak zwykle. Popołudniu tego dnia urządzili uczniowie w czytelni szkolnej obchód rocznicy Listopadowej, na który się złożył odczyt jednego z uczniów, deklamacye i śpiew.

Dnia 3. grudnia 1910. urządziła młodzież szkolna ku uczczeniu największych trzech wieszczów polskich uroczysty obchód w sali Sokoła II. przy ulicy Szeptyckich. Na program złożyły się śpiewy choralne, deklamacye i przedstawienie 4 obrazów z dramatu St. Wyspiańskiego: „Noc listopadowa". Obchód zagaił piękną przemową jeden z nauczycieli.

Dnia 13. grudnia 1910. odebrał sobie życie wystrzałem z rewolweru w Rzeszowie uczeń kl VI. a tut. zakładu Zygmunt Zwoliński, urodzony 13. kwietnia 1892 w Drohobyczu. Ponieważ był to uczeń dobry i posiadał stypendyum, a przytem był przez kolegów lubiany, więc smutny ten wypadek zrobił na kolegów i grono nauczycielskie przygnębiające wrażenie.

Dnia 16. i 17. lutego 1911. odbył się egzamin dojrzałości w terminie lutowym pod przewodnictwem kierownika Zakładu, profesora Józefa Trojnara. Wynik i imienny wykaz uczniów podany na końcu sprawozdania. Dnia 3. maja wzięła młodzież udział w nabożeństwie i pochodzie uroczystym ku uczczeniu rocznicy Konstytucyi Trzeciego Maja. Do godziny 11-ej była nauka szkolna.

Dnia 8. maja 1911. hospitował naukę religii rzymsko-katolickiej komisarz biskupi dla nadzoru religii rz. k. ks. Dr. Aleksander Pechnik, Szambelan Jego Świątobliwości.

Dnia 22. i 28. maja 1911. hospitował naukę religii grecko-katol. i egzortę szkolną ks. Julian Fedusiewicz, radca szkolny i komisarz ordynaryacki dla nadzoru religii gr. k.

Egzamin dojrzałości w terminie letnim odbył się w czasie od 13. do 24. czerwca 1911. przed dwoma komisyami egzaminacyjnemi. Komisyi I. od 13. do 17. czerwca przewodniczył profesor c. k. Politechniki Tadeusz Fiedler, zaś komisyi II. od 19. do 24. czerwca przewodniczył profesor Politechniki Dr. Zdzisław

Krygowski. Do egzaminu przystąpiło 79 uczniów publicznych i 1 prywatysta. Wynik podany na końcu sprawozdania.

W ciągu roku przystępowała młodzież katolicka trzykrotnie do spowiedzi i Komunii św.; niektórzy z uczniów przystępowali częściej z własnej woli.

Rok szkolny zakończono uroczystem nabożeństwem dnia 30. czerwca 1911.

W ciągu roku szkolnego 1910/11 zaszły następujące zmiany w składzie grona nauczycielskiego:

R. S. K. z 22/7. 1910. L. 24795 nadaje egzaminowanemu zastępcy nauczyciela Leonowi Żypowskiemu posadę rzeczywistego nauczyciela w filii c. k. gimnazyum w Stryju.

R. S. K. z 22/7. 1910. L. 42271 powierza prof. Józefowi Trojnarowi czynności pomocnika Dyrektora na przeciąg dalszych dwu lat od dnia 1/9. 1910.

R. S. K. 17/7. 1910. L. 41169 nadaje słuchaczowi c. k. politechniki Feliksowi Szkodzińskiemu posadę asystenta dla rysunków odręcznych.

R. S. K. 22/7. 1910. L. 29382 nadaje prof. Paczosie posadę nauczycielską w c. k. IV. gimn. we Lwowie.

R. S. K. 25/7. 1910. L. 42185 przyznaje prof. Dr. Stefanowi Rudnickiemu VIII. rangę służbową.

R. S. K. 22/7. 1910. L. 31334 nadaje Dr. Błażejowi Jurkowskiemu, prof. szkoły realnej w Jarosławiu, posadę nauczycielską w tutejszym Zakładzie.

R. S. K. 20/7. 1910. L. 41176 nadaje rzeczywistemu nauczycielowi c. k. gimn. z Dębicy Bolesławowi Pochmarskiemu posadę nauczycielską w tut. Zakładzie.

R. S. K. 19/7 1910. L. 28193 mianuje asystenta rysunków odręcz. Antoniego Waltenbergera zastępcą nauczyciela w c. k. V. gimnazyum we Lwowie.

R. S. K. 30/8. 1910 L. 49734 powierza słuchaczowi polit. Kazimierzowi Rechowiczowi obowiązki asystenta rysunków odręcznych w tutejszym Zakładzie.

R. S. K. 30/8. 1910 L. 50048 udziela dyrektorowi Michałowi Lityńskiemu urlopu na przeciąg I. półrocza 1910/11 dla poratowania zdrowia i powierza kierownictwo Zakładu profesorowi Józefowi Trojnarowi.

R. S. K. 30/8. 1910. L. 45436 przyznaje rzeczywistemu nauczycielowi Władysławowi Rembaczowi I. dodatek pięcioletni.

R. S. K. 28/8. 1910, L. 33059 mianuje kandydata stanu nauczycielskiego Jana Kontka zastępcą nauczyciela w tutejszym Zakładzie.

R. S. K. 30/8. 1910. L. 49735 udziela profesorowi Jarosławowi Łomnickiemu urlopu dla poratowania zdrowia na przeciąg I. półrocza 1910/11.

R. S. K. 14/7. 1910, L. 41177 przenosi profesora Dr. Michała Janika do c. k. gimnazyum w Dębicy.

R. S. K. 13/8. 1910. L. 38849 zezwala, aby rzeczywisty nauczyciel filii c. k. gimnazyum w Stryju, Leon Żypowski, pełnił wyjątkowo obowiązki nauczycielskie do końca I. półrocza 1910/11 w tutejszym Zakładzie.

R. S. K. 19/9. L910. L. 47855 mianuje egzaminowanego asystenta dla geometryi wykreślnej Andrzeja Marconiego zastępcą nauczyciela w tutejszym Zakładzie.

R. S. K. 4/10. 1910. L. 57304 upoważnia Dyrekcyę do poruczenia obowiązków asystenta dla geometryi wykreślnej Adolfowi Gajewskiemu.

R. S. K. 13/10. 1910. zezwala, aby słuchacz polit. Emil Sokal hospitował naukę chemii prof. Dr. Motylewskiego.

R. S. K. 31/10. 1910. L. 65840 przyznaje dyrektorowi Michałowi Lityńskiemu czwarty dodatek pięcioletni.

R. S. K. 4/11. 1910. L. 67296 przenosi zastępcę nauczyciela w c. k. gimnazyum w Łańcucie Wawrzyńca Borka do tutejszego Zakładu.

R. S. K. 8/11. 1910. L. 66112 nadaje zastępcy nauczyciela Dr. Władysławowi Kudelce posadę rzeczywistego nauczyciela w c. k. gimn. realnem. w Łańcucie.

R. S. K. 30/11. 1910. L. 70579 pozostawia rzeczyw. nauczyciela c. k. gimn. realnego w Łańcucie Dra Wład. Kudelkę do końca roku 1910/11 w tutejszym Zakładzie, natomiast zast. nauczyciela Wawrzyńca Borka w c. k. gimn. realnem w Łańcucie.

R. S. K. 28/11. 1010. L. 72577 przyznaje rzeczyw. nauczycielowi Dr. Ludwikowi Hordyńskiemu I. dodatek pięcioletni.

R. S. K. 27/11. 1910. L. 71146 zezwala na zamianę miejsc służbowych egzaminowanemu zast. nauczyciela w c. k. gimn. I. w Tarnowie Antoniemu Krzanowskiemu i zastępcy nauczyciela w tutejszym Zakładzie Janowi Słoninie.

R. S. K. 6/1. 1911. L. 209 donosi o zamianowaniu ks. Dra Aleksandra Pechnika komisarzem biskupim dla nadzoru religii rzymsko-katolickiej w tutejszym Zakładzie.

R. S. K. 30/I. 1911. L. 1139/IV. udziela prof. Jarosławowi Łomnickiemu w celach naukowych urlopu na przeciąg II. półrocza roku 1910/11.

R. S. K. 1./2. 1911. L. 1751/IV. przenosi Józefa Biedrawę, zast. nauczyciela w c. k. I. szkole realnej we Lwowie, w tymsamym charakterze do tutej. Zakładu.

R. S K. 19/2. 1911. L. 2044/IV. udziela zast. nauczyciela Edwinowi Skakalskiemu celem poratowania zdrowia płatnego urlopu na przeciąg II. półrocza 1910/11 r.

R. S. K. 31/1. 1911. L. 474/IV. przenosi zast. nauczyciela w c. k. gimnazyum z ruskim językiem wykładowym w Stanisławowie Michała Szpakowskiego do tutejszego Zakładu.

R. S. K. 10/2. 1911. L. 1748 przedłuża dyrektorowi Michałowi Lityńskiemu urlop aż do dalszego zarządzenia.

R. S. K. 8/3. 1911. L. 3302/IV. udziela asystentowi Kazimierzowi Rechowiczowi płatnego urlopu na przeciąg jednego miesiąca, z powodu wycieczki naukowej do Włoch.

R. S. K. 15/5. 1911. L. 6783 zniża prof. Dr. Stefanowi Rudnickiemu wymiar godzin nauki do połowy na rok 1911/12.

R. S. K. 15/5. 1911. L. 8024/IV. udziela asystentowi Adolfowi Gajewskiemu jednomiesięcznego urlopu.

R. S. K. 25/5. 1911. L. 8727/IV. przyznaje rzecz. nauczycielowi Dr. Janowi Stockowi I. dodatek pięcioletni

R. S. K. 29/5. 1911. 7965/IV. przyznaje dodatek starszeństwa w kwocie 400 K. egz. zastępcy nauczyciela gimnastyki Witoldowi Rogoszewskiemu.

R. S. K. 9/6 1911. L. 9609/IV. przyznaje prof. Dr. Antoniemu Ryniewiczowi pierwszy dodatek pięcioletni.

III.

Ważniejsze rozporządzenia Władz.

R. S. K. 21/6. 1910. L. 35952 w sprawie feryi szkolnych.

R. S. K. 19/6. 1910. L. 44061 w sprawie maksymalnego wieku certyfikatystów, ubiegających się o posadę tercyanów w szkołach średnich.

R. S. K. 30/6. 1010. L. 36714 w sprawie zakupna środków naukowych u firm zagranicznych.

R. S. K. 26/6. 1910. L. 26781 w sprawie aparatów do gaszenia pożaru.

R. S. K. 2/9. 1910. L. 27401 w sprawie prywatystek jako hospitantek w męskich szkołach średnich.

R. S. K. 19,6. 1910. L. 32555 w sprawie fizycznego wychowania młodzieży.

R. S. K. 1/9. 1910. L. 51682 w sprawie zaprowadzenia nauki języka ruskiego jako przedmiotu względnie obowiązkowego.

R. S. K. 30/8. 1910. L. 366/Pr. w sprawie zachowania się uczniów poza szkołą.

R. S. K. 8/12. 1910. L. 72581 normuje naukę i wypracowania piśmienne w drugim języku krajowym.

R. S. K. 17/12. 1910. L. 66096 w sprawie nauki strzelania.

R. S. K. 10/1. 1911. L. 882/IV w sprawie nauki fizyki, chemii i mineralogii w kl. IV w c. k. gimnazyach i gimnazyach realnych.

R. S. K. 6/2. 1911. L. 1469/IV w sprawie taksy maturalnej uczniów publicznych.

R. S. K. 30/1. 1911. L. 595 w sprawie obchodów uroczystości szkolnych.

R. S. K. 8/3. 1911. L. 4091/VI w sprawie przedstawień kinematograficznych.

R. S. K. 7/4. 1911. L. 6520 w sprawie feryi w szkołach średnich.

R. S. K. 18/5. 1911. L. 8316/IV w sprawie instruktorów wojskowych przy nauce strzelania.

IV.

Opłaty szkolne i stypendya.

Całą opłatę szkolną w I. półroczu 1910/11 uiściło uczniów .	166
Uwolnionych od całej opłaty szkolnej w I. półr. 1910/11 było	539
Przed uiszczeniem opłaty szkolnej w I. półroczu wystąpiło .	19
Całą opłatę szkolną w II. półroczu 1910/11 uiściło uczniów .	225
Uwolnionych od całej opłaty szkolnej w II. półroczu było .	452
Przed uiszczeniem opłaty szkolnej w II. półroczu wystąpiło .	40

Opłata szkolna za pierwsze półrocze wraz z opłatą prywatystów za II. półrocze 1909/10 w liczbie 14 wynosiła . . . . K. 7200·—

Opłata szkolna w II. półroczu wraz z opłatą prywatystów za I. półrocze 1910/11 w liczbie 8 wynosiła K. 9320·—
Taksy wstępne od uczniów do zakładu wstępujących . . . . K. 907·20
Datki uczniów na środki naukowe . . „ 1522·—
Datki na gry i zabawy wynosiły . . . „ 760·—
Stypendya pobierało w roku szkolnym 1910/11 uczniów 10 w rocznej kwocie . . . . K. 2345·—

V.

Fundusz ubogich uczniów i fundusze bursy.

A) DOCHODY:

1.	kl. Va złożyła pozostałość z wycieczki do Żółkwi .	K. 4·74
2.	kl. Ib „ „ przy zakupnie zeszytów .	„ 1·92
3.	Komisya egzamin. A zebrała przy wpisach do I. kl. .	„ 25·62
4.	„ „ B „ „ „ „	„ 15·50
5.	„ „ C „ „ „ „	„ 20·20
6.	„ „ A we wrześniu „ „	„ 11·20
7.	„ „ B „ „ „ „	„ 4·50
8.	„ „ C „ „ „ „	„ 1·—
9.	Klasa IIa. złożyła przy wpisach	„ 22·40
10.	„ IIb „ „ „	„ 36·90
11.	„ IIc „ „ „	„ 23.60
12.	„ IIIa „ „ „	„ 42·20
13.	„ IIIb „ „ „	„ 21·30
14.	„ IVa „ „ „	„ 27·80
15.	„ IVb „ „ „	„ 16·30
16.	„ IVc „ „ „	„ 19·80
17.	„ Va „ „ „	„ 24·60
18.	„ Vb „ „ „	„ 15·90
19.	„ Vc „ „ „	„ 15·40
20.	„ VIa „ „ „	„ 18·10
21.	„ VIb „ „ „	„ 17·50
22.	„ VIc „ „ „	„ 18·30
23.	„ VIIa „ „ „	„ 23·50
24.	„ VIIb „ „ „	„ 22·40
25.	„ VIIc „ „ „	„ 14·20
26.	WP. Małachowska Gabryela	„ 42·80

27.	WP. Wehrstein Jan	„ 25·—
28.	Wieleb. Ks. Jurkiewicz Józef ze składek w kościele św. Łazarza	„ 83·—
29.	WP. Jaskólski Józef	„ 80·—
30.	„ Gedlowa Marya	„ 6·—
31.	„ Trzeciecka Leonia	„ 6·—
32.	Wieleb. ks. Głąb Jakób otrzymane od ucznia .	„ —·50
33.	WP. Wegemann Zygmunt	„ 5·—
34.	„ Szweller Mojżesz	„ 50·—
35.	„ Lubliner Henryk	„ 32·80
36.	„ Sagański Stefan	„ —·30
37.	„ Majewski Władysław	„ 1·80
38.	„ Kerner Arnold	„ —·40
39.	„ Borzemski Otto	„ 12·80
40.	„ Blau Juliusz	„ —·80
41.	„ Sym Alfred	„ 1·—
42.	„ Grünberg Michał	„ —·80
43.	„ Neumannowa Anna	„ 8·—
44.	„ Migdałłowa Helena	„ 1·80
	Razem .	K. 823·58

B) WYDATKI:

1.	Köhler Stanisław za książki dla ubogich uczniów .	K. 48·10
2.	Gubrynowicz i Syn	„ 1·62
3.	Ubogiemu uczniowi jako wsparcie . . .	„ 10·—
4.	Naprawa płaszcza dla ubogiego ucznia . . .	„ 7·—
5.	Promis Efraim za buciki dla ubogiego ucznia . .	„ 9·—
6.	Hirschsprung Leon za ubrania dla ubogich uczniów .	„ 144·—
7.	Wsparcie biednego ucznia	„ 10·—
8.	Kowalski krawiec za ubranie dla biednego ucznia .	„ 12·60
9.	Odesłanie do domu chorego ucznia . . .	„ —·80
10.	Kowalski krawiec za przerobienie ubrania dla ucznia	„ 3·20
11.	Wojciak Marceli za buciki dla ucznia . . .	„ 12·—
12.	Michalski Andrzej za buciki dla ucznia . . .	„ 15·—
13.	Altenberg Henryk za książki dla biednego ucznia .	„ 9·60
14.	Część taksy dla biednego abituryenta . . .	„ 14·—
15.	Jahnson J. za buciki dla ucznia	„ 14·—
16.	Dr. Tauber M. na wsparcie dla biednych uczniów .	„ 20·—
17.	Kowalski Karol za naprawę ubrania dla ucznia .	„ 2·40
18.	Ks. Głąb Jakób na wsparcie dla biednego ucznia .	„ 20·—

19. Biednemu uczniowi za skradzione mu książki . „ 6·—
20. Moos H. za buciki dla biednego ucznia . . „ 15·—
21. Moos H. „ „ „ „ „ . . . „ 16·—
22. Geller Jakób za ubranie dla ucznia . . . „ 24·—
23. Na przybory szkolne dla 3 uczniów à 1 k. . . „ 3·—

Razem . K. 417·32

ZESTAWIENIE:

Zebrano . . K. 823·58
Wydano . . K. 417·32

Pozostała reszta . K. 406·26

Kwotę K. 406·26 złożono na książeczkę Gal. Kasy Oszczędności Nr. 170.224 celem uzupełnienia żelaznego funduszu im. Jana Nep. Frankego, przeznaczonego na bursę II. szkoły realnej. Fundusz ten utworzyło w bieżącym roku Grono profesorów II. szkoły realnej, składając jednorazowo kwotę 576·65 K. celem uczczenia zasług JWP. Radcy Dworu Jana Nep. Frankego, c. k. krajowego inspektora szkół, z okazyi Jego 40-letniego Jubileuszu zaszczytnej pracy na polu szkolnictwa, a uzupełnia go miesięcznemi drobnemi wkładkami. Z dniem 30. czerwca 1911. wynosil ten fundusz K. 991·31.

Zbieraniem datków na bursę II. szkoły realnej zajmuje się nadto od dłuższego czasu t. z. „Kółko Czwartkowe" pod przewodnictwem JWP. Adolfa Mussila i dyrektora Michała Lityńskiego.

Stan wszystkich funduszów przeznaczonych na przyszłą bursę II. szkoły realnej przedstawia się z dniem 30. czerwca 1911 następująco:

1. Fundusz żelazny im. Jana Nep. Frankego, złożony na książeczkę Gal. Kasy Oszczędności Nr. 170224 . K. 991·31
2. Książeczka Gal. Kasy oszczęd. Nr. 151,802 (Kółko Czwartkowe) . . . . K. 353·68
3. Książeczka Gal. Kasy Oszczęd. Nr. 97,742 (Kółko Czwartkowe) . . . . K. 520·10
4. Książeczka Gal. Kasy Oszczęd. Nr. 33.483 (Kółko Czwartkowe) . . . . K. 165·—
5. Książeczka Gal. Kasy Oszczęd. Nr. 125.872 (Bratnia pomoc) . . . . K. 100·—

Razem . K. 2130·09

Wszystkie powyższe książeczki znajdują się w depozycie Dyrekcyi II. szkoły realnej z wyjątkiem książeczki Nr. 33.483, którą ma w przechowaniu JWP. Adolf Mussil.

Dyrekcya składa na tem miejscu wszystkim ofiarodawcom serdeczne podziękowanie i poleca gorąco tę sprawę opiece rodziców i przyjaciół młodzieży.

Statystyka uczniów.

A) Klasyfikacya uczniów.

Liczba u góry oznacza ilość prywatystów.

Klasa	Liczba uczniów					Wynik klasyfik. w II. półr.					Według miejsca pobytu rodziców	
	Zapisanych w ciągu całego roku	Zapisanych z początkiem roku	wystąpiło w ciągu roku	przybyło w ciągu roku	z końcem roku szkoln.	chlubnie uzdolnieni	uzdolnieni	poprawki	nieuzdolnieni	nieklasyfikowani	Miejscowych	Zamiejscowych
I. a	43	41	6	2	37	—	26	3	8	—	34	3
I. b	45	42	2	3	43	1	30	7	5	—	39	4
I. c	42	41	4	1	38	1	26	7	4	—	37	1
II. a	42^{2}	41^{2}	1	1	41^{2}	1^{1}	24^{1}	12	4	—	40	1^{2}
II. b	41	41	5	—	36	—	31	3	2	—	34	2
II. c	42	42	6	—	36	—	27	7	2	—	34	2
III. a	50^{1}	49^{1}	1	1	49^{1}	1	27	10	11^{1}	—	45^{1}	4
III. b	49^{2}	48^{2}	6	1	43^{2}	1	19^{1}	15^{1}	8	—	40^{2}	3
IV. a	35^{1}	34^{1}	9	1	26^{1}	1	12^{1}	9	4	—	26^{1}	—
IV. b	31^{1}	31^{1}	6	—	25^{1}	2	19	3	1^{1}	—	23	2^{1}
IV. c	32	30	3	2	29	2	14	12	1	—	25	4
V. a	38^{2}	38^{2}	3	—	35^{2}	2	12^{1}	10	11^{1}	—	28^{2}	7
V. b	37^{1}	34^{1}	2	3	35^{1}	1	20^{1}	7	7	—	29^{1}	6
V. c	30^{1}	29^{1}	2	1	28^{1}	—	15	4	9^{1}	—	24^{1}	4
VI. a	32^{1}	31^{1}	3	1	29^{2}	3	13	9	4	0^{2}	27^{2}	2
VI. b	28^{3}	27^{3}	2	1	26^{3}	1	10^{1}	9^{1}	6^{1}	—	23^{3}	3
VI. c	30^{1}	29^{1}	2	1	27	1	17	4	5	—	18	9
VII. a	30^{2}	30^{2}	—	—	30^{2}	2	24^{1}	3^{1}	1	—	27^{2}	3
VII. b	35	35	2	—	33	2	29	2	—	—	28	5
VII. c	28^{1}	26^{1}	—	2	28^{1}	—	22	6	0^{1}	—	22^{1}	6
Razem	740^{10}	719^{19}	66	21	603^{16}	22^{1}	417^{7}	142^{3}	93^{6}	0^{2}	674^{19}	71^{3}

B) Narodowość i wyznanie uczniów.

Klasa	Narodowość				Wyznanie					
	polska	ruska	niemiec.	czeska	rz. kat.	gr. kat.	orm. kat.	ewang.	mojżesz.	Razem
I. a	37	—	—	—	29	—	—	—	8	37
I. b	42	—	1	—	34	—	—	1	8	43
I. c	30	8	—	—	13	14	—	—	11	38
II. a	39^{2}	—	—	2	26^{2}	—	—	—	15	41^{2}
II. b	36	—	—	—	26	—	—	—	10	36
II. c	28	8	—	—	11	10	—	—	15	36
III. a	49^{1}	—	—	—	36^{1}	—	—	—	13	49^{1}
III. b	32^{2}	11	—	—	17^{2}	13	—	—	13	43^{2}
IV. a	27^{1}	—	—	—	25^{1}	—	—	—	1	26^{1}
IV. b	25^{1}	—	—	—	18	—	—	1	7^{1}	25^{1}
IV. c	21	6	1	1	12	10	—	—	6	29
V. a	35^{2}	—	—	—	28^{2}	—	—	2	7	35^{2}
V. b	35^{1}	—	—	—	27	—	—	—	6^{1}	35^{1}
V. c	28^{1}	—	—	—	16	6^{1}	—	—	6	28^{1}
VI. a	29^{1}	—	—	—	23^{1}	—	—	2	6	29^{1}
VI. b	26^{3}	—	—	—	14^{2}	1	—	—	8	25^{3}
VI. c	23^{1}	4	—	—	16^{1}	3	—	—	9^{1}	27^{1}
VII. a	30^{2}	—	—	—	22^{2}	—	—	—	8	30^{2}
VII. b	33	—	—	—	23	—	—	1	9	33
VII. c	18^{1}	8	—	2	14	8	—	—	6^{1}	28^{1}
Razem	622^{19}	45	2	5	430^{14}	65^{1}	—	7	172^{3}	674^{19}

C) Wiek uczniów z końcem roku szkolnego.

Urodzeni w roku	Liczba uczniów w klasach																				Razem
	I. *a*	I. *b*	I. *c*	II. *a*	II. *b*	II. *c*	III. *a*	III. *b*	IV. *a*	IV. *b*	IV. *c*	V. *a*	V. *b*	V. *c*	VI. *a*	VI. *b*	VI. *c*	VII. *a*	VII. *b*	VII. *c*	
1900	13	4	8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	25
1899	13	16	11	11	5	7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	63
1898	8	14	11	14	10	13	4	7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	81
1897	3	4	8	9	13	7	18	9	4	8	6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	89
1896	—	5	—	6	3	8	12	12	7	8	8	5	6	4	—	2	—	—	—	—	86
1895	—	—	—	1	4	1	8	11	10	3	8	7	6	5	3	3	2	—	—	—	72
1894	—	—	—	—	—	—	6	4	4	3	4	10	7	5	8	5	3	5	3	1	68
1893	—	—	—	—	1	—	1	—	1	2	2	8	8	6	7	6	7	4	7	7	67
1892	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	4	7	6	5	7	12	12	4	8	67
1891	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	2	—	3	2	5	6	5	24
1890	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	6		1	3	7	4	22
1889	—									—	—	—	—		—	—	—	1	6	3	10
Razem	37	43	38	41	36	36	49	43	26	25	29	35	35	28	29	26	27	30	33	28	674

VII.

Fizyczne wychowanie młodzieży.

Fizyczne wychowanie młodzieży odbywało się przedewszystkiem przy pomocy ćwiczeń gimnastycznych w sali gimnastycznej wynajątej od c. k. Dyrekcyi kolei państwowych. Gimnastyka była obowiązkowa a uwolniano od niej uczniów tylko na podstawie świadectwa lekarskiego, wystawionego przez starszego lekarza miejskiego Dr. Bolesł. Kielanowskiego, za potwierdzeniem tego świadectwa przez Dyrekcyę Zakładu. Nadto uwalniała Dyrekcya od nauki gimnastyki tych uczniów, którzy zbyt daleko od szkoły mieszkali np. poza rogatkami miasta lub w sąsiednich wsiach i miasteczkach. Było bowiem kilkunastu i takich uczniów, którzy codziennie przyjeżdżali do szkoły koleją np. z Bóbrki, Zimnej Wody, Gródka Jagiellońskiego, Brzuchowic, Żółkwi itp. Byli to przeważnie synowie funkcyonaryuszów ck. kolei państwowych.

W miesiącach letnich t. j. w maju i czerwcu odbywała młodzież tutejsza gry i zabawy ruchowe w parku Towarzystwa Zabaw ruchowych za opłatą 300 K. Grami i zabawami kierowali fachowi nauczyciele Tow. zabaw ruchowych dzieląc młodzież na kilka grup. W czasie zabaw i gier był zawsze obecny nauczyciel gimnastyki, który wykonywał nie tylko nadzór lecz i kontrolę nad regularnem uczęszczaniem młodzieży na gry i zabawy ruchowe. Gry te i zabawy odbywały się dwa razy w tygodniu po dwie godziny. Nadto odbywali nauczyciele wycieczki z uczniami w okolice Lwowa. Wycieczki te, łączono z ćwiczeniami geograficznemi i przyrodniczemi.

Dalszym walnym środkiem wychowania fizycznego byłyby dobrze zorganizowane i należycie prowadzone warsztaty jordanowskie. Praca w warsztacie łączy w sobie mnóstwo pierwiastków wychowawczych które nie tylko przyczyniają się do fizycznego rozwoju młodzieży, lecz co ważniejsza, ucząc sporządzać z mniejszym lub większym trudem przedmioty pożyteczne lub zdobnicze sprawia niekłamaną radość wytwórcy i przekonuje go, że nieraz trudniej jest zrobić najprostszą rzecz z drzewa i żelaza aniżeli wyuczyć się dobrze lekcyi szkolnej. Praca w warsztacie uczy młodzieńca szanować i cenić pracę fizyczną, a zajmując go w wolnych od nauki chwilach w sposób godziwy i pożyteczny, odwiedzie go nieraz od zboczenia na manowce, przyprawiające go o utratę zdrowia fizycznego i moralnego. Kształci więc w kierunku fizycznym, intellektualnym i etycznym.

Niestety zakład nasz mógł w roku bieżącym sprawić tylko tokarkę, którą dało się umieścić w przedpokoju sali fizyki. Na tej tokarce sporządzają uczniowie pod kierunkiem profesora fizyki proste przyrządy, przy nauce fizyki bardzo potrzebne i użyteczne, nadto wykonują drobniejsze naprawki uszkodzonych przyrządów i modeli do nauki fizyki.

Istniała również w bieżącym roku szkolnym introligatornia uczniów, umieszczona w jednym małym pokoiku, do której powstania przyczynił się uczeń kl. VI. R. Rosinkiewicz, darując narzędzia introligatorskie i udzielając pierwszych wskazówek uczestnikom kursu introligatorskiego. Nadzór nad tą pracownią introligatorską spełniali nauczyciele L. Hołubowicz i J. Kontek. Uczestników kursu było 19. Z początku oprawiano przeważnie książki własne, później nawet z bibliotek szkolnych tut. Zakładu. Ogółem oprawiono 75 książek.

Brak miejsca i funduszów nie pozwolił na otwarcie warstatów stolarskich, chociaż i chęć u uczniów była wielka do ćwiczeń stolarskich i nadzór tudzież kierownictwo ze strony jednego z nauczycieli było ofiarowane. Warsztat ślusarski znalazłby był również wielu miłośników. Kilku uczniów uczęszczało do warsztatów „Ligi pomocy przemysłowej“, gdzie jednak większa ilość z powodu braku miejsca nie mogła być przyjęta.

W ciągu roku szkolnego zbadał, podobnie jak w latach ubiegłych uproszony w tym celu przez Dyrekcyę Zakładu starszy lekarz miejski, Wny Dr. Bolesław Kielanowski 206 uczniów naszego Zakładu, celem sprawdzenia, czy mogą ze względu na stan swego zdrowia brać udział w ćwiczeniach gimnastycznych. Do badania przeznaczał nauczyciel gimnastyki jedynie tych uczniów, którzy wśód ćwiczeń zbytnio się męczyli, nie mogli oddechać przez nos, dostawali napadów duszności, krwotoków nosowych i t. p. względnie tych, którzy sami przed rozpoczęciem nauki oświadczyli, że cierpią na tę lub ową chorobę; zasięgano również zdania lekarskiego w tych przypadkach, kiedy uczeń nieprawidłową budową w oko wpadając, albo niezdrową cerą budził podejrzenie, że ćwiczenia gimnastyczne mogą na jego organizm wywrzeć wpływ niekorzystny. W kilku wreszcie przypadkach zwrócono się do lekarza z prośbą o rozstrzygnięcie, czy uczniowie słabi z powodu zbytniej odległości mieszkania od sali gimnastycznej, nie poniosą szkody na zdrowiu przez dwukrotne chodzenie, przed południem na naukę szkolną, a po południu na gimnastykę.

W y n i k   b a d a n i a   b y ł   n a s t ę p u j ą c y :

Ilość badanych w ogóle	206
Z tych uwolniono do uczęszczania na naukę gimnastyki	188

P r z y c z y n ą   u w o l n i e n i a   b y ł y :

1.	Niedokrewność	40
2.	Nerwica	7
3.	Krótkowzroczność znacznego stopnia	10
4.	Gruźlica płuc w okresach początkowych	4
5.	Gruźlica stawów i kości	12
6.	Zapalenie nerek przewlekłe	3
7.	Przerost błony śluzowej nosa znacznego stopnia	30
8.	Zapalenie ucha środkow.	2
9.	Skrzywienie kręgosłupa	5
10.	Nieżyty przewlekłe dróg oddechowych	27
11.	Choroba serca	6
12.	Przepukliny	3
13.	Zwichnięcie nieuleczalne	2
14.	Mieszkanie zbyt odległe	37
	Razem	188

VIII.

Środki naukowe.

A. Biblioteka nauczycielska.

Biblioteka liczy obecnie 1280 dzieł w 2500 tomach. W ciągu bieżącego roku szkolnego nabyto między innemi następujące dzieła: Popławski L.: Szkice literackie i naukowe, Dr. H. Höffding: Dzieje filozofii nowożytnej, A. Lange: Valmiki Ramayana, Smoleński Wł.: Dzieje narodu polskiego, Dr. Józef Nusbaum: Idea ewolucyi w biologii, Gaupp Otto: Herbert Spencer, Lutosławski W.: Platon jako twórca idealizmu, Kozłowski W. M.: Zasady przyrodoznawstwa w świetle teoryi poznania, Th. Ribot: Współczesna psychologia niemiecka, tenże: Psychologia uczuć, Dr. M. Loret: Kościół katolicki a Katarzyna II., W. Heinrich: Teorya i wyniki badań psychologicznych, Lutosławsk W.: O logice Platona, Morawski Kazimierz: Historya literatury rzymskiej, Kucharzewski J.: Maurycy Mochnacki, B. Dyakowski: Z naszej przyrody, J. K. Potocki: O energii społecznej, Dr. M. Centnerszwer: Szkice z historyi chemii, N. S. Shaler: Dzieje ziemi, Kramsztyk: Komety i gwiazdy spadające, Krümmel Otto: Ocean i jego tajemnice, A. Brückner: Dzieje języka polskiego, Poincare H.: Wartość nauki, St. Witkiewicz: Juliusz Kossak, R. Pilat: Historya literatury polskiej, Jasław z Bratkowa: Grunwald, St. Żeromski: Sułkowski, L. Bruner i S. Tołłoczko: Chemia organiczna, Svante Arrhenius: Jak powstają światy, Z. Wasilewski: O sztuce i człowieku wiecznym, A. Kraushar: Zarysy literacko-historyczne, J. Baczyński: Naród polski pod obcem panowaniem, St. Brzozowski: Idee, L. Marchlewski: Chemia organiczna, M. Mochnacki: Pisma, Sachs—Villate: Enzyklopedisches franz.-deutsch. und deutsch.-franz. Wörterbuch, H. Poincare Nauka i hypoteza, J. Wł. Dawid: Inteligencya, wola i zdolność do pracy, A. Jabłonowski: Pisma, Fr. W. Förster: Drogowskaz życia, Dr. A. Stögbauer: O wyobrazeniach ogólnych, T. Siemiradzki: Porozbiorowe dzieje Polskie, L. Pfaundler: Die Psychik des täglichen Lebens, Ks. Dr. Gabryl: Filozofia przyrody, H. Lukas i H. Ullmann: Nowe kierunki w elementarnej nauce rysunków, Dr. H. Starke: Experimentelle Elektrizitätslehre, J. Tretiak: Juliusz Słowacki, Sierpiński: Teorya liczb niewymiernych, Gaston Paris: Extraits des Poetes et Prosateurs du moyen age, L. Brunel: Extraits de J. J. Rousseau, F. Brunetiere: Histoire de la litterature francaise classique, J. Lemaitre: Jean Racine, Gaston Paris: La poesie du moyen age, J. Racine: Théatre complet, Moliére: Théatre complet, Corneille: Théatre choisi complet, Ks. Wł. Chotkowski: Historya polityczna kościoła w Galicyi za rządów M. Teresy, Dr. Fr. Nansen: Auf Schneeschuhen durch Grönland, Bołoz Antoniewicz: Gryttger, G. Lanson: Histoire de la littérature francaise, Dr. E. Kiernik: Życie w nurtach oceanu, J. Först: Geschichte der Entdeckung Grönlands, J. L. Popławski: Pisma polityczne, J. Tretiak: Bohdan Zaleski, Dr. M. Kridl: Mickiewicz i Lamennais, K. Nitsch: Mowa ludu polskiego, M. Smolarski: Poezya powstania listopadowego, Dr. F. W. Foerster: Seksualna etyka i pedagogika, Dr. Friedrich Förster: Friedrich August der Starke, W. Wąsik: Kategorye Arystotelesa, St. Fr. Michalski: Bhagawadgita, Twerdochlib Sydir: Antologia współczesnych poetów ukraińskich, Żółtowski: Metoda Hegla i zasady filozofii spekulatywnej, Wiercieński H.: W sprawie wydzielenia Chełmszczyzny, Wiek XIX. Sto lat myśli polskiej, tom VI., A. Sokołowski: Powstanie styczniowe, Dr. J. Fricks: Physikalische Technik, siebente Auflage, H. Wagner: Lehrbuch der Geographie, Dr. A. Czołowski: Wysoki Zamek, Fr. Jaworski: Lwów za Jagiełły.

Akademia Umiejętności przysyła swoje cenne wydawnictwa, Profesor Dr. Ludwik Hordyński ofiarował bibliotece kilka roczników czasopisma: Naturae novitates, Asystent Emil Sokal dzieło H. Schmitta: Rokosz Zebrzydowskiego. Ofiarodawcom składa się na tem miejscu serdeczne podziękowanie.

B. Biblioteka uczniów.

Polska biblioteka uczniów liczyła w bieżącym roku szkolnym 1025 dzieł w 1386 tomach. Korzystało z niej ogółem 311 uczniów, którzy wypożyczyli 3415 tomów, zatem przeciętnie wypada 11 tomów na jednego ucznia pożyczającego.

Biblioteka dla klas niższych otwarta była 3 razy tygodniowo w czasie pauzy 22 minutowej, biblioteka dla klas wyższych codziennie z wyjątkiem świąt i niedziel w „Czytelni uczniów".

Biblioteka niemiecka dla uczniów posiada 200 dzieł w 700 tomach.

Czytelnia uczniów założona za pozwoleniem i pod opieką Dyrekcyi w listopadzie 1905 r. była otwarta w bieżącym roku szkolnym codziennie po południu od godziny 5—7. od listopada 1910 do maja 1911. Gzytelni oddano do rozporządzenia jedną salę w Zakładzie, w której się uczniowie klas V.—VII. gromadzili celem wypożyczania książek wydzielonych z biblioteki uczniów dla Czytelni, czytania czasopism, odbywania pogadanek naukowych słuchania odczytów wygłaszanych przez kolegoów i t. p.

Biblioteka Czytelni liczyła 800 dzieł treści belletrystycznej i naukowej.

Liczba uczniów korzystających z biblioteki wynosiła 198. Książek wypożyczono 1892. W ciągu roku wygłosili uczniowie szereg odczytów ż dziedziny fizyki, nauk przyrodniczych, historyi sztuki, dziejów ojczystych i historyi powszechnej.

W łonie Czytelni uczniów zawiązano z początkiem roku szkolnego Kółko literacko-naukowe. Pracę swą prowadziło w dwu sekcyach: Sekcya klas V-tych. Przewodniczący: Łopuszyński Tadeusz, zast. przew. Połowicz Stan. Praca tej sekcyi polegała głównie na wspólnej lekturze i objaśnianiu doborowych utworów z literatury współczesnej (nowelistycznej i poetycznej).

Wygłoszono nadto kilka referatów n. p.: 1) Łopuszyński: Młodzież polska w świetle Andrzeja Radka, M. Zycha. 2) Wallner: Echa leśne, Zycha. 3) Januszewski: Życie i twórczość Maryi Konopnickiej. 4) Łopuszański: Znaczenie powstania listopadowego. 5) Połowicz: Konstytucya 3. maja, (geneza, zasady i znaczenie.)

Sekcya klas 7-mych. Przewodniczący Michałowski Miecz., zast. przew. Biegański, sekr. Stribrny. Wygłoszono następujące referaty: 1) Gadomski: Kochanowskiego „Pieśń świętojańska o Sobótce“ a Goszczyńskiego „Sobótka“ (porównanie). 2) Biegański: Wpływ estetyków zagranicznych na poglądy literackie Brodzińskiego. 3) Millet: Klasycyzm i romantyzm w oświetleniu Brodzińskiego. 4) Pappius: Poezya narodowa w pojęciu Brodzińskiego. 5) Michałowski: Przełom w życiu i twórczości Słowackiego (1832). 6) Feldstein: Sprawa odrodzenia narodowego w świetle „Kordyana“ i „Anhellego“. 7) Smerek: Malczewski i jego „Marya“. 8) Lew: Społeczeństwo polskie w epoce porozbiorowej na podstawie „Popiołów“ Żeromskiego. 9) Skórski: Wolter (na podstawie dzieł Lansona). 10) Kroch: J. J. Rousseau (na podstawie dzieła Lemaitre'a) i wreszcie jako uzupełnienie i uogólnienie dwu ostatnich odczytów, 11) Prof. Dr. Antoni Ryniewicz: Prądy umysłowe we Francyi XVIII. w.

Ponadto staraniem Kółka, głównie sekcyi I., odbyły się trzy uroczyste posiedzenia, poświęcone pamięci: M. Konopnickiej, bohaterów 29. listopada i iwórców Konstytucyi 3. maja. W obecności uczniów z klas wyższych odczyty swoje wygłosili: Januszewski, Łopuszański, Biegański, Połowicz. Nadto z powodu obchodu listopadowego i przedstawienia w teatrze) kierownik Kółka, prof. Bol. Pochmarski, wygłosił wykład, wyjaśniający „Noc listopadową“ Wyspiańskiego.

Inne środki naukowe.

1. Gabinet rysunków odręcznych dla klas wyższych:
   modeli rysunkowych 648
   wydawnictw z wzorami rysunkowymi . . 17
2. Gabinet dla klas niższych:
   modeli 336
   1 zeszyt Pfanzerornament i wzory rysunkowe.
3. Gabinet historyi naturalnej:
   Inwentarz historyi naturalnej wykazuje 276 pozycyi różnych przedmiotów, przeważnie do nauki somatologii, zoologii, mineralogii i geologii, tudzież modeli do nauki historyi naturalnej.
4. Gabinet fizyki posiada przyrządów 290. W bieżącym roku szkolnym przybyły 4 przyrządy.
5. Gabinet chemii liczy przyborów 500, preparatów chemicznych 300, oraz kilka tablic ściennych.
6. Gabinet geografii i historyi:
   Map ściennych 138. Kart okolic Lwowa 1 : 75000 — 2. Mapa. Tatr 1 : 25000. Generalna karta c. k. austr. sztabu 1 : 200000. (Ziemie dawnej Polski). Specyalna karta 1 : 75000 (Galicya) Carte geologique internationale de l'Europe. Karta geologiczna i pedologiczna Austro-Węgier. Obrazy dla szkoły i domu. Tablice Cybulskiego. Langla obrazów historycznych 72, Gerasch-Pendla 5. Fotografii widoków Włoch 101. Spermann'a Muzeum t. 5. Dyapozytywy z widokami Grecyi. Obrazów geograficznych Hölzla 37, Haasa obrazów do geografii fizycznej 50. Fraasa obrazów do geografii fizycznej 12. Obrazów etnograficznych 6. Fotografii Tatr 9. Model gipsowy Morskiego Oka i okolicy. Letoschka tablic 2. Stereotypy 2. Stereogramów 202. Atlasy obrazowe Geistbecka 3. Atlas fiz. geogr. Berggausa. Przyrządy: Globusów 3, Globus indukcyjny. Tellurium. Model horyzontu. Sfera armillarna. Barometer hypsometryczny. Komas. Szkło horyzontowe. Pryzmat do mierzenia

odległośsi. Zbiór produktów kolonialnych. Zbiór najważniejszych skał. W roku bieżącym dokupiono map 27, obrazów 12.
7. Gabinet geometryi wykreślnej posiada przyrządów i modeli 57.

IX.

Tematy wypracowań pisemnych w klasach wyższych.

Język polski.

Klasa V. a.

1. *a*) Charakter kościelny literatury polskiej w epoce średniowiecza.
   b) Moje najmilsze wspomnienia z ostatnich wakacyi.
2. *a*) Ogień jako dobroczyńca i wróg ludzkości.
   b) Przechadzka za miasto w porę jesienną (dom.).
3. *a*) Życie szlachcica na wsi XVI. wieku według Reja.
   b) Hektor czy Achilles więcej mi się podoba i dlaczego?
4. *a*) (Dom). Jakie refleksye nasuwa mi widok płynącej rzeki.
   b) Znaczenie rzeki w przyrodzie i przemyśle.
5. *a*) Streścić i wyjaśnić „Legendę żeglarską“ Sienkiewicza.
   b) Napisać powiastkę na podstawie wiersza Lenartowicza „Kalina“.
6. *a*) O ile „Odprawa posłów greckich“ jest złowrogiem „memento“ dla społeczeństwa polskiego?
   b) Znaczenie chórów w „Odprawie posłów greckich“.
7. (Dom.). Co widzę w obrazie Artura Grottgera z cyklu „Polonia“ p. t. „Kucie kos“ lub „Bitwa“.
8. *a*) Życie i czyny Longina Podbipięty (na podstawie „Ogniem i mieczem“).
   b) Mój ideał bohatera w „Trylogii“ Sienkiewicza.
9. (Dom.). *a*) Echa dni dziecięcych (ustęp z pamiętnika).
   b) Dola i niedola studenta (garść wrażeń szkolnych).
10. *a*) Gdybym podróżował... (refleksye).
    b) Dokąd idę? (rozważenie wytycznej swego życia).

Klasa V. b.

1. *a*) Charakter przejściowy oświaty i literatury polskiej w XV. w.
   b) Jeden dzień moich ostatnich wakacyi.
2. (Dom). Odejście pociągu. (spostrzeżenia).

3. *a*) Hektor w chwili przedzgonnej (na podstawie lektury Iliady).
   b) Jak Rej pojmował idealnego człowieka?
4. *a*) Polska, jej los i przyszłość w „Odprawie posłów greckich".
   b) Przebieg rady trojańskiej w „Odprawie posłów".

Tematy zadań l. 4., 5., 7., 8., 9. i 10., jak w odz. V. a.

Klasa V. c.

1. Znaczenie porządku w życiu ucznia (dom.).
2. Rozwinąć myśli, zawarte w ustępie Reja p. t.: „O swobodnym i pomiernym żywocie" (szk.).
3. Objaśnić przeczytane ustępy z Kochanowskiego Pieśni świętojańskiej o Sobótce (dom).
4. Objaśnić treść i przedstawić znaczenie pierwszego chóru w Odprawie posłów greckich Kochanowskiego: „By rozum był przy młodości"... (szk).
5. Teatr wojny trojańskiej. Opis obozu greckiego i Troi, z dołączeniem odp. rysunku (dom.).
6. Narada w sprawie wydania Heleny. Opowiadanie według Odprawy posłów greckich Kochanowskiego (dom.).
7. Objaśnić treść i przedstawić znaczenie proroctwa Kassandry w Odprawie posłów greckich Kochanowskiego (szk.).
8. Objaśnić fraszkę Kochanowskiego „Do gór i lasów" wypadkami z życia poety (szk.).
9. Treść i znaczenie sielanki Szymonowicza p. t. „Żeńcy" (szk.).
10. Walka Achillesa z Hektorem. Opowiadanie według Iliady (dom).

Klasa VI. a.

1. Charakterystyka Fircyka (dom.).
2. Komisya edukacyjna i reforma szkolnictwa (szk.).
3. Znaczenie odkryć średniowiecznych dla Europy (dom.).
4. Budowa i treść poematu p. t. „Konrad Wallenrod" (szk.).
5. Dwaj bracia Strawińscy (porównanie na podstawie powieści H. Rzewuskiego p. t. „Listopad", dom.).
6. Znaczenie obiegu krwi dla ciała ludzkiego (dom.).
7. Charakterystyka twórczości J. B. Zaleskiego (szk.).
8. Działalność poetycka Horacego (szk.).
9. Wiosna w przyrodzie (obrazek, dom.).
10. Nowe formy w polskiej poezyi romantycznej do r. 1831. z szczególnem uwzględnieniem poezyi A. Mickiewicza (szk.).

Klasa VI. b.

1. Wyjaśnić znaczenie napisu na medalu, wybitym dla Konarskiego z polecenia króla Stanisława (dom.).
2. Jakie wady wytknął Krasicki społeczeństwu swemu w „Marnotrawstwie“? (szk.).
3. Rozwój satyry w literaturze polskiej aż do Naruszewicza włącznie (dom.).
4. Stosunek Karpińskiego i Kniaźnina do innych poetów polskich XVIII. w. (szk.).
5. Staszic i Kołłątaj jako pisarze polityczni (charakterystyka porównawcza, dom.).
6. Myśl przewodnia „Hymnu do Boga“ Woronicza (szk.).
7. Na przykładach z życia wyjaśnić myśl przysłowia: „Więcej przykład w ludziach, niż rozkazanie może“, M. Fredro (dom.).
8. Znaczenie Brodzińskiego w literaturze polskiej (szk.).
9. Wyjaśnić znaczenie słów:

   „Bo słuchajcie i zważcie u siebie,
   Że według bożego rozkazu:
   Kto nie dotknął ziemi ni razu,
   Ten nigdy nie może być w niebie“.

   Dziady, cz. II., 476 n. (dom.).
10. Wady i zalety obywatelskie szlachty zaściankowej (szk.).

Klasa VI. c.

1. Najmilsze wspomnienia z wakacyi (dom.).
2. Która postać w trylogii Sienkiewicza najbardziej mi się podoba i dlaczego? (szk.).
3. Racyonalizm francuski na gruncie polskim (dom.).
4. Pierwiastki romantyczne u poetów w epoce St. Augusta (szk.).
5. Opis wieczoru ku czci trzech wieszczów (dom.).
6. Zasadnicze cechy romantyzmu (szk.).
7. Moja ostatnia książka przeczytana (dom.).
8. Wpływ układu poziomego Polski na jej dzieje (szk.).
9. Życie szlachty polskiej w początkach XIX. w. (na podstawie Pana Tadeusza) (dom.).
10. System Kopernika a Ptolomeusza (na podstawie nauki fizyki) (szkolne).

Klasa VII. a.

1. (Szkol.). Do wyboru:

   a) Społeczeństwo polskie w III, części „Dziadów“.

b) W czem leży wielkość Mickiewicza?

2. (Dom.). *a*) Uzasadnić myśl, zawartą w słowach K. Miaskowskiego:

   „Nie tenci żeglarz, co płynie po wodzie
   Nie poruszonej nic wiatrem, w pogodzie,
   Ale, co wały, gdy biją najcięższej,
   Wiosłem zwycięży!"

   b) W jesienny dzień (obrazek przyrody, wrażenia lub nowelka).
3. (Szkol). Charakterystyka bohatera któregokolwiek z młodzieńczych utworów Słowackiego.
4. (Dom.). *a*) Tragedya duszy polskiej w świetle dwu obrazów Matejki: „Hołd pruski" i „Rejtan".
   b) Wyjaśnić rolę Doktora w „Kordyanie".
   c) Najnowsze środki oświetlenia.
5. (Szkol.). *a*) Gustaw i Albin (charakterystyka porównawcza).
   b) Sprawa odrodzenia narodowego w „Anhellim".
6. (Dom). Sprawozdanie z książki przeczytanej w ostatnim czasie.
7. (Szkol.). Kto zwycięża w „Nieboskiej komedyi"?
8. (Szkol.). Wyjaśnienie postaci „imaginacyjnych" w „Weselu" Wyspiańskiego.
9. (Szkol.). U kresu moich lat szkolnych (wyjątek z rozważań nad sobą).

Klasa VII. b.

1. Dlaczego święcimy pamięć wielkich czynów przodków naszych (domowe).
2. Znamienne cechy najwcześniejszych utworów Mickiewicza (szk.).
3. W jakich obrazach przedstawił Mickiewicz w „Dziadach" związek świata zmysłowego z nadzmysłowym (dom.).
4. Wojewoda a Miecznik w „Maryi" Malczewskiego (szk.).
5. Jaki wpływ wywierał Byron na Słowackiego w rozwoju jego twórczości? (dom.).
6. Co ma wyobrażać Sybir w „Anhellim" Słowackiego.
7. Wykazać na przykładzie z życia lub historyi prawdę, zawartą w słowach:

   „Nie ów zły, kto w nieszczęściu staje się winniejszy,
   Lecz kto, klęską obudzon, wad swoich nie zmniejszy (dom.).
   (Brodziński).
8. Obraz społeczeństwa rzymskiego według „Irydiona" Krasińskiego (szk.).

9. Rozwinąć myśli, zawarte w wierszu Asnyka p. n. „Przeminął czas“ (szk.).

Klasa VII. c.

1. (Szkol.). Do wyboru:
   a) Halban i Aldona w stosunku do czynu Konrada Wallenroda.
   b) Do których scen III. części „Dziadów“ dadzą się zastosować słowa poety:
   Żrąca jest i paląca gorycz mojej mowy,
   Gorycz, wyssana ze krwi i łez mej ojczyzny“.
   („Do przyjaciół Moskali“).
2. (Dom.). *a*) Rozważyć słowa M. Konopnickiej:
   „Nie wydacie duchem kwiatu
   Ni sobie, ni światu,
   Bez miłości, bez zapału,
   Bez czci ideału“.
   b) W jesienną szarugę (Obrazek przyrody, refleksye lub nowelka).
3. (Szkol.). Charakterystyka bohatera któregokolwiek z młodzieńczych utworów Słowackiego.
4. (Dom.). *a*) Wyjaśnić rolę Doktora w „Kordyanie“.
   b) Najnowsze środki oświetlenia.
5. (Szkol.). *a*) Klara i Aniela (charakterystyka porównawcza).
   b) Wygnańcy w „Anhellim“.
6. (Dom.). Sprawozdanie z książki, przeczytanej w ostatnim czasie.
7. (Szkol.). Wyjaśnienie postaci „imaginacyjnych“ w „Weselu“ Wyspiańskiego.
9. (Szkol.). U kresu moich lat szkolnych (wyjątek z rozważań nad sobą).

Język niemiecki.

Klasa V. a.

1. Was fesselt uns an das Elternhaus? (d.).
2. Des Tantalos Schuld und Sühne (sz.).
3. Es ist das Sprichwort: „Jeder ist seines Glückes Schmied“ an einem Beispiele zu erläutern (d.).
4. Grundgedanke der Ballade: „Die Bürgschaft“ (szk.).
5. Der Nutzen geographischer Kenntnisse (d.).
6. Das Leben der Zöglinge in der Karlsschule (szk.).

7. Der Schlossberg in Lemberg und seine Umgebung (d.)
8. Die Jugend eines Spartaners (sz.).
9. Die Folgen der Kreuzzüge (d.).
10. Der Schenk von Limburg (sz).
11. Was ich während der nächsten Ferien zu tun gedenke (d.). (Briefform).
12. Die Taucher in versunkenen Schiffen (sz.).

Klasa V. b.

1. Es ist das Sprichwort: „Morgenstunde hat Gold im Munde“ an einem Beispiele zu erläutern (d.).
2. Der Graf von Habsburg (sz.).
3. Ein Ausflug in die Umgebung von Lemberg (d.).
4. Der Taucher von Schiller (sz.).
5. Der Nutzen geographischer Kenntnisse (d.).
6. Der Handschuh (sz.).
7. Unsere Zeichenmodelle (d.).
8. Die Jugend eines Spartaners (sz.).
9. Die Folgen der Kreuzzüge (d.).
10. Schillers Jugend (sz.).
11. Freude und Nutzen des Fussreisens (d.).
12. Die Taucher in versunkenen Schiffen (sz.).

Klasa V. c.

1. Die Bedeutung der Haustiere im Wirtschaftsleben (d.).
2. Die Schlacht bei Marathon (sz.).
3. Das Feuer im Dienste des Menschen (szk.).
4. Die Macht des Gewissens. Auf Grund der Ballade: „Die Kraniche des Ibykus“ (sz.).
5. Der Nutzen der geographischen Kenntnisse (d.).
6. Die Treue, sie ist doch kein leerer Wahn. Nach Schillers Ballade: „Die Bürgschaft“ (sz.).
7. Die Ursachen der Kreuzzüge (d.).
8. Die Jugend eines Spartaners (sz.).
9. Das Reisen einst und jetzt (d.).
10. Andreas Hofers Tod (sz.).
11. Die Annehmlichkeiten des Landlebens (d.).
12. Die Taucher in versunkenen Schiffen (sz.).

Klasa VI. a.

1. Siegfrieds Heldentaten (sz.).
2. Meine liebste Beschäftigung (in Briefform, dom.).
3. Nur das Leben bildet den Mann, wenig bedeuten die Worte (dom).
4. Die linksrheinischen Flüchtlinge in Not (Nach Goethes „Hermann und Dorothea (sz.).
5. Charakter des Prinzen in Lessings „Emilia Galotti" (sz.).
6. Die Keime der Bildung sind bitter, die Früchte süss (d.).
7. Die Idee der Freiheit in Schillers „Wilhelm Tell" (sz.).
8. Newtons Bedeutung in der Entwicklung der Physik (d.).
9. Eine Übersetzung aus dem Polnischen (sz.).
10. Albas, Domingos und der Prinzessin Eboli Komplot in Schillers „Don Karlos" (sz.).

Klasa VI. b.

1. Siegfrieds Tod (sz.)
2. Meine liebste Beschäftigung (in Briefform, dom.).
3. Die Anhänglichkeit des Menschen an die Heimat, worin sie ihren Grund hat (dom.).
4. Wie wird Gudrun aus ihrer harten Lage befreit? (sz.).
5. Kurzer Inhalt von Goethes „Hermann und Dorothea" (sz.).
6. Die Erhaltung der Energie (d.).
7. Mit welchen Gründen verteidigt Rudenz in Schillers „Wilhelm Tell" seine Anhänglichkeit an Oesterreich? (sz.).
8. Über die Luftschiffahrt (dom.).
9. Was vollbringt Marinelli, um die Hochzeit des Grafen Appiani zu verhindern (Nach Lessings Emilia Galotti (sz.).
10. Eine Übersetzung aus dem Polnischen (sz.).

Klasa VI. c.

1. Der schönste Augenklick meines Lebens (dom.).
2. Charakteristik der wichtigsten Helden im Nibelungenliede (sz.).
3. Meine liebste Beschäftigung (dom).
4. Die poetische Fabel von Hermann und Dorothea (sz.).
5. Wilhelm Tell. Ein Charakterbild nach Schillers Drama (dom.).
6. Die Exposition in Lessings Trauerspiel: „Emilia Galotti" (sz.).
7. Marquis Posas Ideale. Nach Schillers „Don Carlos" (dom.).
8. Eine Übersetzung aus dem Polnischen (sz.).
9. Die Kommunikationsmittel in Lemberg (d.).
10. Welches Denkmal in Lemberg gefällt mir am meisten und warum? (d.).

Klasa VII. a. b. c.

1. Die jetzigen kulturellen Errungenschaften des menschlichen Geistes im Vergleich zu dessen ersten Schritten (dom).
2. Die zwei ersten Aufzüge „der Argonauten" vom Standpunkte des Hellenismus aus betrachtet (sz.).
3. Welche Anschauungen hat Goethe den Direktor und den Dichter im „Vorspiel auf dem Theater" vertreten lassen (sz.).
4. Was für Dienste leistet uns der Dampf u. die Elektrizität (d.).
5. Was für eine Rolle spielt Mephistopheles und auf welche Weise gelingt es ihm Faust in seine Gewalt zu locken (dom.).
6. Eine Übersetzung aus dem Polnischen (sz.).
7. Welches Ideal wird von Faust angestrebt und wie sucht er es zu erreichen? (dom).
8. Die Glocke in ihren Beziehungen zum menschlichen Leben (sz).
9. Welchen Beruf werde ich wählen und warum? (dom.).

Język francuski.

Klasa V. a. i b.

1. Le poisson, (Traduction) szk.
2. Racontez le morceau int. „La pluie". dom.
3. Comparaison entre le lion et le tigre d'après Buffon. szk.
4. Comment je passe la journée? dom.
5. Une légende (d'après E. Renan) szk.
6. La reine Frédégonde (Questions et réponses). dom.
7. Exercise de grammaire: Emploi du subjonctif. szk.
8. Le sang-froid (Reproduction) szk.
9. Le sujet de 4 premières scènes de la comédie „La joie fait peur". dom.
10. Le dénouement de la comédie „La joie fait peur". dom.

Klasa V. c.

1. La noix (compte-rendu) (dom.).
2. Exercise de grammaire (verbes irréguliers) (szk.).
3. Sparte et Athènes. Comparaison d'après la lecture (dom.).
4. Une page de l'enfance de V. Hugo, (d'après son poème: „Une découverte") (szk.).
5. Molière en charge de valet de chambre du roi (dom.).
6. La jeunesse de Napoléon I. (szk.).
7. La portée de l'électricité dans la vie (dom.).

8. La défaite de Roncevaux (szk.).
9. Duguesclin (compte-rendu) (dom.).
10. Les derniers jours de Napoléon à Sainte-Hélène (szk.).

Klasa VI. a. i b.

1. Une heure à la gare (décrire le départ d'un train.) (dom.).
2. Le fond historique dans „Horace“ de Corneille (szk.).
3. France physique. Description suivie d'une carte appropriée au texte (dom.).
4. L'amour maternel dans „Andromaque“ de Racine (szk.).
5. France-Caneaux. Description suivie d'une carte (dom.).
6. Le caractère d'Alceste comme il se peint dans les discours d'Alceste à Philinte dans la comédie de Molière „Le Misanthrope“ (szk.).
7. Paris au XVII-ième siècle, d'après la satire de Boileau (szk.).
8. Les chemins de fer français (avec une carte appropriée au texte (dom.).
9. Racontez la fable de Lafontaine „Le Loup et le chien“ (szk.).
10. Dialogue entre Polyphonte et Mérope dans la tragédie de Voltaire „Mérope“ (szk.).

Klasa VI. c.

1. La pèche du Renard (d'après la lecture).
2. La jeunesse perdue (compte-rendu du poème de Villon.)
3. La France sous Louis XIV.
4. Mes vacances de Noël (sous forme de lettre).
5. En quoi consiste la beauté de la tragédie de Racine.
6. Exercise de grammaire.
7. Traits principaux de la littérature classique du XVII-e siècle.
8. Description de notre école.
9. J. J. Rousseau, sa vie et ses euvres.
10. Déscription du tableau de Greuze: L'accordée de village (la reproduction en est contenue dans le livre).
11. La France sous la Révolution.
12. Ce que je me propose de faire pendant les vacances.

Klasa VII. a. b. c.

1. Le fleuve et la vie humaine (d'après le poème de Lamartine).
2. Les villes importantes de la Normandie.
3. La production do vin en France.

4. La vie de Napoléon I.
5. Les adieux de Napoléon à Fontainebleau.
6. La révolution de 1848 en France.
7. La vie et l'oeuvre de Hugo.
8. Eugénie Grandet de Balzac.
9. Traits principaux du romantisme français.
10. Le siège de Paris (d'après le vers de Coppée).

V.

Tematy pisemnego egzaminu dojrzałości.

Grupa I.

1. Z języka polskiego do wyboru:
   a) O ile udoskonalone lotnictwo może wpłynąć na roszerzenie sfery życia człowieka. (Obrazek fantastyczny.)
   b) Powieść poetycka w literaturze polskiej. (Charakterystyka.)
   c) Polska w dobie Piastów. (Szkic historyczny.)
2. Z języka niemieckiego:
   Przetłómaczyć na język niemiecki podyktowany ustęp polski p. t. „Podanie o Fauście".
3. Z języka francuskiego:
   Przetłómaczyć na język polski tekst francuski z podręczn. Węckowskiego-Szaroty: La France II. str. 191. Claude Bernard: „De l'observation et de l'experience".
4. Z geometryi wykreślnej:
   a) Dane są trzy punkty A, B, C i płaszczyzna P [A (4, 5, 6), B (8, 6, 3), C (10, 1, 0) i Pz — 17, 45^0 na lewo, Pv – x]. płaszczyzny P, który jest równo oddalony od danych punktów, a następnie opisać kulę na powstałym czworoscianie $ABCx$.

   b) Dany jest stożek prosty i kierunek równoległego oświetlenia. Wyznaczyć taką prostą, którejby cień rzucony na dany stożek był elipsą, a następnie wyznaczyć cienie rzucone prostej i stożka na rzutnie, jak również cień prostej na stożek.

   c) Dany jest rzut poziomy (s) stycznej do danej kuli K w punkcie S, wyznaczyć rzut pionowy tej stycznej.

Grupa II.

1. Z języka polskiego do wybou:
   a) Jakiem, pragnąłbym, by było moje życie całe? (Ustęp z pamiętnika.)
   b) „Wesele" Wyspiańskiego jako dramat współczesnej duszy polskiej.
   c) Prąd elektryczny jako pośrednik w przemianie energii.
2. Z języka niemieckiego:
   Przetłómaczyć na jezyk niemiecki podyktowany ustęp polski p. t. „Miasta w czasie wojny 30 letniej".
3. Z języka francuskiego:
   Przetłómaczyć na język polski ustęp francuski z podręcznika Węckowskiego-Szaroty La France II. str. 5. „Napoléon. Proclamation à l'armée d' Italie... do słów... des rivierés à passer".
4. Z geometryi wykreślnej:
   a) Dane są dwie proste *m n*, punkt *P* obok nich leżący; poprowadzić przez punkt *P* taką prostą, którąby przecinała proste *m*, *n*, a następnie wyznaczyć prawdziwą wielkość odcinka, zawartego między tymi punktami przecięcia. [Prosta *m* niech będzie wyznaczona przez punkty *A* (1, 7, 0), *B* (7, 0, 6), prosta *n* przez punkty *C* (1, 0, 5), *D* (17, 9, 0), punkt zaś *P* spółrzędnemi $x=4$, $y=4$, $z=3$.].
   b) Dane są trzy punkty *A*, *B*, *C*; wyznaczyć rzuty koła przechodzącego przez te punkty, styczne w punktach *A*, *B*, *C* i cień rzucony tego koła przy oświetleniu równoległem.
   c) Dana jest prosta *AB* [*A* (— 6, 3, 2), *B* (— 2, 7, 8)] i kula, której środek ma spółrzędne $x=0$, $y=4^1/_2$, $z=3^1/_2$, a promień $r=3$. Wykreślić ślady płaszczyzn stycznych do kuli, a przechodzących przez prostą *AB*.

Grupa III.

1. Z języka polskiego do wyboru:
   a) Rozważyć znaczenie słów Mickiewicza wypowiedzianych o Konradzie Wallenrodzie: „Szczęścia nie znalazł w domu, bo go nie było w ojczyźnie".
   b) Którzy poeci i pisarze polscy i z powodu których swoich utworów mogliby o sobie powiedzieć:

      „Tragiczną będzie moja gra,
      Skarzeniem, chłostą i spowiedzią"
      (Wyspiański „Wyzwolenie").

c) Praktyczna wartość nauk przyrodniczych.

2. Z języka niemieckiego:
Przetłómaczyć na język niemiecki podyktowany ustęp polski p. t. „Matejko".

3. Z języka francuskiego:
Przetłómaczyć na język polski ustęp francuski podręcznika z Węckowskiego-Szaroty La France II. str. 91. „François Guizot. Rôle civilisateur de la France".

4. Z geometryi wykreślnej:
a) Dana jest prosta l przez swe ślady: H ($x = 1$, $y = 6$), V ($x = 7$, $z = 3$) i rzuty punktu P, leżącego na prostej l ($x = 4$); wykreślić przez punkt P prostą prostopadłą do l, a nachyloną do rzutni poziomej pod kątem 60^0.
b) Dane są rzuty ostrosłupa czworościennego; poprowadzić taką płaszczyznę, któraby na trzech krawędziach odcinała żądane odcinki, a następnie wyznaczyć rzuty przekroju ostrosłupa tą płaszczyzną — i siatkę ostrosłupa.
c) Dana jest kula i prosta, przecinająca kulę. Wyznaczyć cień rzucony kuli i prostej na rzutnię poziomą i pionową, a nadto cień prostej na kulę.

Grupa IV.

1. Z języka polskiego:
a) Oręż zwycięzcy licznych narodów dosięga.
„Lecz wieczną tylko jest światła potęga". (Brodziński).
b) Pankracy i Henryk w Nieboskiej komedyi Krasińskiego. (Charakterystyka porównawcza).
c) Polska w czasie wojen szwedzkich. (Obraz historyczny).

2. Z języka niemieckiego:
Przetłómaczyć na język niemiecki podyktowany ustęp polski p. t. „Znaczenie Nilu dla Egiptu".

3. Z języka francuskiego:
Przetłómaczyć na język polski ustęp francuski z podręcznika Węckowskiego - Szaroty: La France II. str. 188. „Joseph-Ernest Renan: Mort de Marc - Aurèle... do słów... aux dieux immortels".

4. Z geometryi wykreślnej:
a) Dana jest prosta m, leżąca na rzutni poziomej, i rzut pionowy dowolnego punktu C; wyznaczyć tak rzut poziomy punktu C, aby płaszczyzna, łącząca punkt C z pro-

stą *m*, była nachylona do rzutni poziomej pod kątem 60°.

b) Dany jest stożek obrotowy wydrążony, którego wierzchołek *W* leży poniżej rzutni poziomej, a którego oś jest prostopadła do tej rzutni i przez nią przepołowiona. Przyjmując, że długość tej osi wynosi 14 cm., promień kierownicy stożka R = 6 cm., kierunek światła: S' = 45°, S'' = 50°, — wyznaczyć cień własny i rzucony tego stożka, a nadto cień do wnętrza.

c) Wyznaczyć punkt styczności danej kuli z płaszczyzną, której jest dany tylko ślad poziomy.

XI.

Wykaz książek na rok szkolny 1911/1912
w szkołach realnych.

I. Klasa.

Religia. *a) rit. lat.* Ks. Slusarz — Katechizm religii katolickiej. Wydanie 3. Lwów 1908. Opr. kor. 1.

b) rit. gr. Середний Катихизм християньско-католицкої релїґії, одобрений австр. Епископатом. Львів 1906. Kor. 0·80.

Rel. mojż. 1) S. Spitzer Historya bibl. 2) S. Spitzer: Modły Izr.

Język polski. Konarski — Zwięzła gramatyka języka polskiego. Lwów 1902. Cena opr. kor. 0·50.

Dr. Maryan Reiter — Czytania polskie dla I. klasy z illustracyami. Lwów 1910. Opr. kor. 3.

Język ruski. Według planu B. Коцовский i Огоновский, Методична грмматика рускої мови, друге поправлене видане Львів 1909. Opr. kor. 0·50.

Читанка руска для I. кляси шкіл середних. Львів 1909. Opr. kor. 2.

А. Крушельницкий, Руска читанка для I. кляси (w druku).

Język niemiecki. German, Petelenz, Gayczak — Ćwiczenia niemieckie I klasy. Wyd. 7. Lwów 1910. Kor. 2·40.

Geografia. Romer — Geografia. Wyd. 2. z atlasem. Lwów 1908. Opr. kor. 3.

Historya powszechna. B. Gebert i G. Gebertowa — Opowiadania z dziejów ojczystych. Lwów 1910. Kor. 2·20.

Matematyka. Suppantschitsch-Hordyński — Poglądowa nauka geometryi dla kl. I. Lwów 1911. Opr. kor. 1.

Historya naturalna. Nusbaum-Wiśniowski — Wiadomości z zoologii dla niższych klas szkół średnich. Wyd. 3. Lwów 1910. Opr. kor. 3·60.

Rostafiński — Botanika szkolna na klasy niższe. Wyd. 6. Kraków 1907. Opr. kor. 2·60.

II. Klasa.

Religia. *a) rit. lat.* Ks. Ślósarz — Katechizm religii katol. Wyd. 3. Lwów 1908. Opr. kor. 1.

b) rit. gr. Середний християньско-католицкої релїґії одобрений австр. Епископатом. Львів 1906. Kor. 0·80.

Тороньский, Лїтурґіка. 3. вид. Львів 1905 (wyczerpane).

Rel. mojż. 1) N. Szyper — Historya bibl. część II. 2) S. Spitzer Modły Izr.

Język polski. Małecki — Gramatyka języka polskiego szkolna. Wyd. 9. i 10. Lwów 1906. Opr. kor. 2·40.

Reiter — Czytania polskie dla II. klasy (w druku).

Język ruski. Według planu B. Коцовский i Огоновский, Методична граматика руської мови. Львів 1903. Opr. kor. 0.50

Читанка руска для II. кляси. Вид. 3. Львів 1907. Opr. kor. 2.

Język niemiecki. German i Petelenz — Ćwiczenia niemieckie dla II. klasy. Wyd. 5. Lwów 1907. Opr. kor. 2·20.

Geografia. Siwak — Geografia dla II. i III. klasy (w druku).

Historya powszechna. Dr. Kazimierz Krotoski — Opowiadania z dziejów monarchii austr.-węg. w związku z historyą powszechną. Lwów 1909. Opr. kor. 2·50.

Matematyka. Ignacy Kranz — Arytmetyka na klasę II. Kraków 1910. Opr. kor. 1·50.

Historya naturalna. Rostafiński — Botanika szkolna dla klas niższych. Wyd. 6. Kraków 1907. Kor. 2·60.

Nusbaum-Wiśniowski — Wiadomości z zoologii dla niższych klas szkół średnich. Wydl 3. Lwów 1910. Kor. 3·60i

Geometrya i rysunki geometryczne. Ign. Kranz — Geometrya poglądowa na niższe klasy szkół średnich. Część I. Kraków 1911. Kor. 1·40.

III. Klasa.

Religia. *a) rit. lat.* Ks. Jougan — Liturgika. Wyd. 1—3. Lwów 1906. Opr. kor. 1·40.
Ks. Szydelski — Dzieje biblijne starego zakonu. Lwów 1908. Opr. kor. 1.
b) rit. gr. Тороньский Лїтурґіка. Вид. 3. Львів 1905 (wyczerpane). Opr. kor. 1.60.
Тороньский А. Історця біблїйна старого завіта. Вид. 2. Львів 1899. Opr. kor. 2.
Лїтурґіка. Видане Кружка Катихитів (w druku).
Rel. mojż. 1) N. Szyper — Historya bibl. Część III. S. Spitzer Modły Izr.

Język polski. Małecki — Gramatyka języka polskiego szkolna. Wyd. 9. i 10. Lwów 1905. Opr. kor. 2·40.
Czubek-Zawiliński — Wypisy polskie dla III. klasy. Lwów 1904. Wyd. 2. Opr. kor. 2.

Język ruski. Według planu B. Стоицкий Ґартнер, Руска Граматика. Вид. 2. Львів 1907. Opr. kor. 2.
Читанка руска для III. кляси шкіл середних. Нове видане.Львів. 1908. Opr. kor. 2·40.

Język niemiecki. German i Petelenz — Ćwiczenia niemieckie dla klasy III. Wyd. 4. Lwów 1907, wyczerpane; przygotowuje się wyd. 5. zmienione.
Jahner — Deutsche Grammatik. Wyd. 3. Lwów 1907. Opr. kor. 2·20.

Język francuski. Dr. St. Węckowski — Książka do nauki języka francuskiego dla klasy III. szkoły realnej. Lwów 1908. Opr. kor. 1·80 (w ciągu wakacyi wychodzi drugin zmienione wydanie).

Geografia. Siwak — Geografia dla II. i III. klasy (w druku).

Historya. Dr. Kazimierz Krotoski — Opowiadanie z dziejów monarchii austr.-węg. w związku z historyą powszechną. Lwów 1910. Opr. kor. 2.

Geometrya i rysunki geometryczne. Ignacy Kranz — Geometrya poglądowa. Kraków 1908. Część II. Opr. kor. 2.

IV. Klasa.

Religia. *a) rit. lat.* Ks. Dąbrowski — Historya biblijna zakonu nowego. Wyd. 1—3. Stanisławów 1902. Opr. kor. 1·80.

b) rit. gr. Тороньский А., Історня біблїйна нового закона. Вид. I. i II. Львів 1901. Opr. kor. 1.60.

Rel. mojż. 1) S. Dubnow — Krótka historya Żydów. Część II. 2) S. Spitzer — Modły Izr.

Język polski. Małecki — Gramatyka języka polskiego szkolna. Wyd. 9. i 10. Lwów 1905. Opr. kor.

Próchnicki i Wojciechowski — „Wypisy polskie“ Tom V.

Język ruski. Według planu B. Лучаковский, Взори поезиі і прози. 2. вид. Львів 1909. Kor. 3·60.

Kokorudz-Konarski — Gramatyka ruska dla Polaków. Lwów 1900. Opr. kor. 2.

Bohdan Łepki — Czytanka ruska 1904. Kor. 1·20.

Język niemiecki. German-Petelenz-Gayczak — Ćwiczenia niemieckie dla IV. klasy. Wyd. 4. Lwów 1910. Kor. 3.

Jahner — Deutsche Gramatik. Wyd. 3. Lwów 1907. Opr. kor. 2·20.

Język francuski. Dr. Stanisław Węckowski — Książka do nauki języka francuskiego dla IV. klasy szkoły realnej. Lwów 1910. Kor. 2·80.

Geografia. Benoni-Majerski — Geografia austr.-węgierskiej monarchii. Wydanie 5. zmienione i przerobione przez Bolesława Baranowskiego. Lwów 1907. Opr. kor. 1·20.

Historya. Zakrzewski — Historya powszechna. Część I. Wydanie 1—3. Kraków 1902. Opr. kor. 2·40.

Matematyka. Dziwiński — Podręcznik arytmetyki i algebry dla klas wyższych. Wyd. 4. Lwów 1910. Opr. kor. 4·50.

Fizyka. Kawecki i Tomaszewski — Fizyka dla niższych klas szkół średnich. Wyd. 6. Kraków 1910. Opr. kor. 2.

Chemia. Duchowicz-Wiśniowski — Wiadomości z chemii i mineralogii dla klas niższych (w druku).

Geometrya i rysunki geometryczne. Suppantschitsch-Hordyński — Geometrya. Przygotowują się dwa nowe podręczniki dla klasy IV. i V. (w druku).

V. Klasa.

Religia. *a) rit. lat.* Ks. Dr. Maciej Sieniatycki — Ogólna katolicka dogmatyka. Lwów. 1906. Opr. kor. 2.

b) rit. gr. A. Тороньский, Христ. катол. доґматика фундаментальна і апольоґетика для кляс висших. Вид. II. Львів 1906. Opr. kor. 2.

Rel. mojż. Dr. Letteris: Pięcioksiąg mojż.

Język polski. Tarnowski i Bobin — Wypisy polskie dla szkół realnych i seminaryów nauczycielskich. Tom I. Wyd. 1—3. Lwów 1902. Opr. kor. 3.
Wybór z dzieł pisarzy greckich i łacińskich w przekładach. Część I. Lwów 1002. Opr. kor. 5.

Język ruski. *a)* w I. półroczu. Podręczniki jak w klasie IV.
b) w II. półroczu. Gramatyka, jak w kl. IV.
Барвіньский — Вибір з народної літератури україноруской для семинарий учительских. Львів 1910. kor. 4.

Język niemieyki. Ippoldt und Stylo, Deutsches Lesebuch für die oberen Klassen der galizischen Mittelschulen I. Teil V. Klasse. Wyd. 2. Lwów 1907. kor. 4.

Język francuski. Dr. Stanisław Węckowski — Książka do nauki języka francuskiego dla klasy V. Lwów 1910. kor. 3.

Historya. Zakrzewski — Historya powszechna. Część II. Wyd. 3 i 4. Kraków 1906. kor. 2·40.
Lewicki — Zarys hist. Polski. kor. 2·40.

Geografia.

Matematyka. Dziwiński — Podręcznik arytmetyki i algiebry dla klas wyższych. Wyd. 4. Lwów 1910. Opr. kor. 4.
Kranz — Logarytmy. Kraków 1910. kor. 1·20.

Historya naturalna. Rostafiński — Botanika szkolna dla klas wyższych. Wyd. 2. Kraków 1901. kor. 3.

Chemia. Sucheni A. — Zasady chemii nieorganicznej. Lwów 1908. kor. 3·20.

Geometrya i rysunki geometryczne. Mocnik-Maryniak — Geometrya poglądowa. Część II. Wyd. 4—6. Lwów 1902. Opr. kor. 1·20.
Łazarski — Zasady geometryi wykreślnej (z atlasem). Wyd, II. Lwów 1901. kor. 3·40.

VI. Klasa.

Religia. *a) rit. lat.* Ks. — Szczeklik — Etyka katolicka. Wyd. 3 i 4. Tarnów 1908. Opr. kor. 2.
b) rit. gr. Дорожиньский — Етика. Lwów 1904. kor. 2.

Język polski. Tarnowski i Bobin. Wypisy polskie dla szkół realnych i seminaryów nauczycielskich. Tom. I. Wyd. 3. Lwów 1905. Opr. kor. 3.

Tarnowski i Bobin — Wypisy polskie dla szkół realnych i seminaryów nauczycielskic. Tom. II. Wyd. 1—2. Lwów 1900. Opr. kor. 3.

Wybór z dzieł pisarzy greckich i łacińskich w przekładach. Lwów 1902. Opr. kor. 4.

Rel. mojż. Dr. Letteris — Księgi proroków. Część II.

Język ruski. Podręcznik jak w klasie V.

Język niemiecki. 1. Deutsche Heldensage. 2. Lessing: Minna von Barnholm. 3. Goedle: Hermann und Dorothea. 4. Grillparzer: Wehe dem, der lügt.

Język francuski. Dr. St. Węckowski i Dr. J. Szarota — La France. Lwów 1910. Opr. kor, 3·50.

Historya. Zakrzewski — Historya powszechna. Część III. Wyd. 2. skrócone. Kraków 1903. Opr kor. 2·80.

Lewicki — Zarys hist. Polski.

Matematyka. Dziwiński — Podręcznik arytmetyki i algebry dla klas wyższych. Wyd. 3. Lwów 1906 Opr. kor. 4.

Kranz — Logarytmy. Kraków 1900. Opr. kor. 1·20.

Kranz — Trygonometrya kulista w zadaniach. Wyd. 1 i 2. Kraków 1906. kor. —·30.

Historya naturalna. Dr. Józef Nusbaum — Zoologia dla klas wyższych szkół średnich. Lwów 1909. kor. 3·60.

Chemia. Duchowicz-Bolland — Chemia organiczna. Lwów 1906. kor. 2·50.

Fizyka. Kawecki i Tomaszewski — Fizyka dla wyższych klas szkół średnich. Kraków 1906. Opr. kor. 3.40.

Geometrya i rysunki geometryczne. Łazarski — Zasady geometryi wykreślnej (z atlasem). Wyd. 2. Lwów 1901. Opr. kor. 3·40.

VII. Klasa.

Religia. *a) rit. lat.* Ks. Jougan — Historya Kościoła katolickiego. Lwów 1907. Wyd. 3. kor. 2.

Ks. Walenty Gadowski — Zarys historyi Kościoła katolickiego. Wyd. 3. Kraków 1911. Opr. kor. 3.

b) rit. gr. Ваплер-Стефанович — Історна христ. католицкої церкви Львів 1913. kor. 2.

Rel. mojż. M. Kayserling — Historya Izraelitów.

Język polski. Tarnowski i Bobin — Wypisy polskie. Część II. Wyd. 1—2. Lwów 1900. Opr. kor. 3.

Zathey — Antologia grecka. Lwów 1894. Opr. kor. 3.
Zathey — Antologia rzymska. Lwów 1897. Opraw. kor. 3.

Język niemiecki. 1. Schillers Gedichte (Auswahl). 2. Grillparzer: Sapphe. 3. Goethe: Die Leiden des jungen Werthers. 4. Freytag: Die Juryalisten. 5. Schiller: Wallensteins Tod.

Język francuski. Dr. St. Węckowski i Dr. J. Szarota — La France. Opr. kor. 4.

Historya. Zakrzewski — Historya powszechna. Część III. Wyd. 2. skrócone. Kraków 1903. Opr. kor. 2·80.
Lewicki — Zarys dziejów Polski i krajów ruskich z nią połączonych. Wyd. 1—3. Kraków 1901. Opr. kor. 2.
Głąbiński-Finkiel — Historya i statystyka austryacko-węgierskiej monarchii, Wyd. 3. (w druku).

Matematyka. Dziwiński — Zasady algebry. Wyd. 2. Lwów 1898. Opr. kor. 3·50.
Kranz — Zbiór zadań matematycznych dla klas wyższych. Kraków 1905. Wyd. 1. i 2. Opr. kor. 3·50.
Kranz — Logarytmy. Kraków 1900. Opr. kor. 1·20.
Kranz — Trygonometrya kulista w zadaniach. Wyd. 2. Kraków 1906. kor. —·30.

Historya naturalna. Łomnicki — Mineralogia i geologia. Wyd. 5. Lwów 1909.

Fizyka. Kawecki i Tomaszewski — Fizyka dla wyższych klas szkół średnich. Wyd. 3. i 4. Kraków 1906. Opr. kor. 3·40.

Geometrya i rysunki geometryczne. Łazarski — Zasady geometryi wykreślnej (z atlasem). Wyd. 2. Lwów 1901. Opr. kor. 3·40.

Podręcznik dla nauki stenografii. Bojarski — Podręcznik stenografii polskiej. Lwów 1909.

Podręcznik dla nauki kaligrafi. Czarnecki — Podręcznik do nauki kaligrafii.

IX.

Rozkład godzin.

PRZEDMIOT	KLASA							Razem
	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	
Religia	2	2	2	2	2	2	2	14
Język polski . . .	3	4	3	3	4	3	4	24
Język niemiecki . .	6	6	5	4	4	3	3	31
Język francuski . .	—	—	4	3	3	3	3	16
Geografia	2	2	2	2	1	1	—	10
Historya	2	2	2	2	3	2	4	17
Matematyka . . .	3	3	3	4	4	4	5	26
Historya naturalna .	2	2	—	—	2	2	2	10
Fizyka	—	—	3	2	—	4	4	13
Chemia	—	—	—	3	2	2	—	7
Geometrya i rysunki geometryczne	—	2	2	2	3	3	2	14
Rysunki odręczne .	4	4	4	3	3	2	2	22
Kaligrafia	2	—	—	—	—	—	—	2
Gimnastyka . . .	2	2	2	2	2	2	2	14
Razem .	28	29	32	32	33	33	33	220
Język ruski . . .	—	—	2		2		—	4

Wynik klasyfikacyi.

Klasa I. a.

Uzdolnieni:

1. Abdermann Wiktor
2. Bierbach Szymon
3. Blankenheim Józef
4. Eck Mateusz
5. Gerhardt Maryan
6. Haber Zygmunt
7. Hanzlik Józef
8. Kamienobrodzki Wilhelm
9. Kleinmann Artur
10. Motyka Feliks
11. Ojak Zbigniew
12. Osuchowski Mieczysław
13. Peschel Gustaw
14. Sagański Stefan
15. Spaltenstein Stanisław
16. Steuer Tadeusz
17. Szafrański Tadeusz
18. Szeremeta Józef
19. Szymański Adam
20. Tomasik Zdzisław
21. Wasylków Jan
22. Weber Karol
23. Weber Rudolf
24. Weinberg Maksymilian
25. Zborzyl Jerzy
26. Żabski Stanisław.

Nieuzdolnionych 8 uczniów. Do egzaminu poprawczego przeznaczono 3 uczniów.

Klasa I. b.

Chlubnie uzdolniony:

1. Zborowski Emil.

Uzdolnieni:

2. Ausstein Samuel Moses
3. Borsukowski Tadeusz
4. Dilling Karol
5. Drużny Julian Tomasz
6. Dobrowolski Zygmunt Fel.
7. Foks Maryan
8. Grześlowski Józef
9. Harasymowicz Józef
10. Hasny Karol
11. Herzog Mieczysław
12. Kalinka Aleksander
13. Kapuściński Alfons
14. Kerner Arnold
15. Klimko Kazimierz
16. Kolodziejczyk Stan. Michał
17. Kowalski Rudolf
18. Kranz Leon
19. Lisikiewicz Roman
20. Lorek Jan
21. Mażewski Władysław
22. Moszkowitz Maksymilian
23. Pantz Stanisław
24. Richter Hermann
25. Siemaszkiewicz Winc. Hen.
26. Sitko Józef
27. Spiess Rudolf
28. Synak Kazimierz Wiktor
29. Szczupłakiewicz Kazimierz
30. Silber Mojżesz Abraham
31. Węgier Kazimierz.

Nieuzdolnionych 5 uczniów. Do egzaminu poprawczego przeznaczono 7 uczniów.

Klasa I. c.

Chlubnie uzdolniony:

1. Wolański Tadeusz Adolf.

Uzdolnieni:

2. Ardel Marceli Jakób
3. Batsch Mieczysław Józef
4. Brückner Leon
5. Burda Kazimierz Antoni
6. Burgberger Jan
7. Chudzicki Olech Jerzy
8. Dyjankiewicz Maryan Józef
9. Dubyniak Włodzimierz
10. Fedyszyn Stefan
11. Gerge Ignacy
12. Giliczyński Michał
13. Godel Jakób
14. Godel Rudolf
15. Hankiewicz Leon Maryan
16. Hrab Józef
17. Janowski Julian Jerzy
18. Kadletz Antoni Emil
19. Käss Józef Szymon
20. Klima Seweryn M. Jerzy
21. Korner Wilhelm
22. Kunicki Michał
23. Lewicki Jerzy Emil
24. Pischnott Adolf Adam
25. Smaczyński Piotr Stanisław
26. Szumlakowski Stanisław
27. Borzemski Otto Edward

Nieuzdolnionych było 4 uczniów, 7 otrzymało pozwolenie na egzamin poprawczy z jednego przedmiotu.

Klasa II. a.

Chlubnie uzdolnieni:

1. Buchholz Wilhelm
2. Trzecieski Wilhelm (pryw.)

Uzdolnieni:

3. Borsukowski Henryk
4. Breitmann Frydo
5. Bilecki Edward
6. Biliński Feliks
7. Friedmann Samuel
8. Górski Stanisław Zbigniew
9. Górski Teofil
10. Jankowski Józef
11. Katz Salomon
12. Kisielewski Kazimierz
13. Kümmerling Juliusz
14. Kurkiewicz Aleks. (prywat).
15. Kużela Rudolf
16. Maciejowski Jan
17. Mass Ignacy
18. Marhefkay Robert
19. Milian Stanisław
20. Schimmel Leisor
21. Schlifke Ignacy
22. Schmeck Stanisław
23. Singer Leopold
24. Schweller Joachim
25. Siekierski Mieczysław
26. Sowa Józef
27. Stoklasa Edward

4 uczniów uznano za nieuzdolnionych, 12 otrzymało poprawkę z jednego przedmiotu.

Klasa II. b.

Uzdolnieni:

1. Buryan Kazimierz
2. Cętar Feliks
3. Cętar Franciszek
4. Drezdner Karol
5. Fichtel Michał
6. Fischler Marcin
7. Freund recte Reisler Filip
8. Gadomski Tadeusz
9. Gohling Rudolf
10. Gröbel Nachman

11. Gromski Stanisław
12. Jackowski Lubin
13. Kamiński Jan
14. Król Wilhelm
15. Lubliner Leopold
16. Łabęcki Lmil
17. Mozer Emil
18. Mück Adolf
19. Niedźwiecki Waleryan
20. Pankiewicz Kazimierz
21. Pohorecki Roman
22. Presch Klemens
23. Rotter Adolf
24. Rubinfeld Leon
25. Schmalz Edmund
26. Staub Fryderyk
27. Teitelbaum Józef
28. Urban Jan
29. Zawadzki Jan
30. Zieliński Antoni
31. Zuprik Maurycy

Do egzaminu poprawczego przeznaczono 3 uczniów, nieuzdolnionych 2.

Klasa II. c.

Uzdolnieni:

1. Baszniak Edward
2. Buchstab Natan
3. Czarnecki Karol
4. Dańczewski Karol
5. Dym Uszer
6. Duda Piotr Paweł
7. Duma Roman
8. Goldstein Alfred
9. Halka Maryan
10. Hammer Benedykt
11. Heller Dawid
12. Hoch Józef
13. Klimczyk Karol
14. Klus Adam
15. Kowal Gustaw
16. Kozłowski Tadeusz
17. Kunz Zygmunt
18. Łysakowski Jan
19. Maresch Albin
20. Nass Arnold
21. Neuberger Seweryn
22. Richter Chaim
23. Streicher Leon
24. Sussmann Benjamin
25. Świdziński Władysław
26. Tieger Józef
27. Wójcik Stanisław

Poprawek 7, nieuzdolnionych 2 uczniów.

Klasa III. a.

Chlubnie uzdolnieni:

1. Sokalski Aleksander

Uzdolnieni:

2. Bendel Mauryczy
3. Brodinger Gerson
4. Fleisch Feliks
5. Gottlieb Łazarz
6. Hilewicz Aleksander
7. Jasiński Ignacy
8. Kleinmann Feiwel
9. Konopasek Stanisław
10. Kozłowski Michał
11. Königil Maurycy
12. Landowski Edmund
13. Liss Michał
14. Madej Karol
15. Münzer Benjamin
16. Nowotny Tadeusz
17. Pepłowski Eugeniusz
18. Pfeifer Zdzisław
19. Popowicz Stanisław
20. Pöckh Tadeusz
21. Pöckh Władysław
22. Schnerch Edmund
23. Schweizer Dawid
24. Spysz Ignacy
25. Stetkiewicz Tadeusz
26. Tłumak Szymon
27. Weissberg Jakób
28. Makan Ludwik

Nieuzdolnionych 11, do egzaminu poprawczego po wakacyach przeznaczonych 10.

Klasa III. b.

Chlubnie uzdolnieni:

1. Wołosecki Włodzimierz

Uzdolnieni:

2. Batsch Alfred
3. Boritz Zygmunt
4. Bratasz Włodzimierz
5. Dydeńko Włodzimierz
6. Gofryk Stanisław
7. Ingber Eisig
8. Jahoda Maryan
9. Kimmerling Zygmunt
10. Lifschütz Simche
11. Lohiński Bohdan
12. Łoziński Kazimierz
13. Matuszyński Antoni
14. Münzer Leon
15. Rępała Tadeusz
16. Sołuk Aleksander
17. Stark Ozyasz
18. Tatarzyński Maryan
19. Weintraub Henryk
20. Wudkiewicz Antoni
21. Ujejski Stefan (pryw.)

Nieuzdolnionych 8. Do egzaminu poprawczego przernaczono 15.

Klasa IV. a.

Chlubnie uzdolniony:

1. Paszkiewicz Michał.

Uzdolnieni:

2. Begiński Edward
3. Czerwiński Roman
4. Filipowicz Paweł
5. Fedorowski Stanisław
6. Gärtner Rudolf
7. Głębocki Jan
8. Langer Edward
9. Mikłaszewski Władysław
10. Niewiadomski Maryan
11. Pretsch Kazimierz
12. Siemieński Roman
13. Szczerbicki Jan
14. Małachowski Czesław (pryw.)

Do egzaminu poprawczego po wakacyach przeznaczono 9 uczniów. Za nieuzdolnionych do następnej klasy uznano 4 uczniów.

Klasa IV. b.

Chlubnie uzdolnieni:

1. Süssermann Albert
2. Węgier Bronisław.

Uzdolnieni:

1. Arnoldi Gwido
2. Bałaban Romuald
3. Distler Emil
4. Distler Aleksander
5. Engel Józef
6. Hecker Fryderyk
7. Kawik Józef
8. Koczarski Roman
9. Kotowicz Władysław
10. Krauss Stanisław
11. Mittlener Stanisław
12. Poluszyński Kazimierz
13. Reh Norbert
14. Roszkiewicz Feliks
15. Seltenreich Edward
16. Sluka Rudolf
17. Sokal Maurycy
18. Starck Wilhelm.
19. Konopka Edward

Za nieuzdolnionych uznano 1 ucznia zwyczajnego i 1 prywatystę. Trzem uczniom pozwolono poprawić egzamin z jednego przedmiotu po feryach

Klasa IV. c.

Chlubnie uzdolnieni:

1. Horaczuk Michał
2. Łazoryk Emil.

Uzdolnieni:

3. Białostocki Aleksander
4. Gawałko Edward
5. Kunasiewicz Piotr
6. Michalczuk Grzegorz

7. Mika Władysław
8. Nadel Leon
9. Sandler Herman
10. Seidler Markus
11. Spiess Karol
12. Stahl Artur
13. Staub Maksymilian
14. Tarantiuk Bazyli
15. Terlecki Maryan
16. Zbožil Stanisław.

Jednego ucznia uznano za nieuzdolnionego do klasy wyższej, dwunastu uczniom pozwolono poprawić egzamin z jednego przedmiotu po wakacyach.

Klasa V. a.

Chlubnie uzdolnieni:

1. Małes Benedykt
2. Nowotny Roman

Uzdolnieni:

3. Dienstl Franciszek
4. Handler Karol
5. Händel Wilhelm
6. Herbinger Jan
7. Hilewicz Jerzy
8. Migdałło Paweł
9. Nowak Józef
10. Połowicz Stanisław
11. Popiel Maryan
12. Rudnicki Wiktor
13. Weiss Zygmunt
14. Silber Wilhelm

Do egzaminu poprawczego po wakacyach przeznaczono 10 uczniów, za nieuzdolnionych uznano 11.

Klasa V. b.

Chlubnie uzdolnieni:

1. Gębala Stanisław

Uzdolnieni:

2. Asłanowicz Stanisław
3. Bistroń Eugeniusz
4. Gergowich Jan
5. Godel Leon
6. Hawling Franciszek
7. Lopuszański Tadeusz
8. Majcher Władysław
9. Scher Alfred
10. Scholtz Juliusz
11. Scholtz Otto
12. Schwarz Abraham
13. Saraniecki Maryan
14. Sikora Feliks
15. Słomnikerówna Debora (pryw.)
16. Stachowski Jarosław
17. Wallner Tadeusz
18. Warski Władysław
19. Weithorn Izydor
20. Witz Hermann
21. Wacek Kazimierz
22. Wrażej Władysław

Do egzaminu poprawczego po wakacyach przeznaczono 7. Nieuzdolnionych 7 uczniów.

Klasa V. e.

Uzdolnieni:

1. Biliński Franciszek
2. Biłyk Józef
3. Cieśla Henryk
4. Katz Karol
5. Leskovits Mikołaj
6. Łuszpiński Franciszek
7. Maresch Adolf
8. Maksymowicz Teodor
9. Maxamin Leopold
10. Pariser Albert
11. Petryczko Franciszek
12. Prager Edward
13. Rosenberg Mojżesz
14. Skulski Leopold
15. Zadzielski Bronisław

Do egzaminu poprawczego po wakacyach przeznaczono 4. Nieuzdolnionych 9 uczniów publicznych i 1 prywatysta.

Klasa VI. a.

Chlubnie uzdolnieni:

1. Katzer Mieczysław
2. Paszkiewicz Maryan
3. Rosinkiewicz Roman

Uzdolnieni:

4. Buchholz Emil
5. Dobosz Jakób
6. Finkelstein Michał
7. Hauer Tadeusz
8. Henśl Rudolf
9. Lang Maryan
10. Mańkowski Jerzy
11. Orobkiewicz Adam
11. Pilarski Stanisław
13. Przeporski Natan
14. Rubin Herz Mojżesz
15. Szygalski Józef
16. Zagórski Stefan.

Nieuzdolnionych 4, do egzaminu poprawczego przeznaczono 9 uczniów. Dwóch prywatystów nieklasyfikowano.

Klasa VI. b.

Chlubnie uzdolniony:

1. Myszkowski Aleksander.

Uzdolnieni:

2. Haas Bronisław
3. Hütt Zygmunt
4. Kikiewicz Roman
5. Kocój Michał
6. Leég Roman
7. Łuczyński Jan
8. Mazurkiewicz Tadeusz
9. Reh Zygmunt
10. Seredyński Antoni
11. Tennenbaum Maurycy
12. Kalwaryjski Henryk (prywatysta).

Do egzaminu poprawczego po wakacyach przeznaczono 9 uczniów publicznych i 1 prywatystę. Nieuzdolnionych 6 uczniów publicznych i jeden prywatysta.

Klasa VI. c.

Chlubnie uzdolnieni:

Jaskólski Stanisław

Uzdolnieni:

2. Breitman Henryk
3. Cifferbiatt Józef
4. Francoz Józef
5. Geller Zygmunt
6. Gliszczyński Czesław
7. Haber Edward
8. Hołojad Paweł
9. Hreczkowski Adolf
10. Kociaba Mikołaj
11. Kolman Henryk Bolesław
12. Konopka Józef Benedykt
13. Kruszyński Tadeusz
14. Lakser Mojżesz Aron
15. Migdałło Konstanty
16. Milian Feliks
17. Reindl Zygmunt
18. Smarzewski Tadeusz

Nieuzdolnionych 5, do egzaminu poprawczego przeznaczono 4 uczniów.

Klasa VII. a.

Z wynikiem chlubnym ukończyli klasę:

1. Feldstein Tadeusz
2. Gadomski Władysław

Z wynikiem *dobrym* ukończyli klasę:

1. Bania Aleksander
2. Batycki Aleksander
3. Białobrzeski Roman
4. Dąbrowski Tadeusz
5. Dicker Emanuel
6. Dotzauer Julian

7. Huczewski Jan
8. Jochman Edward
9. Kopeć Adolf
10. Krajewski Michał
11. Krüger Ferdynand
12. Lautmann Izydor
13. Lew Emanuel
14. Liss Izydor
15. Loos Emil
16. Luśniak Eugeniusz
17. Oryszczak Władysław
18. Pappius Jan
19. Paudler Emil
20. Pelz Jerzy
21. Próchnik Eliasz
22. Rotter Ludwik
23. Steiger Salomon
24. Waszelewski Karol
25. Neuman Władysław (pryw.)

Do egzaminu poprawczego przeznaczono 3 uczniów. Postęp niedostateczny otrzymał 1 uczeń.

Klasa VII. b.

Z wynikiem dobrym ukończyli klasę:

1. Arend Edward
2. Bełtowski Mieczysław
3. Biegański Stanisław (chlub.)
4. Chodkiewicz Franciszek
5. Ciborowski Jan
6. Dewechy Adam
7. Dręgiewicz Jan
8. Durst Zygmunt
9. Fink Leon
10. Gänger Maryan
11. Hirsprung Henryk
12. Kirchner Tadeusz
13. Kolischer Maksymilian
14. Kowalski Franciszek
15. Kroch Leon (chlubny)
16. Moos Edward
17. Noworyta Adam
18. Otto Bronisław
19. Pelikan Jan
20. Rogowski Franciszek
21. Salzmann Emil
22. Schreiber Julian
23. Sęk Tadeusz
24. Solik Waleryan
25. Todt Wilhelm
26. Turek Stanisław
27. Weinbaum Aleksander
28. Weissberg Maurycy
29. Welk Maryan
30. Wiśniewski Stanisław
31. Zinkes Zygfryd

Do egzaminu poprawczego po feryach przeznaczono dwóch uczniów.

Klasa VII. c.

Z wynikiem dobrym ukończyli klasę:

1. Barszczewski Albin
2. Biliński Ignacy
3. Burgberger Wiktor
4. Duma Zenobiusz

5. Karawan Bazyli
6. Łukowski Eugeniusz
7. Mehr Marek
8. Milet Filip
9. Moses Naftali
10. Rosenstreich Józef
11. Sandberg Leon
12. Schindler Tadeusz
13. Skawiński Leon
14. Skórski Zygmunt
15. Smerek Zygmunt
16. Střibrny Wilhelm
17. Święcicki Stanisław
18. Szczebel Jan
19. Welles Ludwik
20. Wudkiewicz Maksymilian
21. Zawirski Adam
22. Faczyński Maryan

Do egzaminu poprawczego przeznaczono 6 uczniów. Nieuzdolnionym uznano jednego ucznia pryw.

Wynik egzaminów dojrzałości.

W terminie jesiennym 1910 przystąpiło do egzaminu dojrzałości 16 uczniów publ. i 3 eksternistów.

Świadectwo dojrzałości otrzymali:

1. Balawelder Zbisław
2. Bursztyn Henryk
3. Elmer Emanuel
4. Faulhammer Maryan
5. Kolbe Stanisław
6. Kowalik Julian (ekster.)
7. Rzerzycha Leopold
8. Tabaczyński Roman
9. Tyrawski Andrzej
10. Zubrzycki Aleksander

7 publicznych abituryentów reprobowano na pół roku, dwóch eksternistów odstąpiło.

W terminie lutowym 1911 przystąpiło do egzaminu dojrzałości 9 uczniów publicznych i 1 eksternista.

Za dojrzałych zostali uznani:

1. Danik Edward
2. Dreyer Emil
3. Hartel Tadeusz
4. Łodziński Włodzimierz
5. Łuczkiewicz Jan
6. Modzelewski Ludwik
7. Rauch Edward
8. Toroń Stanisław
9. Tyszkowski Marceli

Eksternistę reprobowano na czas nieograniczony.

Wynik egzaminu dojrzałości
w terminie letnim 1911.

Komisya I.

Dojrzałymi uznani zostali następujący abituryenci:

1. Arend Edward
2. Bełtowski Mieczysław

3. Bigański Stan. (z odzn.)
4. Ciborowski Jan
5. Chodkiewicz Franciszek
6. Dewechy Adam
7. Dręgiewicz Jan
8. Durst Zygmunt
9. Fink Leon
10. Gänger Maryan
11. Hirschsprung Henryk
12. Kirchner Tadeusz
13. Kolischer Maksymilian
14. Kowalski Franciszek
15. Kroch Leon (z odzn.)
16. Mooss Edward
17. Noworyta Adam
18. Otto Bronisław
19. Pelikan Jan (z odzn.)
20. Rogowski Franciszek
21. Salzmann Emil
22. Schreiber Julian
23. Sęk Tadeusz
24. Solik Waleryan
25. Todt Wilhelm
26. Turek Stanisław
27. Weinbaum Aleks. (z odzn.)
28. Weissberg Maurycy
29. Welk Maryan
30. Wiśniewski Stanisław
31. Zinkes Zygfryd.

Komisya II.

Dojrzałymi uznani zostali:

1. Bania Aleksander
2. Batycki Stanisław
3. Dąbrowski Tadeusz
4. Dicker Emanuel
5. Dotzauer Juliusz
6. Feldstein Tadeusz (z odzn.)
7. Gadomski Wład. (z odzn.)
8. Huczewski Jan
9. Jochman Edward
10. Krajewski Michał
11. Krüger Ferdynand
12. Lautmann Izydor
13. Lew Emanuel
14. Liss Izydor
15. Loos Emil
16. Luśniak Eugeniusz
17. Pappius Jan
18. Pelz Jerzy
19. Rotter Ludwik
20. Steiger Salomon
21. Waszelewski Karol
22. Kopeć Adolf
23. Neumann Wład. (pryw.)
24. Barszczewski Albin
25. Biliński Ignacy
26. Burgberger Wiktor
27. Duma Zenobiusz
28. Faczyński Maryan
29. Karawan Bazyli
30. Łukowski Eugeniusz
31. Mehr Marek
32. Milet Filip (z odzn.)
33. Moses Naftali
34. Rosenstreich Józef
35. Sandberg Leon
36. Schindler Tadeusz
37. Skawiński Leon (z odzn.)
38. Skórski Zygmunt (z odzn.)
39. Smerek Zygmunt
40. Stříbrny Wilhelm (z odzn.)
41. Święcicki Stan. (z odzn.)
42. Szczebel Jan

43. Welles Ludwik (z odzn.) | 44. Wudkiewicz Maksymilian
45. Zawirski Adam.

Na pół roku reprobowano jednego abituryenta.

Trzech abituryentów odstąpiło od egzaminu ustnego.

Zapisy na rok szkolny 1911/12.

1. Egzamina poprawcze odbędą się dnia 31. sierpnia i 1. września 1911. 2. Zapisy do klasy I. będą dnia 31. sierpnia od godz. 4—6. popołudniu. 3. egzamin wstępny do kl. I. odbędzie się dnia 1. września; początek egzaminu o godz. 8. rano. 4. Zapisy do kl. II.—VII. odbędą się dnia 2. września od godz. 9—1 rano i od godziny 4—6. popołudniu. 5. Uroczyste nabożeństwo z powodu otwarcia nowego roku szkolnego odbędzie się dnia 3. września o godzinie 9. rano. 6. Nauka szkolna rozpocznie się dnia 4. września.

Uwaga: Do II. szkoły realnej zapisywać się mają uczniowie, którzy mieszkają w II. i III. dzielnicy miasta.

Zakres wymagań przy egzaminie wstępnym do szkół średnich.

(Rozporządzenie c. k. Rady szkolnej krajowej z dnia 26. kwietnia 1890 L. 6.995).

a) Z religii należy wymagać wiadomości, których z teraźniejszego rozkładu nauki nabyć powinien uczeń w pierwszych czterech latach obowiązkowej nauki szkolnej w szkołach cztoroklasowych;

b) z języka wykładowego: czytanie płynne i wyraziste, objaśnianie odczytanych ustępów pod względem treści i związku myśli; opowiadanie treści większymi ustępami; znajomość części mowy, odmiana imion i czasowników, znajomość zdania pojedynczego, rozszerzonego i rozbiór jego części składowych pod względem składni zgody i rządu, poprawne napisanie dyktatu z zakresu pojęć znanych uczniom z uwzglednieniem głównych zasad interpunkcyi;

c) z języka niemieckiego: czytanie płynne i zrozumiałe: znajomość odmiany rodzajników, rzeczowników, przymiotników i zaimków (osobistych dzierżawczych, wskazujących i względnych); odmiana słów posiłkowych i czasowników słabych we wszystkich formach strony czynnej i biernej, tudzież odmiana najzwyklejszych czasowników mocnych; zasób wyrazów z zakresu pojęć uczniom znanych; poprawne napisanie łatwego dyktatu, którego treść przed podyktowaniem poda się uczniom w języku wykładowym;

d) z rachunków: pisanie liczb do miliona włącznie; biegłość w czterech działaniach liczbami całkowitemi; pewność w tabliczce mnożenia, znajomość miar metrycznych.

C. k. Dyrekcya.

Fig. 1.

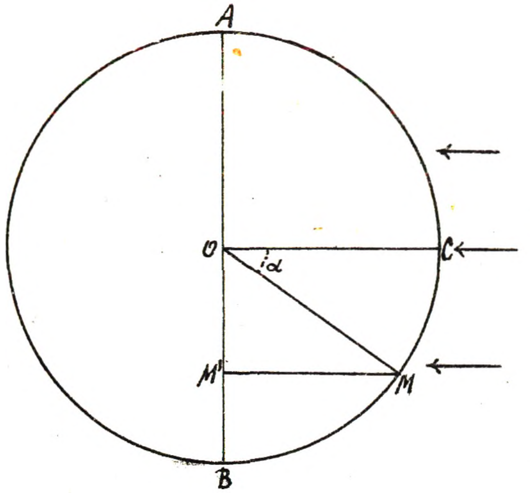

Fig. 2.

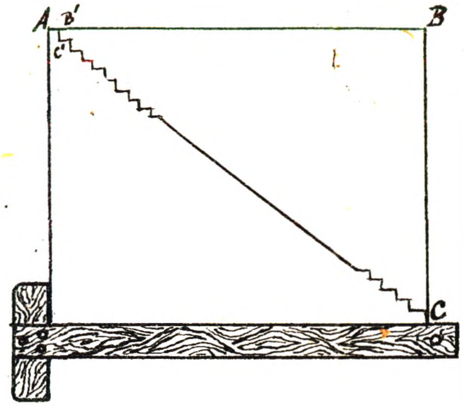

Fig. 5.

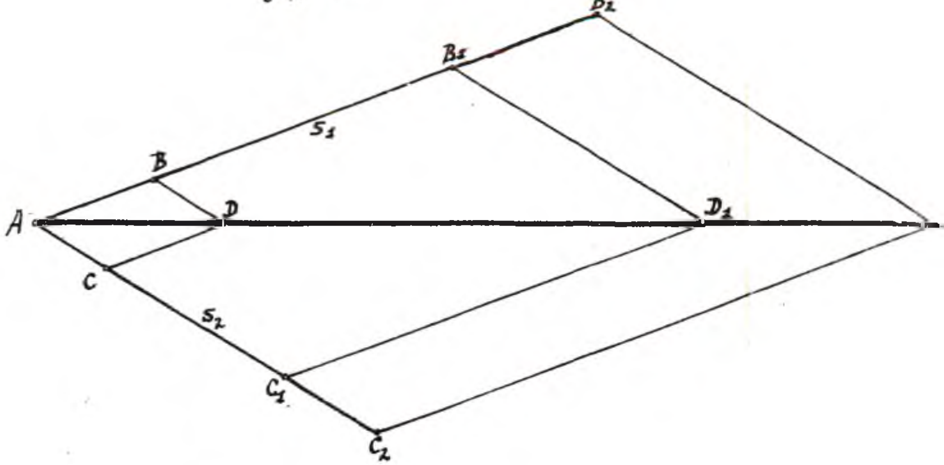

Fig. 3.

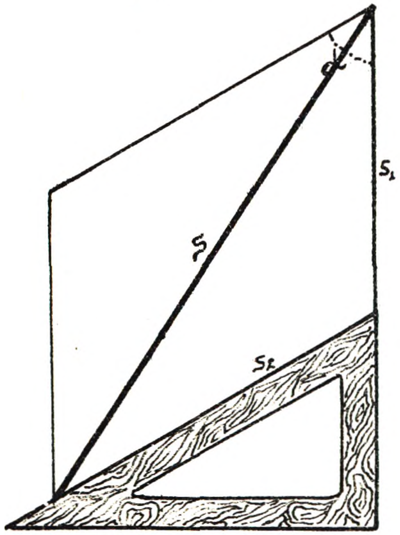

Fig. 4.

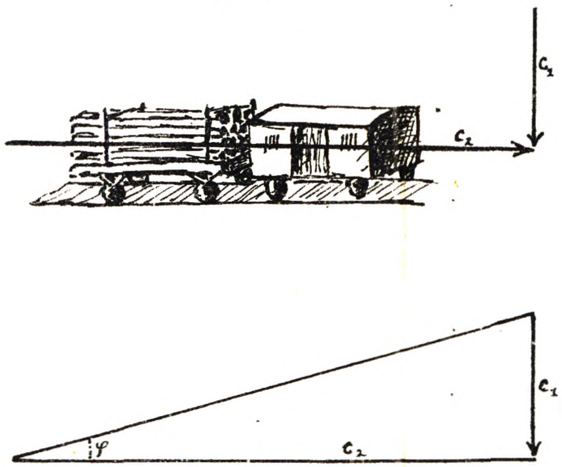

Fig. 6.

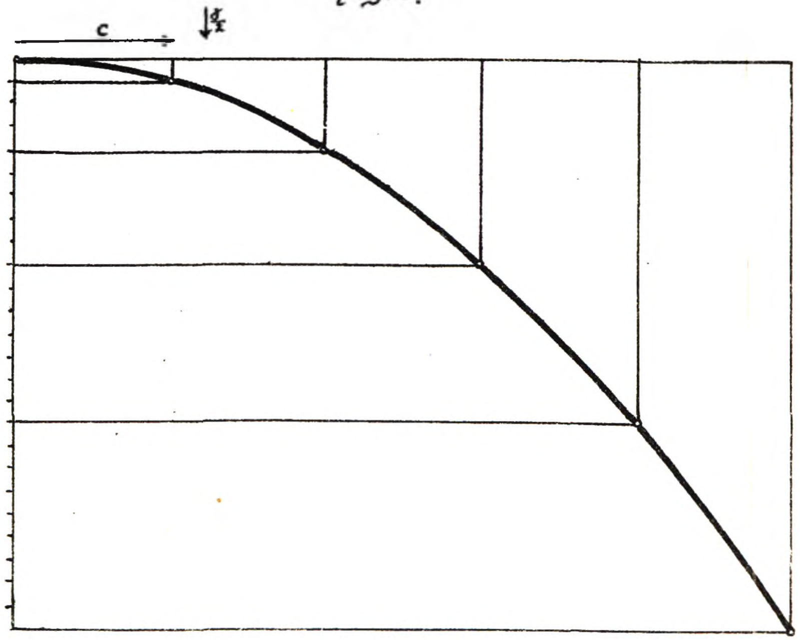

Fig. 7.

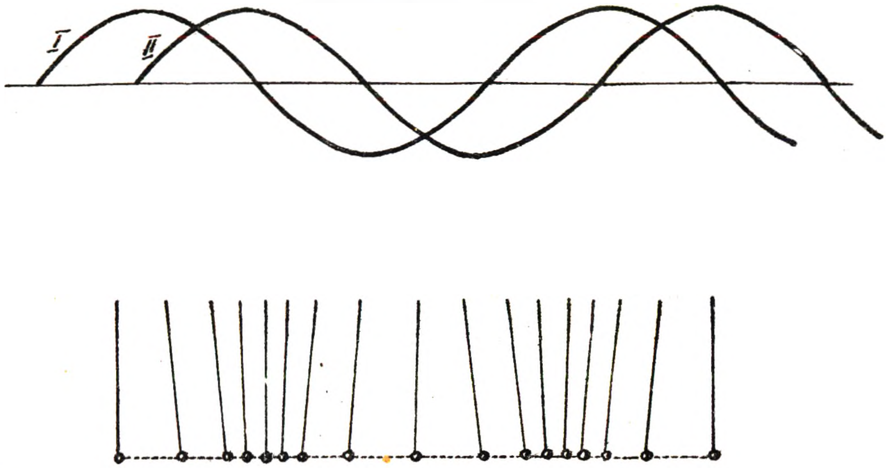

Fig. 8.

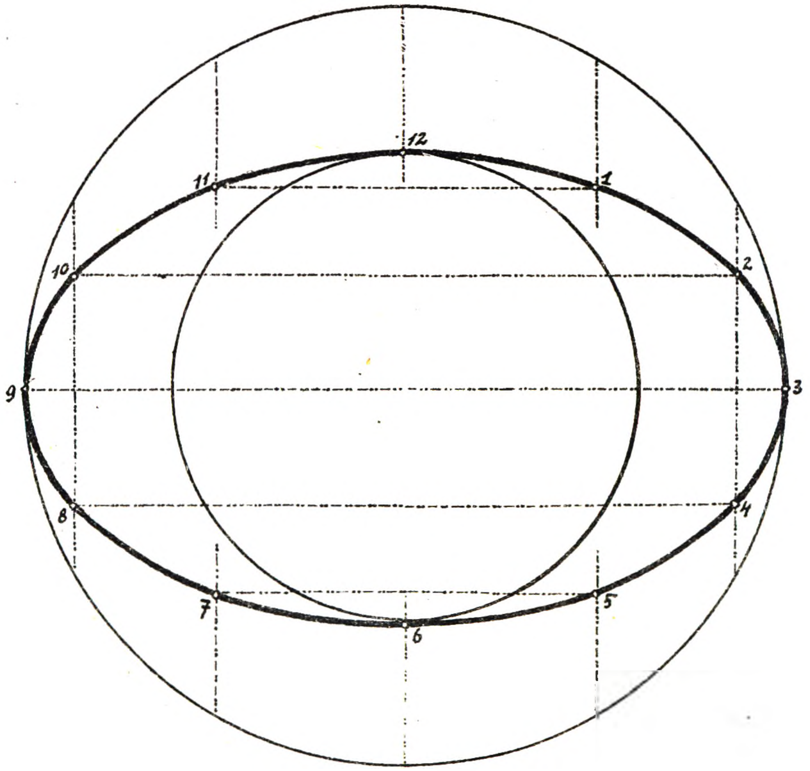

Fig. 9.

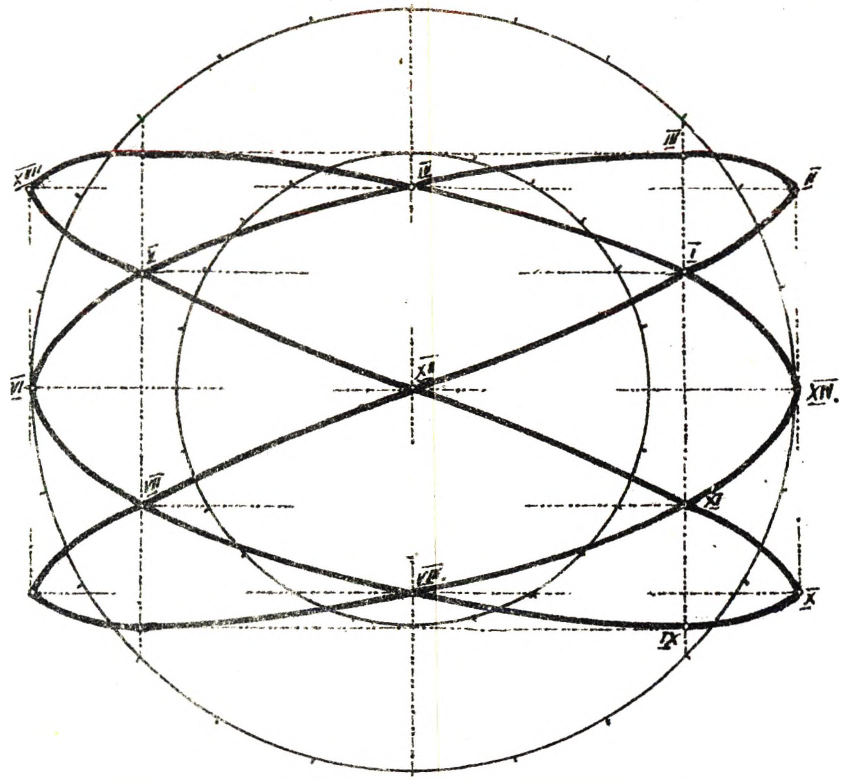

Fig. 10.

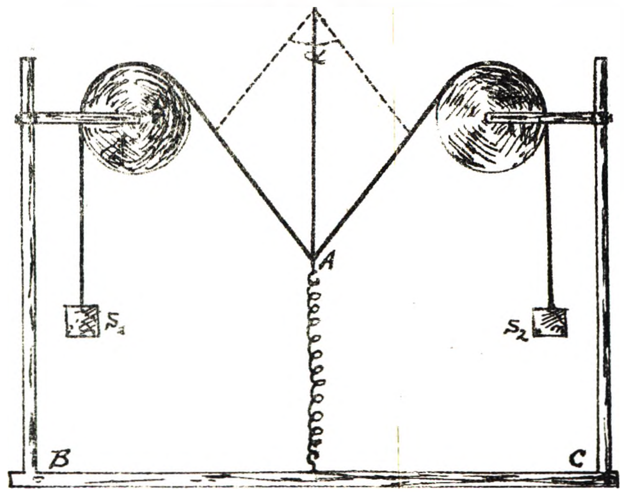

Fig. 20.

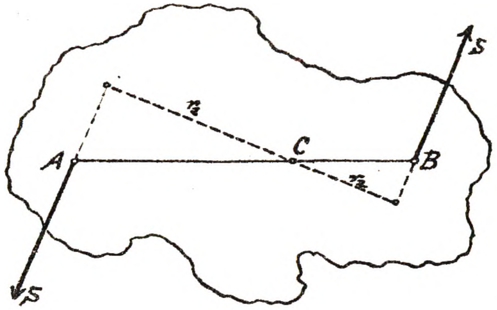

Fig. 21.

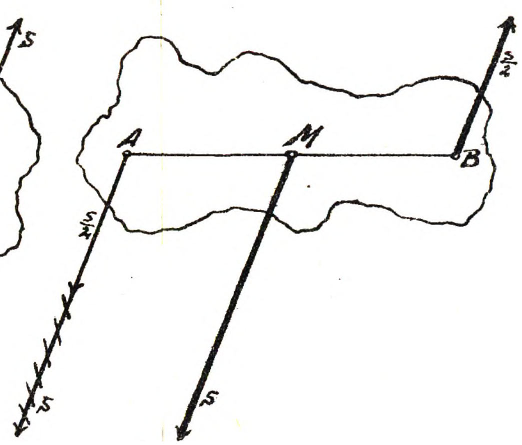

Fig. 24.

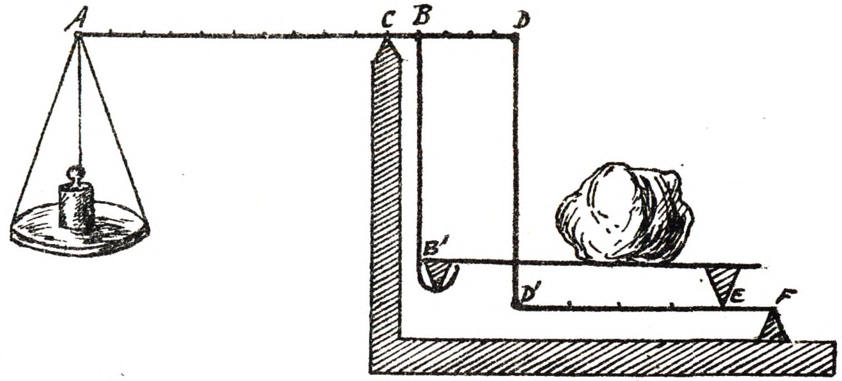

Fig. 22.

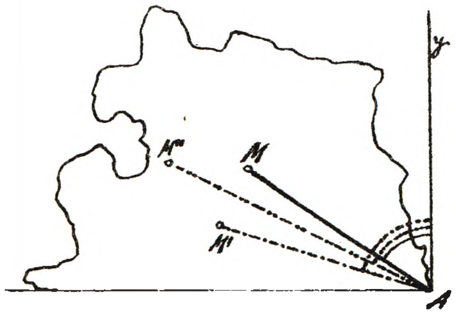

Fig. 23.

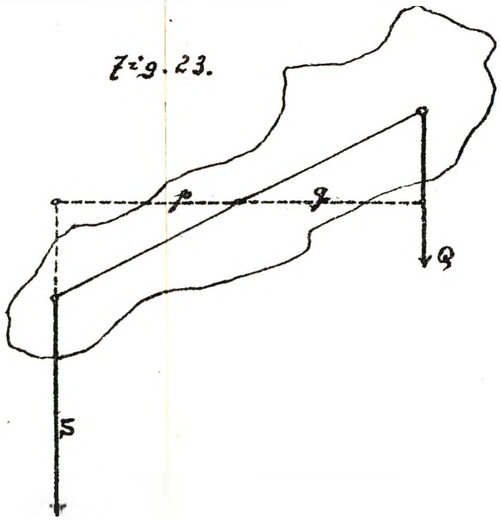

Fig. 25.

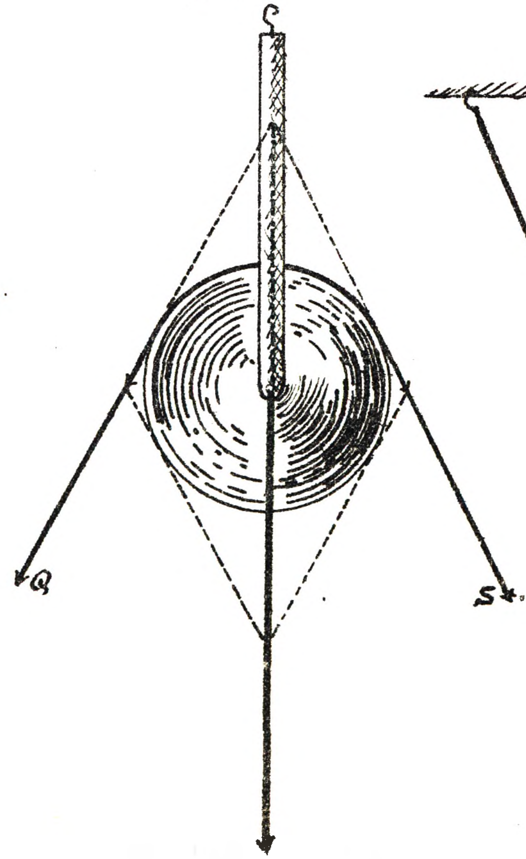

Fig. 26.-

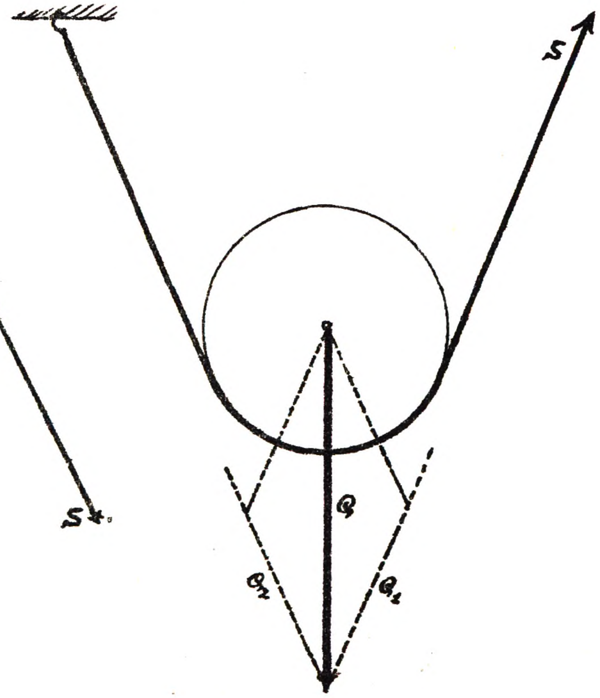

Fig. 11.

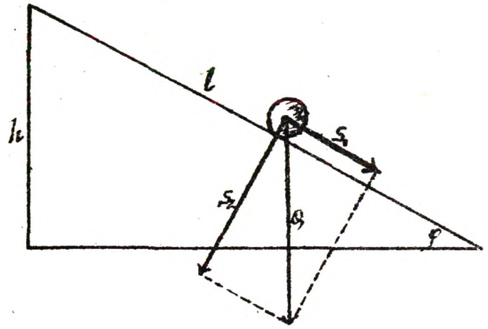

Fig. 12.

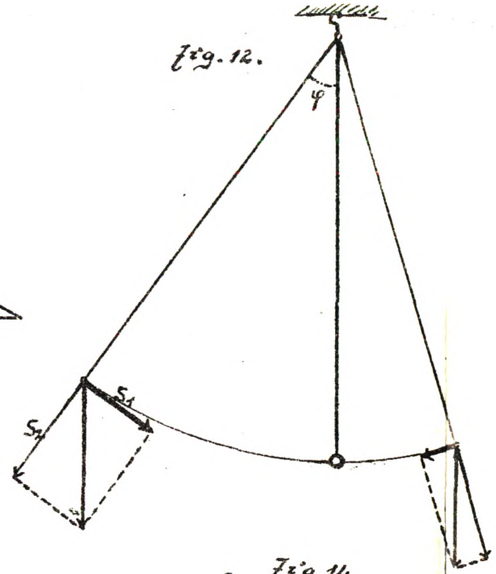

Fig. 13.

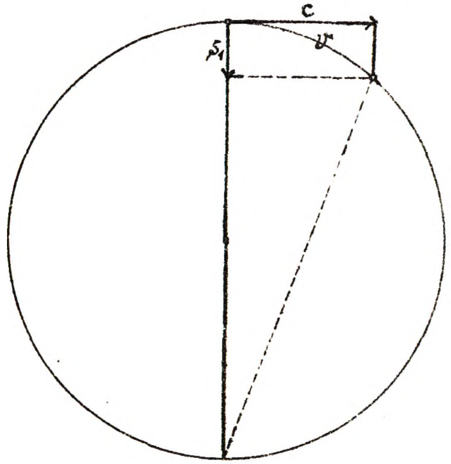

Fig. 14.

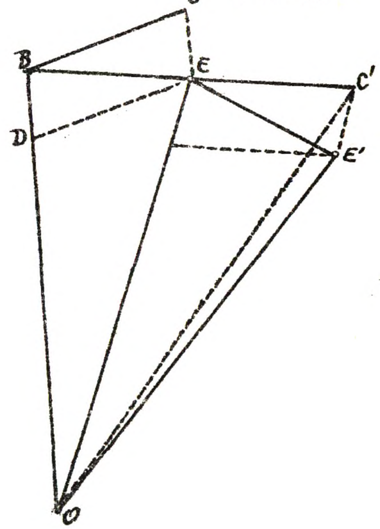

Fig. 15.

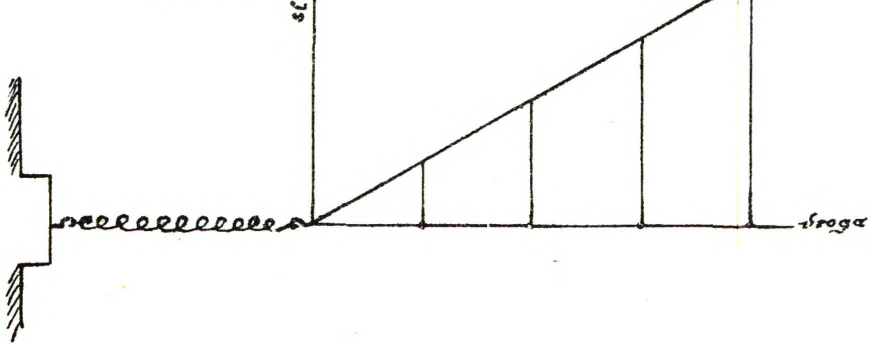

Fig. 16.

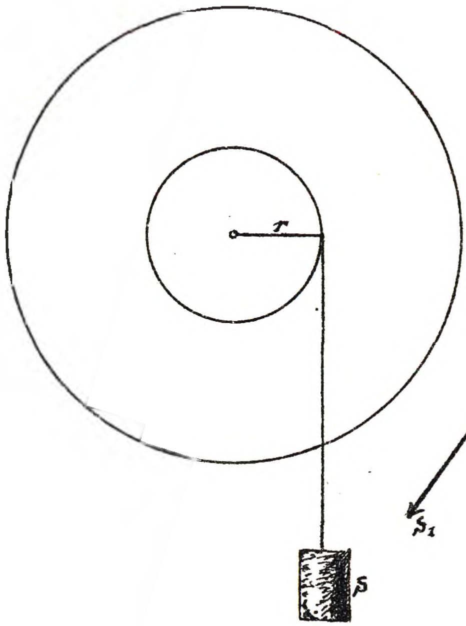

Fig. 17.

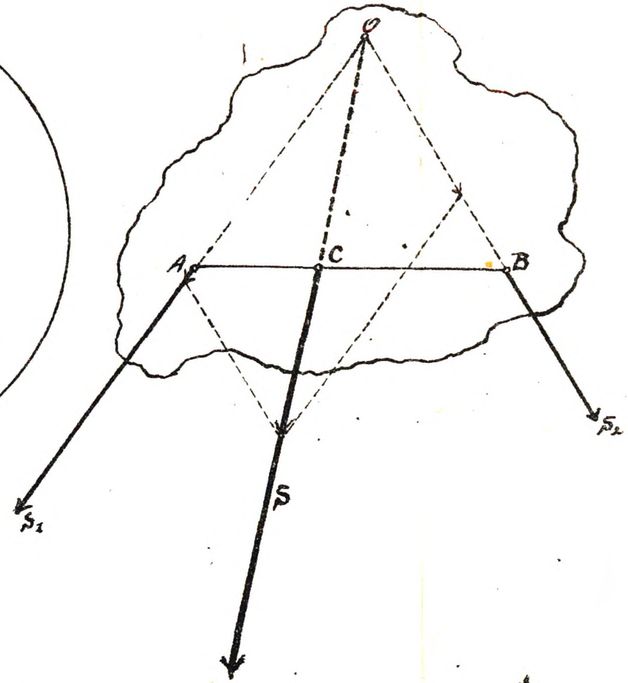

Fig. 18.

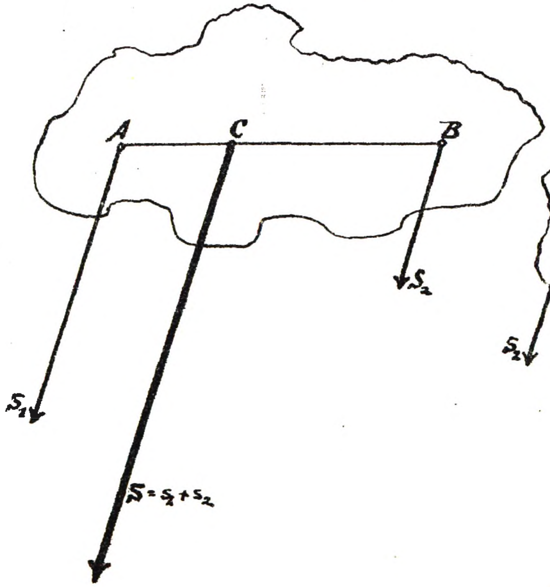

Fig. 19.