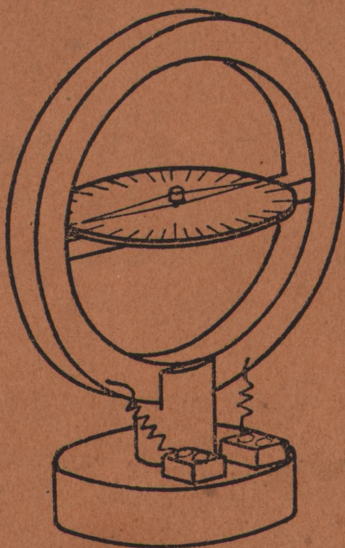


SAMOUCZEK TECHNICZNY

Wydawnictwo popularno-naukowe



BUSOLA STYCZNYCH

(Przyrząd mierzenia natężenia prądu)

Z 8 rysunkami
w tekście



Nr. 90

Opisał
F. BÄCK

CIESZYN, NAKŁADEM KSIĘGARNI B. KOTULI

Składy główne: Dom Książki Polskiej, Warszawa; Gebethner i Wolff, Kraków; Gebethner i Wolff, Paryż; Książnica Atlas, Lwów; Księgarnia „Kresy”, Cieszyn; Księgarnia św. Wojciecha, Poznań.

SAMOUCZEK TECHNICZNY
Wydawnictwo popularno-naukowe

Nr. 90

Busola stycznych

(Przyrząd do mierzenia natężenia prądu)

Z 8 rysunkami w tekście

Opisał F. Bäck



CIESZYN

NAKŁADEM KSIĘGARNI B. KOTULI

Składy główne: Dom Książki Polskiej, Warszawa; Gebethner i Wolff, Kraków; Gebethner i Wolff, Paryż; Książnica Atlas, Lwów; Księgarnia „Kresy”, Cieszyn; Księgarnia św. Wojciecha, Poznań.



7303 s

Odbito czcionkami
Drukarni
PAWŁA MITRĘGI
w Cieszyńcu.

621.317

ZBIORY ŚLĄSKIE

JAR od P. PIETKIEWICZA z BRZEGU

11. III. 74

Akc D 886 74 5

Wstęp.

Przewodnik, przez który przepływa prąd elektryczny, wytwarza w otaczającej go przestrzeni pole, zwane polem elektromagnetycznem, i wywiera czy to na magnesy, czy też na prądy, działania podobne do tych, jakie wywierają magnesy. Pole prądu posiada zasadnicze własności pola magnetycznego, a istnienie jego możemy wykazać przy pomocy widm z opilek żelaznych. Jeżeli mianowicie przewodnik wygięty w kształcie koła przetkniemy przez dwa otwory w kartce kartonu, a kartkę obsypimy opilkami żelaza i przez przewodnik przepuścimy prąd o silnem natężeniu, to opilki ułożą się w linje krzywe zamknięte i przedstawiają ustrój pola magnetycznego, które prąd wywołał. Pole prądu jest identyczne z polem wytworzonem przez magnesy, a więc stąd prosty wniosek, że pole takie działa na igłę busoli jak magnes.

Istotnie, jeżeli w pobliżu przewodnika umieścimy busolę, to zauważymy, że igła busoli wychyli się o pewien kąt.

Gdy drut przeciągniemy ponad igłą busoli w ten sposób, żeby drut był równoległy do igły w położeniu równowagi, to będzie ona

podlegać działaniu dwu sił: działaniu pola elektromagnetycznego i magnetyzmu ziemskiego, wobec czego zajmie położenie pośrednie. Gdyby ziemia nie wywierała żadnego działania, igła ustawiłaby się zawsze prostopadle do przewodnika.

Wychylenie igły zwiększa się z natężeniem prądu, może więc służyć do pomiaru tegoż. Istotnie skorzystano z tej własności prądu elektrycznego i skonstruowano cały szereg przyrządów, zapomocą których można wykazać obecność prądu w przewodnikach, oraz dokonać pomiarów jego natężenia. Przyrządy te noszą nazwę galvanoskopów lub galvanometrów.

Galvanometr.

Galvanometrem nazywamy przyrząd, służący do mierzenia natężenia prądu działaniem, jakie prąd wywiera na igłę namagnesowaną.

Galvanometr składa się naogół z ramki pionowej, na którą nawinięty jest drut, i z igły namagnesowanej, ustawionej poziomo i umieszczonej w środku ramki. Płaszczyznę ramki ustawia się równolegle do płaszczyzny południka magnetycznego, wobec czego w płaszczyźnie tej znajdować się będzie i igła w położeniu równowagi. Pole ziemskie jest więc w środku ramki prostopadłe do pola prądu.

Przypuśćmy, że pole prądu jest jednostajne w tym obszarze, które zajmuje igła i niech G będzie jego natężeniem na jednostkę natężenia prądu; przy natężeniu prądu „ i ” będzie ono $G \cdot i$. Wobec tego że na igłę działać będą dwa pola, położenie równowagi będzie tworzyło z pierwotnym kierunkiem igły kąt α . Jeżeli przez H oznaczymy składową poziomą magnetyzmu ziemskiego, a przez M moment igły, to z równania równowagi:

$$m l H \sin \alpha = m l G i \cos \alpha$$

otrzymamy

$$i = \frac{H}{G} \tan \alpha.$$

W przypadku gdy oba pola są jednostajne i ich natężenia wzajemnie prostopadłe, odchylenie igły jest niezależne od masy magnetycznej m

bieguna igły, ani od jej długości l ; tangens zaś kąta odchylenia igły jest proporcjonalny do natężenia prądu.

Busola stycznych.

Tą nazwę dajemy przyrządom, przeznaczonym do bezpośrednich i bezwzględnych pomiarów, podczas gdy galvanometrami nazywamy zwykle przyrządy, używane do pomiarów porównawczych.

Bezwzględny pomiar natężenia prądu wymaga pomiarów G i H . Wielkość H zmienia się z położeniem miejscowości, wielkość zaś G dla tego samego galvanometru jest wielkością stałą i da się w przyrządzie bezwzględnym obliczyć na podstawie rozmiarów samej ramki. Aby obliczenie to było możliwe, zwoje muszą być dokładnie kołowo nawinięte, tak, aby można było ściśle ich promienie wyznaczyć. Poza tem promienie owe muszą być w porównaniu z rozmiarami igły dość duże, aby pole w punktach położonych blisko środka, można było uważać za jednostajne.

Zwój o promieniu R , wytwarza w środku pole magnetyczne, dla którego wielkość g wyrazi się wzorem:

$$g = \frac{2\pi}{R};$$

jeżeli przez n oznaczymy ilość zwojów, otrzymamy

$$G = \frac{n \cdot 2 \pi}{R},$$

wstawiając tą wartość w równanie

$$i = \frac{H}{G} \tan \alpha$$

dostaniemy

$$i = \frac{R H}{2 \pi n} \tan \alpha,$$

jednostek absolutnych elektromagnetycznych prądu — albo, z uwagi na to, że jednostka taka jest dziesiątą częścią ampera

$$i = 10 \cdot \frac{R H}{2 \pi n} \tan \alpha$$

$$i = \frac{5 R H}{\pi n} \tan \alpha \text{ amperów.}$$

Jeżeli $\frac{5 R H}{\pi n}$ oznaczmy literą K , wówczas wzór przybierze postać

$$i = K \cdot \tan \alpha,$$

gdzie K jest dla danego przyrządu, w danej miejscowości — wielkością stałą.

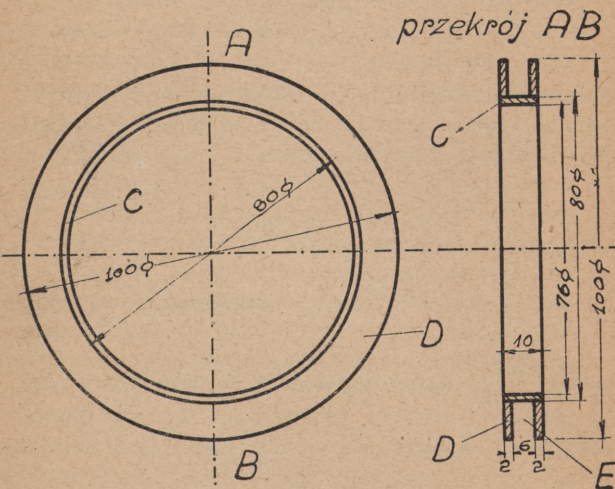
Przejdźmy teraz do budowy przyrządu.

Busola stycznych składa się z trzech części:

- 1) cewki z uzwojeniem.
- 2) busoli.
- 3) podstawki.

1. Cewka.

Cewka zrobiona z drzewa lub tektury podług rys. 1. Ponieważ nie każdemu łatwo jest

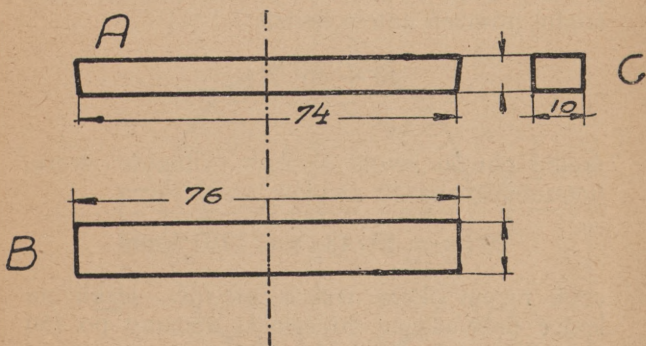


Rys. 1.

wystarać się o cewkę z drzewa, z tektury zaś każdy może ją sobie zrobić, opiszę sposób sporządzenia cewki z tektury.

Wytnijmy z tektury grubej 2 mm dwa je-

dnakowe pierścienie o średnicy wewnętrznej 80 mm i zewnętrznej 100 mm. Pierścienie te mają być ściankami cewki. Następnie z tej samej tektury sporządzmy pasek długości 245 mm i 10 mm szerokości; pasek ten zwińmy w obręcz a na nią naklejmy dobrym klejem stolarskim owe dwa pierścienie. (Rys. 1 przedstawia cewkę bez uzwojenia w widoku z przodu i przekroju poprzecznym, tak jak gdy-



Rys. 2.

byśmy ustawili cewkę bokiem do siebie, przecięli przez środek wzdłuż linii AB i przednią część usunęli. Literą C oznaczony jest pasek, zwinięty w obręcz; literą D pierścienie naklejone na obręcz C. Wolna przestrzeń E (w przekroju) wynosząca 6 mm jest miejscem dla uzwojenia.

Teraz wystrugajmy z drzewa listewkę długości 76 mm, 10 mm szerokości i 7 mm gru-

bości podług rysunku 2 (listwa z drzewa w widoku z przodu (A) góry (B) i z boku (C); u dołu jest ona nieco ściętą aby wygodnie mogła się zmieścić w obřecz. Mając cewkę gotową nawińmy na nią uważnie 10 zwojów z drutu miedzianego grubości 2 mm starannie izolowanego. Potrzebną ilość drutu łatwo wyliczyć. Wewnętrzny promień uzwojenia wynosi 40 mm zewnętrzny (jeżeli na szerokość umieścimy 3 druty a na wysokość 3 warstwy) 46 mm; średni promień zatem będzie:

$$r = \frac{40 + 46}{2} = 43 \text{ mm.}$$

średni obwód zwoju $= 2 r \pi$. Długość drutu, potrzebnego na 10 zwojów wyniesie:

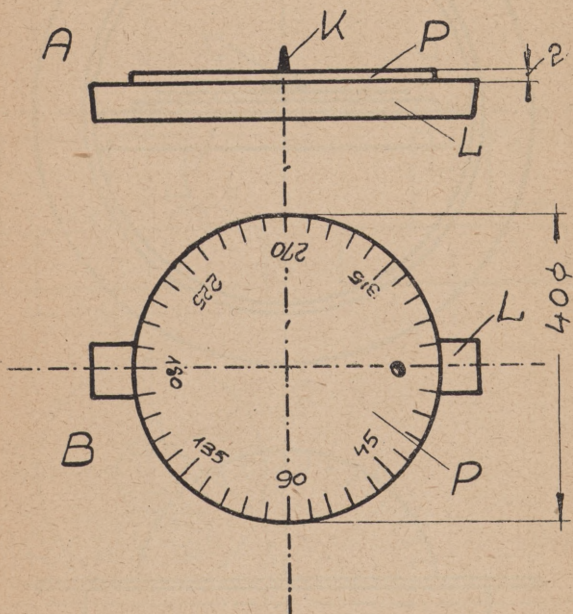
$$20 r \pi = 20 \cdot 43 \cdot \pi = 2701 \cdot 8 \text{ mm}$$

czyli razem około trzech metrów, jeżeli na końce prowadzące do spinek, dodamy po 150 mm. Początek i koniec uzwojenia wypuścić z boku. (Rys. 6 i 7.)

2. Busola.

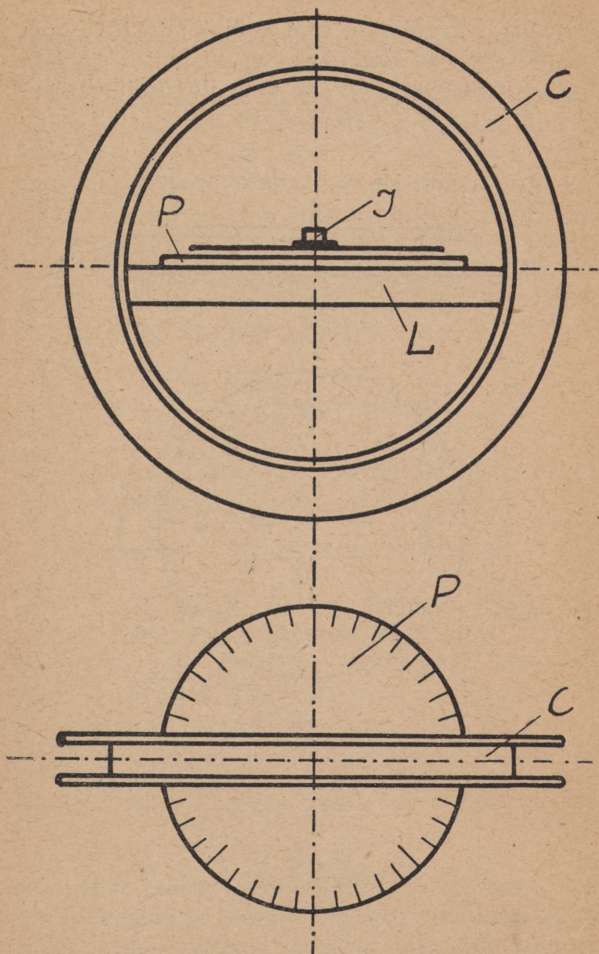
Busolę można kupić gotową o średnicy mniej więcej 40 mm. Ponieważ jest to bądź co bądź kosztowny wydatek lepiej zrobić ją sobie

samiemu. Trzeba w tym celu kupić tylko podziałkę kątową średnicy ~ 40 mm z papieru i igłę magnesową ~ 35 mm długości; następ-



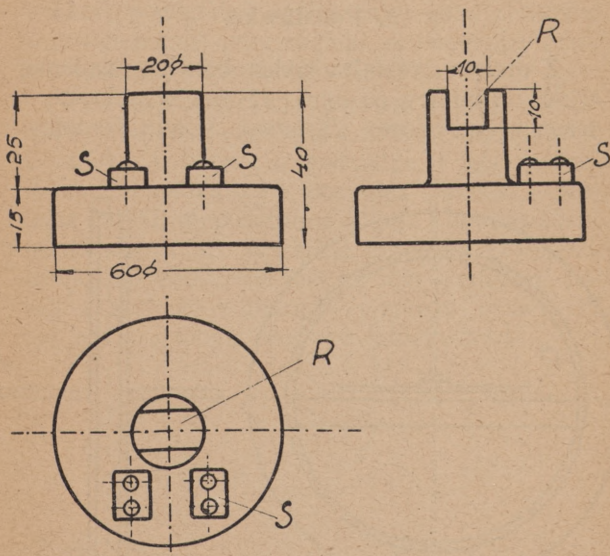
Rys. 3.

nie wyciąć z tektury koło tej samej wielkości co podziałka i na nie nakleić podziałkę; w środku podziałki umieścić ostrze, (igłę lub gwoździk), na którym ma się obracać igła



Рys. 4.

magnetyczna. W końcu umocować (przykleić lub przybić) podziałkę na listwę w ten sposób, aby 0° podziałki leżało dokładnie w połowie szerokości listwy. (Rys. 3. Busola w widoku z przodu (A) i z góry (B); na listwie L umie-



Rys. 5.

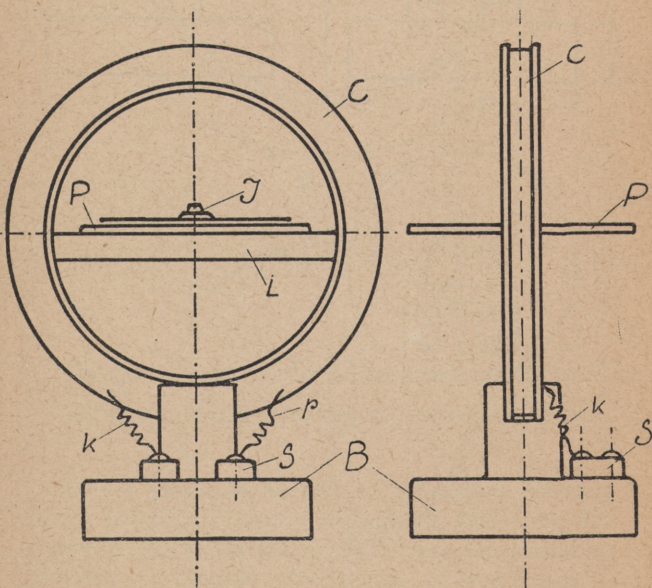
szczona podziałka P. Ostrze K takiej wysokości, aby igła magnesowa nań nasadzona była oddaloną od powierzchni podziałki do 2 mm.)

Listwę wraz z podziałką wkleić w środek obręczy tak jak na rys. 4. (Cewka C z wkle-

janą w nią podziałką P na listwie L. W widoku z góry listwy ani igły nie widać ponieważ obręcz zasłania.

3. Podstawka.

Z drzewa, kształtu jakiegokolwiek. Najlepiej walec średnicy 60 mm, 15 mm wysokości, z trzonem wysokości 25 mm i 20 mm średnicy.



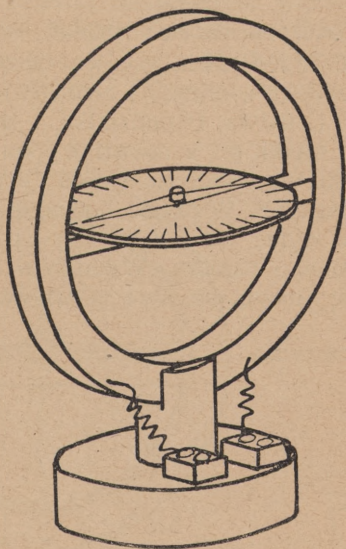
Rys. 6.

W trzonie wyrznięty rowek szerokości 10 mm i tej samej wysokości. W rowku tym umocować (wkleić) obwód, tak aby podziałka zajęła położenie równoległe do powierzchni podstawki (poziomo). Na podstawie przyśrubujemy 2 spinki, do których z jednej strony przymocujemy początek i koniec uzwojenia, z drugiej doprowadzamy przewodniki prowadzące prąd, którego natężenie chcemy zbadać.

Rys. 6 przedstawia gotową busolę stycznych w widoku z przodu i boku. B podstawka, C cewka, L listwa, P podziałka, I igła magnetyczna, S spinki, p i k początek i koniec uzwojenia cewki, wypuszczone z dołu i doprowadzone do spinek SS. W rzucie bocznym uzwojenia cewki nie widać, bo jest na nim naklejony pasek z grubego papieru. Wymiarów spinek SS nie podaję; mogą one być jakiegolwiek.

Pomiary.

Jak już wyżej wspomniałem przewodnik przez który przepływa prąd elektryczny, działa na igłę busoli jak magnes. Działanie to obja-



Rys. 7.

wia się wychyleniem igły. Wychylenie zależy od natężenia pola elektromagnetycznego a natężenie to znów od natężenia prądu. Miarą więc natężenia prądu jest owo wychylenie i igły. Za-

leżność między wychyleniem igły a natężeniem prądu wyraża się wzorem

$$i = k \operatorname{tang} \alpha,$$

gdzie $k = \frac{5 R H}{n \alpha}$ i jest dla danego przyrządu

w jednej miejscowości liczbą stałą.

Dla przyrządu opisanego w niniejszej broszurze $R = 43 \text{ mm} = 4.3 \text{ cm}$, H dla Warszawy (można przyjąć dla całej Polski) równa się 0.19030 , ilość zwojów $n = 10$. a więc

$$k = \frac{5 \cdot 4.3 \cdot 0.19030}{10 \pi} = 0.1302$$

(dokładniej 0.13023636)

a więc

$$i = 0.1302 \operatorname{tang} \alpha \text{ amperów.}$$

W tabeli podanej na końcu niniejszej broszurki znajdują się wartości $\operatorname{tang} \alpha$ dla α od 1° do 89° .

I. Przykład.

Załączamy w przewodnik, przez który płynie prąd o niewiadomym natężeniu. Igielka zostaje natychmiast wytrąconą z równowagi i po kilku wahnięciach wskazuje n. p. 34° . Pytanie: Jakie natężenie posiada prąd?

Odpowiedź.

$$i = 0.1302 \operatorname{tang} 34^{\circ};$$

w tabeli znajdujemy dla 34° $\operatorname{tang} 34^{\circ} = 0.67451$.
a więc:

$$i = 0.1302 \cdot 0.67451 \text{ amp.} = 0.088 \text{ amp.}$$

II. Przykład.

Po przepuszczeniu prądu igielka wskazuje 76° . Jakie jest natężenie prądu?

Odpowiedź.

$$\alpha = 76^{\circ} \quad \operatorname{tang} \alpha = 4.01078$$

a więc

$$i = 0.1302 \cdot 4.01078 \text{ amp.} = 0.52 \text{ amp.}$$

Ponieważ tangens kąta zbliżającego się do 90° bardzo szybko wzrasta, można dokładnie mierzyć tylko prądy, wychylające igielkę do 45° , a więc prądy, których $i = 0.1302 \text{ amp.}$; z przybliżoną dokładnością do 70° — a powyżej 70° o dokładności niema co mówić, ponieważ nie można dokładnie odczytać minut ani sekund. $\operatorname{Tang} 89^{\circ} = 57.28996$, a $\operatorname{tang} 89^{\circ} 10' = 68.75009$; różnica więc bardzo duża; na podziałce zaś $10'$ nie da się dokładnie odczytać i łatwo się o nie pomylić.

Tłumienie.

W chwili kiedy przepuszczamy przez galvanometr prąd, który winien wywołać ostatecznie odchylenie α , położenie równowagi igły przesuwa się nagle poza ten kąt α ; igła, o ile pominiemy opory tarcia, przesunęłaby się poza swe nowe położenie równowagi też o kąt α i tym sposobem kąt pierwszego odchylenia byłby równy 2α . Igła wahałaby się w ciągu dalszym, dopóki by nie zużyła nabytej energii, na pokonanie oporów biernych.

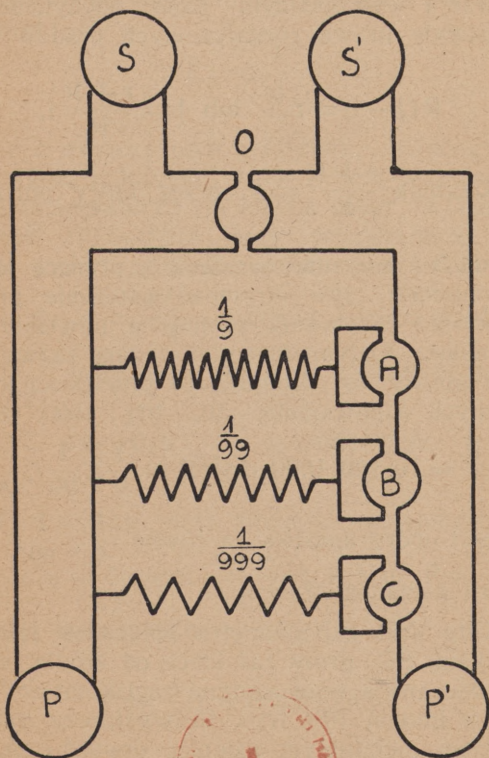
Wahałaby się w ten sposób długo, zanim by doszła do swego położenia równowagi, gdybyśmy nie użyli szczególnych sposobów dla przytłumienia wahań, zwanych tłumieniem igły. Tłumienie to można otrzymać, jużto powiększając opór powietrza, przez dodanie lekkich skrzydełek, przymocowanych do igielki i wachających się z nią, jużto ułatwiając wytwarzanie się prądów indukcyjnych, wywołanych przez ruch igielki w otaczających go przewodnikach. Prądy te dążą do przeciwdziałania ruchom igielki. Gdy opór obwodu jest mały prądy indukcyjne wywiązane w samym przewodniku, owiniętym na cewce oddziaływać będą dość silnie z powrotem na igielkę i wystarczą do przytłumienia jej ruchu.

Powiększając stopniowo tłumienie, dochodzimy w końcu do całkowitego usunięcia drgań; igła odchylona od swego położenia

równowagi powraca do niego z prędkością początkowo coraz bardziej wzrastającą; prędkość ta przechodzi następnie przez pewne maximum, zmniejsza się i ostatecznie staje się równą zeru w chwili gdy igła dochodzi do swego nowego położenia równowagi.

Pomiar prądów silniejszych.

Można znacznie rozszerzyć granicę stosowalności galvanometru używając upustów, inaczej shuntów. Upust jest to przewodnik, połą-



Rys. 8.

czony równolegle z galvanometrem, który pozwala przepuszczać do cewki pewną tylko część prądu.

Niechaj r będzie oporem galvanometru, R oporem upustu, I całkowitem natężeniem prądu, wreszcie i prądem krążącym w galvanometrze i wywołującym dane odchylenie na podstawie prawa rozgałęzionych prądów mamy

$$R(J - i) = r \cdot i \quad \text{lub} \quad J = \frac{r + R}{R} i.$$

Czynnik $\frac{r + R}{R} = a$, przez który potrzeba

pomnożyć mierzone natężenie i , płynące przez galvanometr, aby otrzymać natężenie prądu głównego nazywamy zdolnością powiększającą upustu. Galvanometry posiadają zazwyczaj trzy upusty o zdolnościach powiększających równych odpowiednio, 10, 100, 1000, czyli

$$\frac{r + R}{R} = 10, 100, 1000, \text{ czyli } R = \frac{1}{9} r, \frac{1}{99} r, \frac{1}{999} r,$$

inaczej opory upustów są równe $\frac{1}{9}, \frac{1}{99}, \frac{1}{999}$

oporu galvanometru.

Gdy drut galvanometru połączony jest ze spinkami SS' , druty zaś idące od źródła prądu są złączone z tymi samymi zaciskami SS' lub też z innymi PP' (rys. 8) wystarczy zatkać kołkiem metalowym jeden z otworów A, B, C , aby włączyć w obwód odpowiednie odga-

łączenie. Gdy kołek umieścimy w O, galvanometr jest krótko spięty; żaden prąd nie może przez niego przechodzić a więc jest to położenie bezpieczeństwa.

Wielkość oporu R jakiegoś przewodnika o długości l (w metrach) i przekroju q (w mm^2) wynosi

$$R = c \frac{l}{q};$$

gdzie c oznacza opór właściwy, zależny od materiału, z którego zrobiony jest przewodnik i od temperatury; dla miedzi opór właściwy wynosi 0'017—0'018 przy temperaturze 20°. Opór więc naszego galvanometru wynosi

($l = 3\text{m}$ $q = \frac{d^2 \pi}{4}$, gdzie d oznacza średnicę drutu, u nas $d = 2\text{ mm}$ więc $q = 3'141\text{ mm}^2$) a więc

$$r = 0'017 \frac{3}{3'141} = 0'001623\ \Omega.$$

Przyjawszy teraz zdolność powiększającą upustu $a = 5$, czyli $\frac{r + R}{R} = 5$, stąd $R = \frac{1}{4} r$, inaczej opór upustu

$$R = \frac{1}{4} r = 0'0004059\ \Omega.$$

Aby obliczyć długość przewodnika upustu

o oporze R wychodzimy z równania $R = c \frac{l}{q}$,
a przyjąwszy średnicę przewodnika 4 mm,
czyli przekrój $q = \frac{d^2 \pi}{4} = 12'56 \text{ mm}^2$, otrzy-
mamy

$$l = \frac{R \cdot q}{c} = \frac{0'0004059 \cdot 12'56}{0'017} = 0'3 \text{ m},$$

długość więc przewodnika upustu wynosi 30 cm.

Jeżeli teraz włączymy przewodnik od źródła prądu galvanometr i przez zatkanie kołkiem otworu A włączymy w obwód upust, igielka zaś wskaże np. 32° , to natężenie prądu w galvanometrze wynosi

$$i = 0'1302 \text{ tang } 32^\circ = 0'08135 \text{ amp.}$$

Aby teraz otrzymać natężenie prądu głównego trzeba natężenie prądu płynącego w galvanometrze i pomnożyć przez zdolność powiększającą upustu a

$$a = \frac{r + R}{R} = 5, \text{ czyli}$$

$$J = \frac{r + R}{R} \cdot i = 5 i = 0'40675 \text{ amp.}$$

Busola stycznych opisana w niniejszej broszurze służy do pomiarów natężeń bardzo słabych. Chcąc mierzyć prądy o silniejszych natężeniach zbudujemy przyrząd w którym średnica cewki wynosi np. 150 mm ilość zwojów $n = 20$ z drutu miedzianego średnicy 0.5 mm. Wtedy

$$i = \frac{5 R \cdot H}{n \pi} \operatorname{tang} \alpha = \frac{5 \cdot 7 \cdot 5 \cdot 0 \cdot 1903}{20 \pi} \operatorname{tang} \alpha =$$

$$= 0 \cdot 09022 \operatorname{tang} \alpha$$

opór galvanometru $r = c \frac{l}{q}$; jeżeli ułożymy obok siebie pięć zwojów na szerokość cewki, i cztery warstwy na wysokość otrzymamy średni promień 77 mm; obwód średniego zwoju $0 = 2 r \pi = 484$ mm długość wszystkich (20) zwojów 9676 mm; zostawiając na początek i koniec do spinek po 62 mm, otrzymamy długość drutu na cewce $l = 9 \cdot 8$ m., przekrój drutu przy 0.5 mm średnicy $q = 0 \cdot 1963$ mm², $c = 0 \cdot 017$ a więc opór galwanometru

$$r = c \frac{l}{q} = 0 \cdot 8487 \Omega;$$

przyjawszy zdolności powiększające upustów $a = 10, 100, 1000$ czyli opory upustów

$$R_1 = \frac{1}{9} r, \quad R_2 = \frac{1}{99} r, \quad R_3 = \frac{1}{999} r, \text{ obliczymy}$$

$$R_1 = \frac{1}{9} r = 0.0943 \Omega,$$

$$R_2 = \frac{1}{99} r = 0.008572 \Omega,$$

$$R_3 = \frac{1}{999} r = 0.0008495 \Omega;$$

obliczymy teraz długości drutów dla poszczególnych upustów ze wzoru $l = \frac{R \cdot q}{c}$. Przyjmując

średnicę drut pierwszego upustu $d_1 = 0.5 \text{ mm}$, drugiego $d_2 = 1 \text{ mm}$ i trzeciego $d_3 = 3 \text{ mm}$, znajdziemy

$$l_1 = \frac{R_1 \cdot q_1}{c} = 1.088 \text{ m},$$

$$l_2 = \frac{R_2 \cdot q_2}{c} = 0.396 \text{ m},$$

$$l_3 = \frac{R_3 \cdot q_3}{c} = 0.353 \text{ m}.$$

Jeżeli teraz załączymy przyrząd w przewodnik od źródła prądu i zatkamy kołkiem otwór upustu trzeciego a igiełka wychyli się

np. o 45° = wtedy prąd płynący przez galwanometr $i = 0'09022 \tan 45^\circ = 0'09022$ ampera, a natężenie prądu głównego

$$I = \frac{r + R_3}{R_3} i = 1000 \cdot 0'09022 \text{ amp.} = 90'22 \text{ amp.}$$

a więc stosunkowo bardzo duże.

Gdybyśmy zatkali otwór upustu drugiego a igła wskazywała 45° , to przez galwanometr płynąłby ten sam prąd $i = 0'09022$ amp., natężenie zaś prądu głównego

$$I = \frac{r + R_2}{R_2} i = 100 \cdot 0'09022 \text{ amp. czyli}$$

9'022 amp. Widzimy więc, jak wielkie usługi oddają nam upusty przy pomiarach natężeń prądów, przy zastosowaniu ich możemy bowiem mierzyć bardzo dokładnie nawet prądy o bardzo dużych natężeniach.

UWAGA.

Przed załączeniem prądu trzeba ustawić przyrząd tak, aby cewka leżała dokładnie w płaszczyźnie południka magnetycznego, to znaczy, aby cewka była zwróconą w tym kierunku, jaki wskazuje igła.

Igła wtedy ma być w równowadze i wskazywać 0° podziałki. Nie można więc podziałki umocować na listwie dowolnie, lecz tak jak wskazuje rys. 3.

α	tang α	α	tang α	α	tang α
1°	0.01746	31°	0.60086	61°	1.80405
2°	0.03492	32°	0.62487	62°	1.88073
3°	0.05241	33°	0.64961	63°	1.96261
4°	0.06993	34°	0.67451	64°	2.05030
5°	0.08749	35°	0.70021	65°	2.14451
6°	0.10510	36°	0.72654	66°	2.24604
7°	0.12278	37°	0.75355	67°	2.35585
8°	0.14054	38°	0.78129	68°	2.47509
9°	0.15838	39°	0.80978	69°	2.60509
10°	0.17633	40°	0.83910	70°	2.74748
11°	0.19438	41°	0.86629	71°	2.90421
12°	0.21256	42°	0.90040	72°	3.07768
13°	0.23087	43°	0.93252	73°	3.27085
14°	0.24933	44°	0.96569	74°	3.48741
15°	0.26795	45°	1.00000	75°	3.73205
16°	0.28675	46°	1.03553	76°	4.01078
17°	0.30573	47°	1.07237	77°	4.33148
18°	0.32492	48°	1.11061	78°	4.70463
19°	0.34433	49°	1.15037	79°	5.14455
20°	0.36397	50°	1.19175	80°	5.67128
21°	0.38386	51°	1.23490	81°	6.31375
22°	0.40403	52°	1.27994	82°	7.11537
23°	0.42447	53°	1.32704	83°	8.14435
24°	0.44523	54°	1.37638	84°	9.51436
25°	0.46631	55°	1.42815	85°	11.43005
26°	0.48773	56°	1.48256	86°	14.30067
27°	0.50953	57°	1.53987	87°	19.08114
28°	0.53171	58°	1.60033	88°	28.63625
29°	0.55431	59°	1.66428	89°	57.28996
30°	0.57735	60°	1.73205	90°	∞

KONIEC.

KERN-SZYDELSKIEGO:

Majster do wszystkiego.

Jak już sam tytuł dziełka zapowiada, jest to książka, dająca młodzieży, opuszczającej mury szkolne, właśnie w czasie wakacji możliwość przyjemnego, użytecznego i interesującego zajęcia i korzystnego zużycia czasu przez samodzielne sporządzanie własnym pomysłem a tanim kosztem najróżnorodniejszych urządzeń i przedmiotów tak w domu, jak i poza domem, n. p. w ogrodzie.

„MAJSTER DO WSZYSTKIEGO“ jest takim w rzeczywistości, podając rzeczowe i praktyczne wskazówki, jak n. p. sporządzić sobie ozdobne zabawki w pokoju, jak podstawy do zegarów, kwiatów i inne, podaje sposoby budowy latawców, łodzi parowych i wiele, wiele innych, poucza o budowie cienistych domków ogrodowych, chroniących przed zbyt upalnym słońcem, o sporządzaniu różnych przyborów ogrodowych, koniecznych do pielęgnowania kwiatów. Słowem najbogatszy doradca przy zajęciach i zabawach wakacyjnych. Dla tych zalet „Majster do wszystkiego“ winien znaleźć się w każdym domu.

Dziełko obejmuje 320 stronic, 440 rys. w tekście i 4 tablice w dwóch kolorach.

Cena egzemplarza, oprawnego w płótno, 8 zł.

ILUSTROWANA BIBLIOTEKA DLA MŁODZIEŻY.

Cena zł gr

1. Szydelski: **Budowa płatowców** z 111 r. 1'50
2. Staszyd: **Budowa kolei** z 118 rys. . . 1'50
3. Szydelski: **Radjotelegrafia** z 115 rys. . 1'50
4. Cienciala prof.: **Młody mineralog** z 75 r. 1'50
5. Sowa prof.: **Roboty kartonowe** z 50 r. 1'50
6. Danilewicz: **Technika amatorska
obróbki metali** z 120 rysunkami . . . 1'50
7. Sowa prof.: **Modelowanie, karbowanie
i rzeźba w drzewie** 1'50
8. Sowa prof.: **Roboty piłeczkowe** . . . 1'50
9. Szydelski: **Technika robót drze-
wnych I.** z 133 rysunkami 1'50
10. Gajdzica: **Początkujący Chemik** . . . 1'50

W DRUKU:

Elektrotechnik amator I., II. — Meteorolog
amator. — Statki parowe. — Sporządzanie naj-
prost. mebli i sprzętów. — Intrologatornia. —
Akwarjum i terrarium. — Młody fizyk.



SCHNETZLER - GIESZCZYKIEWICZ.

TECHNIK DOMOWY

PODRĘCZNIK DLA AMATORÓW RZEMIOSŁA.

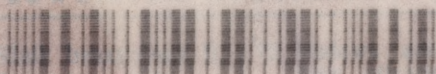
Ten drukowany majster nauczy każdego wszystkich zajęć, wykonywanych w domu i da wszelkie wiadomości techniczne, do ich wykonania potrzebne. A więc poucza, jak sobie urządzić warsztat domowy, jak się tanim sposobem zaopatrzyć w narzędzia i materiały, jak czynić obliczenia i plany. Pouczywszy naukowo o właściwościach drzewa i metali, wskaże, jak wykonać sobie robotę murarską i stolarską w domu ku pożytkowi i z przyjemnością osobistą. Ba, nawet urządzenie do opalania i świecenia, tak dziś kosztowne technik domowy zaprowadza własnym pomysłem. Są wreszcie cenne przepisy o sporządzaniu i używaniu środków wiążących jak kleje, kity, gipsy, czyszczących, konserwujących i t. d. Jednym słowem kopalnia wiedzy praktycznej, życiowej, a przytem językowo zapoznaje się czytelnik z najnowszym polskim słownictwem technicznym.

„Dziennik Narodowy“.

**DZIEŁO OBEJMUJE 320 STRONIC
I 409 RYSUNKÓW W TEKŚCIE.**

Cena egzemplarza oprawnego w półpłótno 7 zł.





001-007303-00-0

- | | |
|--|--|
| <p>59. Rurki Geisslera (promienie Roentgena).</p> <p>60. Żelazko elektryczne.</p> <p>61. Mikroskop.</p> <p>62. Wiertła i wiertarki.</p> <p>63. Zatrząsk elektryczny.</p> <p>64. Urządzenie pracowni chemicznej przy pomocy środków prostych I.</p> <p>65. Urządzenie pracowni chemicznej przy pomocy środków prostych II.</p> <p>66. Doświadczenia Tesli.</p> <p>67. Pantograf, przyrząd do mechaniczn. przerysowywania rysunków.</p> <p>68. Baterje do kieszonk. latarek elektryczn.</p> <p>69. Samodzielne przyrządzanie płynów i papierów do kopjowania używanych w fotografii.</p> <p>70. Elektryczny alarm bezpieczeństwa.</p> <p>71. Radjotelefoniczne aparaty odbiorcze jednolampowe.</p> | <p>73. Aparat radjotelefoniczny odbiorczy dwulampowy.</p> <p>74. Aparat radjotelefoniczny trójlampowy (uniwersalny).</p> <p>75. Aparat radjotelefoniczny czterolampowy oraz aparat jednolampowy „Reflex“.</p> <p>76. Budowa amplifikatorów.</p> <p>77. Pracownia radjoamatora I.</p> <p>78. Pracownia radjoamatora II.</p> <p>79. Rozgłośnik, aparat głośno mówiący.</p> <p>80. Tanie oświetlenie elektryczne.</p> <p>81. Zwierciadła Hertza.</p> <p>82. Galwanometr zwierciadłowy.</p> <p>83. Tolentograf.</p> <p>84. Plastograf.</p> <p>85. Prasa hydrauliczna.</p> <p>86. Aparat do elektryzacji.</p> |
|--|--|