Odbitka z „Przeglądu Elektrotechnicznego". Zeszyt 24—1934.

WIELKOŚCI FIZYKALNE I ICH WYMIARY

Dr. inż. Stanisław Fryze
Profesor Politechniki Lwowskiej.

W referacie p. t. „Jednostki fizykalne i techniczne" (P. E. 1933) podałem następujące tezy:

1. Pojęcie każdej wielkości fizykalnej jest tylko jedno.
2. Jednostki tej samej wielkości fizykalnej są jednorodne między sobą i jednorodne z wielkością do której przynależą, a tem samem porównywalne.
3. Pojęcie wielkości fizykalnej musi być oddzielone od pojęcia jej dymensji czyli wymiaru.
4. Iloczyny potęgowe $cm^{\alpha}\, g^{\beta}\, sek^{\gamma}$ nie są jednostkami, tylko wyrażeniami dymensyjnemi jednostek.

Wszystkie te tezy i dołączone do nich pouczenia podtrzymuję w zupełności.

W artykule p. t. „Wielkości fizyczne i ich wymiary" (P. E. 1934, zeszyt 15 i 16) kwestjonuje prof. Pogorzelski powyższe tezy, podając jako dowód rzekomej ich niesłuszności własny wywód pojęcia wymiarów.

Prof. Pogorzelski — jako matematyk — ma usprawiedliwioną niechęć do symbolów, które nie są liczbami; niemniej jednak zamiłowanie do liczb oderwanych nie może prowadzić do założeń sprzecznych z ogólnie uznanemi umowami oraz do interpretacyj, godzących w podstawową symbolikę fizykalną.

1) Umowa proponowana przez prof. Pogorzelskiego, aby znaki cm, g, sek uważać za liczbowe czynniki zmienne, narusza postanowienia międzynarodowe, określające dokładnie znaczenie tych znaków.

Przeistoczenie drogą umowy wielkości fizykalnej

$$\mathbf{N} = N(\mathrm{N})\ ^{*)}$$

w liczbę zmienną jest niemożliwe, albowiem wielkość fizykalna posiada dwie cechy: jakościową i ilościową, a liczba oderwana posiada tylko jedną cechę — ilościową. Wielkość fizykalna musi być traktowana jako liczba mianowana, a nauka poważna — o ile chce wyjść ze sprzeczności, widocznych w obecnym systemie oraz w teorji prof. Pogorzelskiego, musi tę konieczność przyjąć do wiadomości. Operacje matematyczne na symbolach, które nie są liczbami oderwanemi, uskutecznia nietylko fizyka, lecz także inne nauki. Tak np. „rachunek logistyczny" z jego jedynką logiczną, zerem logicznem, sumą logiczną, iloczynem logicznym i t. p., nie jest nauką o liczbach oderwanych. Chemicy piszą np.

$$H + Cl = HCl.$$

Matematyk może „dumać" nad tą sumą symbolów równą „iloczynowi" tych samych symbolów, nauka poważna może zarzucać, że nie wolno dodawać różnych „przedmiotów" (atom wodoru plus atom chloru), chemika to jednak nie wzruszy. Fizyka też nie wzruszy wiadomość, że nauka poważna nie zna liczb mianowanych, wystarczy mu, że on je zna. Fizyk potrzebuje tylko pouczeń, jak należy operować liczbami mianowanemi z wykluczeniem sprzeczności fizykalno-matematycznych. Moja poprzednia rozprawa, to właśnie odnośne pouczenia w tym zakresie.

2) Istotna treść dopisywania mianowań do liczbowych wartości wielkości podstawowych **l** (długość), **m** (masa), **t** (czas), nie jest ta, którą podał prof. Pogorzelski, lecz ta, że do zmierzonej wartości liczbowej dopisujemy jednostkę, za pomocą której ów pomiar został wykonany.

Piszemy np. $\frac{\mathbf{l}}{\mathrm{cm}} = 5$, stąd $\mathbf{l} = 5$ cm.

Znak cm oznacza tu ściśle określoną długość jednostkową (1/100 długości etalonowego metra), a nie czynnik zmienny, symbol **l** oznacza ściśle określoną długość (wielkość fizykalną), a nie zmienną liczbę, jak u prof. Pogorzelskiego. Dzieląc obustronnie równość powyższą przez dowolną jednostkę długości (l)

$$\frac{\mathbf{l}}{(\mathrm{l})} = 5\,\frac{\mathrm{cm}}{(\mathrm{l})} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (1)$$

i kładąc

$$l^{*} = \frac{\mathbf{l}}{(\mathrm{l})}, \qquad \{\mathrm{cm}\} = \frac{\mathrm{cm}}{(\mathrm{l})} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (2)$$

otrzymamy wyrażenia, o które chodziło prof. Pogorzelskiemu. Symbol l^{*} przedstawia mianowicie zmienną wartość liczbową a symbol $\{\mathrm{cm}\}$ liczbowy czynnik zmienny. (Analogicznie dla masy i czasu). Z powyższych relacyj widać odrazu, że nie można tu położyć

$$\mathbf{l} = l^{*}, \text{ (błędnie)}$$

ani

$$\mathrm{cm} = \{\mathrm{cm}\}, \text{ (błędnie)}$$

albowiem wypadłoby błędnie

$$\mathbf{l} = \frac{\mathbf{l}}{(\mathrm{l})} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (3)$$

Wynika stąd, że umowa, proponowana przez prof. Pogorzelskiego, aby jednostkę fizykalną traktować jako liczbę zmienną równą wartości wielkości jednostkowej, gdy dowolną wielkość rozważanego rodzaju obierzemy za jednostkową, jest niedopuszczalna i musi być odrzucona. W teorji prof. Pogorzelskiego musi być odróżniony symbol cm, oznaczający centymetr, od symbolu $\{\mathrm{cm}\}$, oznaczającego liczbowy czynnik zmienny, jakoteż symbol **l**, oznaczający wielkość fizykalną, od symbolu l^{*}, oznaczającego wartość zmienną, albowiem identyfikacja tych symbolów prowadzi do błędów (3). (To samo dotyczy masy i czasu).

*) **N** symbol wielkości, N symbol wartości, (N) symbol jednostki.

3) Iloczynów potęgowych $cm^{\alpha}\, g^{\beta}\, sek^{\gamma}$ nie można identyfikować z jednostkami fizykalnemi dlatego, bo identyfikacja taka prowadzi do błędnych orzeczeń fizykalnych. Gdybyśmy np. położyli

$$ {}^{E}F = cm \quad i \quad {}^{M}H = cm $$

to w myśl zasady „dwie wielkości równe trzeciej są sobie równe", wypadłby tu nonsens fizykalny

$$ {}^{E}F = {}^{M}H $$

czyli elektro-farad równy magneto-henrowi! Pouczenie moje, że nie wolno identyfikować znaków i nazw, zaproponowanych przezemnie, z iloczynami potęgowemi $cm^{\alpha}\, g^{\beta}\, sek^{\gamma}$, było zatem słuszne, a pouczenie prof. Pogorzelskiego, że identyfikację taką można dopuścić, jest niesłuszne.

4) Wolno porównywać jednostki tej samej wielkości fizykalnej, przynależne do dwóch różnych układów, w ten sposób, jak wskazywałem w rozprawie „Jednostki fizykalne i techniczne". Wolno np. pisać

$$ 1\, {}^{M}C = 3 \,.\, 10^{10}\, {}^{E}C, $$

albowiem niema żadnej jakościowej różnicy między magneto-coulombem ${}^{M}C$ a elektro-coulombem ${}^{E}C$ i ponieważ równości takie nie prowadzą nigdzie do sprzeczności. Wyrażenia $\dim {}^{M}C = [cm^{1/2} g^{1/2}]$, $\dim {}^{E}C = [cm^{1/2} g^{1/2} sek^{-1}]$ wskazują jedynie, że jednostki ${}^{M}C$ i ${}^{E}C$ mają różne wymiary, czyli, że znaleziono je w dwu różnych układach dymensyjnych. Nabój w układzie ES i nabój w układzie EM, to nie dwie różne wielkości fizykalne — jak niepoprawnie twierdzi prof. Pogorzelski — tylko ta sama wielkość fizykalna, mierzona w dwa różne sposoby. Określenie „nabój" (symbol Q) pojmujemy oczywiście jako ilość elektryczności, lecz właśnie pojęcie ilości elektryczności jest tylko jedno. Poglądowo 1 m^3 piasku i 1,4 tonny piasku, to ta sama ilość piasku *). Wolno zatem napisać

$$ 1 \ m^3 \ \text{piasku} = 1{,}4 \ \text{tonny piasku} $$

podobnie wolno napisać

$$ 1 \ \text{jedn. EM naboju} = 3.10^{10} \ \text{jedn. ES naboju.} $$

Nie wolno tylko pisać dla piasku

$$ 1 \ m^3 = 1{,}4 \ \text{tonny, (błędnie)} $$

i nie wolno pisać dla elektryczności

$$ 1 \ cm^{1/2}\, g^{1/2} = 3 \,.\, 10^{10}\, cm^{3/2}\, g^{1/2}\, sek^{-1}, \ \text{(błędnie)} $$

bo w pisowni tej porównywamy miary, użyte do pomiaru ilości, co przecież nie ma żadnego sensu fizykalnego **).

5) Podanych przezemnie tez i pouczeń nie może obalić żadna teorja dymensyj, gdyż każda poprawna teorja wymiarów wspiera się na zasadniczej tezie, orzekającej, że pojęcie każdej wielkości fizykalnej jest tylko jedno. Na tej zasadzie przeprowadzamy właśnie uzgodnienia wymiarowe.

Aby uzgodnić dymensyjnie np. wzory

$$ F = m \,.\, \gamma $$

$$ F = \frac{m_1\, m_2}{l^2} $$

dane z doświadczeń w tej formie, trzeba wiedzieć, że symbol F przynależy sile, symbole m_1, m_2 masie, symbol γ przyspieszeniu, a symbol l długości. Stałą grawitacji G dopisujemy we wzorze

$$ F = G\, \frac{m_1\, m_2}{l^2} $$

dopiero przy uzgodnieniach wymiarowych *), żądając, aby siła F była mierzona z pomocą przyspieszenia, nadawanego masie.

6) Mylne jest mniemanie, że każdy poprawny wzór fizykalny musi wykazywać zgodność wymiarową po obu stronach znaku równości. Wszelkie wzory formalno-wielkościowe są wolne od tego warunku, jak poucza następujący przykład: Piszemy prawo Ohma w relacji formalno-wielkościowej

$$ \mathbf{U} = \frac{V}{A \,.\, \Omega}\, \mathbf{I} \,.\, \mathbf{R}. $$

Podstawiamy np.

$$ \mathbf{I} = 6\, {}^{M}A, \qquad \mathbf{R} = 5\, {}^{E}\Omega $$

i żądamy, aby wartość napięcia U była obliczona w lorentz-voltach ${}^{L}V$. Po podstawieniu otrzymamy

$$ \mathbf{U} = U\, {}^{L}V = \frac{V}{A \,.\, \Omega}\, 6\, {}^{M}A \,.\, 5\, {}^{E}\Omega = 30\, \frac{{}^{M}A}{A}\, \frac{{}^{E}\Omega}{\Omega}\, V = $$

$$ = 30 \,.\, 10 \,.\, 9 \,.\, 10^{11}\, V = 270 \,.\, 10^{12}\, V. $$

Stąd

$$ U = 270 \,.\, 10^{12}\, \frac{V}{{}^{L}V} = 270 \,.\, 10^{12}\, \frac{1}{300 \sqrt{4\pi}} \ \text{w lorentz-voltach.} $$

Jednostki, należące do 3 różnych układów, są tu pomieszane w jednym wzorze a wynik pomimo tego jest poprawny. Fakt, że wymiarowo jest

$$ \dim {}^{M}A = [cm^{1/2}\, g^{1/2}\, sek^{-1}] $$
$$ \dim {}^{E}\Omega = [cm^{-1}\, sek] $$
$$ \dim {}^{L}V = [cm^{1/2}\, g^{1/2}\, sek^{-1}] $$

nie przeszkadza, jak widać, używaniu jednostek mego systemu w ten sposób, jak wskazywałem w rozprawie o jednostkach. Gdybyśmy natomiast w powyższym przykładzie podstawili błędnie

$$ {}^{M}A = cm^{1/2}\, g^{1/2}\, sek^{-1} $$
$$ {}^{E}\Omega = cm^{-1}\, sek $$
$$ {}^{L}V = cm^{1/2}\, g^{1/2}\, sek^{-1} $$

wypadłby kompletny nonsens fizykalny.

Kto chce obalić moje tezy i pouczenia, winien podać bodaj jeden wzór fizykalny, który w relacji formalno-wielkościowej i przy dowolnej „mięszaninie" jednostek, znaczonych według mego systemu, prowadzi do błędów lub sprzeczności fizykalno-matematycznych. Ośmielam się twierdzić, że nikt nigdy takiego wzoru nie znajdzie!

7) Wszystkie wnioski prof. Pogorzelskiego, sprzeczne z mojemi, są niepoprawne dlatego, bo za podstawę teorji wymiarów prof. Pogorzelskiego służy niedopuszczalne przemianowanie wielkości fizykalnej w zmienną liczbę, a jednostki fizykalnej w liczbowy czynnik zmienny. Gdyby prof. Pogorzelski odróżniał wielkości fizykalne N od swych zmiennych liczb N^* i jednostki fizykalne (N) od swych liczbowych czynników zmiennych $\{N\}$, byłby się ustrzegł całego szeregu niepoprawnych wniosków. Np. wyrażenie (15) na str. 470

$$ W = W_0\, cm^{\alpha}\, g^{\beta}\, sek^{\gamma} $$

trzeba napisać poprawnie

$$ W = W_0\, \{cm\}^{\alpha}\, \{g\}^{\beta}\, \{sek\}^{\gamma} $$

czyli

$$ W = W_0 \left[\frac{cm}{(l)}\right]^{\alpha} \left[\frac{g}{(m)}\right]^{\beta} \left[\frac{sek}{(t)}\right]^{\gamma} $$

---

*) Gdy 1 m^3 piasku ma masę 1,4 tonny.

**) Pewien fizyk (z Warszawy) zarzucił (listownie), że równość

$$ 1\, {}^{M}C = 3 \,.\, 10^{10}\, {}^{E}C $$

jest niepoprawna, bo „nie zgadza się wymiarowo" po obu stronach znaku równości. Zarzut ten załatwiam krótko pytaniem: Dlaczego ta równość i analogiczne dla innych jednostek mają się zgadzać wymiarowo?!

*) Bez uzgodnień dymensyjnych pisaliśmy $F = k\, \frac{m_1\, m_2}{l^2}$, k liczbowy spółczynnik wyrównawczy (Afanasjewy).

W relacji tej (l) przedstawia dowolną jednostkę długości, (m) — dowolną jednostkę masy, a (t) — dowolną jednostkę czasu. Po zastosowaniu tej poprawki, koniecznej ze względu na umowę o czynnikach zmiennych, widać, dlaczego wyrażenie

$$\left[\frac{\text{cm}}{(\text{l})}\right]^{\alpha}\left[\frac{\text{g}}{(\text{m})}\right]^{\beta}\left[\frac{\text{sek}}{(\text{t})}\right]^{\gamma}$$

nie może być uważane za jednostkę wielkości fizykalnej; przedstawia ono wszak liczbę, do tego zależną od obioru jednostek dowolnych (l), (m), (t), a nie żadną jednostkową wielkość fizykalną!

W teorji prof. Pogorzelskiego nie wolno także pisać

$$\text{dyna} = \text{cm g sek}^{-2}, \text{ (błędnie)}$$

albowiem dyna, to, w myśl ogólnie przyjętej definicji, pewna określona siła (jednostkowa), a nie żaden liczbowy czynnik zmienny. Pozatem przy zastosowaniu podanej przezemnie poprawki (1) i (2), trzeba napisać poprawnie

$$\{\text{dyna}\} = \{\text{cm}\}\{\text{g}\}\{\text{sek}\}^{-2} = \frac{\text{cm}}{(\text{l})}\,\frac{\text{g}}{(\text{m})}\left[\frac{\text{sek}}{(\text{t})}\right]^{-2}$$

czyli także i tu nie wolno kłaść

$$\text{dyna} = \{\text{dyna}\}, \text{ (błędnie).}$$

8) Prof. Pogorzelski nie może twierdzić, że nabój q w układzie ES i nabój Q w układzie EM, to dwie różne wielkości fizykalne, gdy bowiem w relacjach

$$q = q_0\,\text{cm}^{3/2}\,\text{g}^{1/2}\,\text{sek}^{-1}, \quad Q = Q_0\,\text{cm}^{1/2}\,\text{g}^{1/2}$$

zastosujemy poprawną pisownię w myśl wzorów (1) i (2), podanych przezemnie, czyli, gdy napiszemy poprawnie

$$q = q_0\,\{\text{cm}\}^{3/2}\{\text{g}\}^{1/2}\{\text{sek}\}^{-1} = q_0\left[\frac{\text{cm}}{(\text{l})}\right]^{3/2}\left[\frac{\text{g}}{(\text{m})}\right]^{1/2}\left[\frac{\text{sek}}{(\text{t})}\right]^{-1}$$

$$Q = Q_0\,\{\text{cm}\}^{1/2}\{\text{g}\}^{1/2} = Q_0\left[\frac{\text{cm}}{(\text{l})}\right]^{1/2}\left[\frac{\text{g}}{(\text{m})}\right]^{1/2}.$$

wyjdzie, że owe rzekomo różne wielkości fizykalne q i Q są liczbami (zmiennemi), a nie wielkościami fizykalnemi.

Dla jednego i tego samego naboju iloraz q/Q nie daje w teorji prof. Pogorzelskiego prędkości światła, tylko liczbę zmienną

$$\frac{q}{Q} = \frac{q_0}{Q_0}\{\text{cm}\}\{\text{sek}\}^{-1} = \frac{q_0}{Q_0}\,\frac{\text{cm}}{(\text{l})}\left[\frac{\text{sek}}{(\text{t})}\right]^{-1}.$$

9) Skoro upada podstawowa idea prof. Pogorzelskiego, że wielkość w układzie ES i w układzie EM, to dwie różne wielkości fizykalne, występuje „na front" stare pytanie: Dlaczego ta sama wielkość fizykalna ma w układach ES i EM różne wymiary $L^{\alpha} M^{\beta} T^{\gamma}$, przy tych samych wielkościach podstawowych L, M, T? Pytanie to godzi w zasadnicze tezy prof. Pogorzelskiego, a mianowicie w tezę, że wymiar wielkości pochodnej to cecha zasadnicza, zawarta w definicji samej wielkości i od niej nieodłączna, oraz w tezę, że wymiar jest „poprostu" pewną własnością matematyczną funkcji wartościowej

$$W = F\,(l,\ m,\ t),$$

określającej daną wielkość pochodną (ściśle wartość) w zależności od wielkości podstawowych (ściśle wartości) *l, m, t* *).

Odnośnie do pierwszej tezy musimy zapytać: Cóż to jest za cecha zasadnicza, nieodłączna od wielkości np. I (natężenia prądu), którą wyraża się w układzie ES wyrażeniem $L^{3/2} M^{1/2} T^{-2}$, a układzie EM wyrażeniem $L^{1/2} M^{1/2} T^{-1}$, w zredukowanym układzie Rajskiego wyrażeniem $L^{-1/2} M^{1/2}$, w układzie PZ wyrażeniem I, a w układzie Rodewalda wyrażeniem T^{-1}?

Odnośnie do drugiej tezy musimy zapytać: Cóż to jest za własność matematyczna funkcji

$$W = F\,(l,\ m,\ t),$$

która daje tak różnorodne wyrażenia wymiarowe?

Obie powyższe tezy prof. Pogorzelskiego są niepoprawne ze stanowiska teorjopoznawczego, formuły wymiarowe nie tkwią bowiem a priori w żadnej funkcji, wyrażającej zależność między wartościami, lecz wynikają z pewnych umówionych sposobów pomiaru tych wartości.

10) Prof. Pogorzelski sądzi, że porównanie jednostek układów ES i EM jest dlatego niemożliwe, bo wielkości mają tam różne wymiary. Jednakże w układzie ES i Lorentza, pewne wielkości mają w obu układach te same wymiary $L^{\alpha} M^{\beta} T^{\gamma}$, a porównanie rzekomych „jednostek" formy $\text{cm}^{\alpha}\,\text{g}^{\beta}\,\text{sek}^{\gamma}$ jest także i w tych układach niemożliwe i nikt nie dokona go bez sprzeczności!

P r z y k ł a d. W moim systemie znakowania i w myśl moich pouczeń napiszemy poprawnie np.:

$$1\ \text{EC} = \sqrt{4\pi}\ \text{LC}$$

$$\dim \text{EC} = [\text{cm}^{3/2}\,\text{g}^{1/2}\,\text{sek}^{-1}], \quad \dim \text{LC} = [\text{cm}^{3/2}\,\text{g}^{1/2}\,\text{sek}^{-1}]$$

Gdybyśmy tu—w myśl pouczeń prof. Pogorzelskiego,—napisali błędnie

$$\text{EC} = \text{cm}^{3/2}\,\text{g}^{1/2}\,\text{sek}^{-1}, \quad \text{LC} = \text{cm}^{3/2}\,\text{g}^{1/2}\,\text{sek}^{-1},$$

wypadłoby błędnie

$$\text{EC} = \text{LC},$$

czyli elektro-coulomb równy lorentz-coulombowi.

Gdybyśmy zaś napisali (również błędnie)

$$1\ [\text{cm}^{1/2}\,\text{g}^{1/2}\,\text{sek}^{-1}] = \sqrt{4\pi}\ [\text{cm}^{3/2}\,\text{g}^{1/2}\,\text{sek}^{-1}],$$

wypadłaby sprzeczność matematyczna

$$1 = \sqrt{4\pi}\,.$$

Jakżeż zatem mamy porównać ES jednostkę naboju (ilość elektryczności) z Lorentzowską jednostką naboju (ilość elektr)? Tu już chodzi o dwie wielkości Q_{ES} i Q_L o identycznych wymiarach $L^{3/2} M^{1/2} T^{-1}$! Czy pomimo tego mamy także i tu mówić i pisać: Jeżeli nabój w układzie ES wynosi 1 $\text{cm}^{3/2}\,\text{g}^{1/2}\,\text{sek}^{-1}$, to ten sam nabój w układzie Lorentza wyniesie $\sqrt{4\pi}\ \text{cm}^{3/2}\,\text{g}^{1/2}\,\text{sek}^{-1}$?

Nie przypuszczam, aby fizycy lub technicy akceptowali ten sposób porównywania jednostek tej samej wielkości fizykalnej, proponowany przez prof. Pogorzelskiego, oni zechcą w końcu odkryć owego tajemniczego rachmistrza, który umie wyliczyć, ile razy jedna jednostka jest większa od drugiej, a nie chce zdradzić, z pomocą jakiej formuły matematyczno-fizykalnej to robi!

W moim systemie rzecz przedstawia się bardzo prosto. Piszę np.

$$\mathbf{Q} = Q_{ES}\ \text{EC} = Q_L\ \text{LC} \quad \ldots\ldots\ldots \quad \text{(a)}$$

Na podstawie wzorów wartościowych układów ES i Lorentza

$$F = \frac{Q_{ES}^2}{l^2}, \qquad F = \frac{Q_L^2}{4\pi \cdot l^2}$$

znajduję, że

$$Q_{ES} = \frac{1}{\sqrt{4\pi}}\,Q_L\,.$$

Podstawiam we wzorze (a)

$$\mathbf{Q} = \frac{1}{\sqrt{4\pi}}\,Q_L\ \text{EC} = Q_L\ \text{LC}$$

i otrzymuję

$$1\ \text{EC} = \sqrt{4\pi}\ \text{LC}\,.$$

W analogiczny sposób obliczam relacje dla wszystkich jednostek tej samej wielkości fizykalnej, należących do dowolnych układów.

---

*) Prof. Pogorzelski miesza wartości — zwane u niego niewłaściwie „miarami" — z wielkościami fizykalnemi. Określenie „miara" trzeba (mojem zdaniem) zarezerwować dla materjalnych jednostek (Miary i wagi).

11) Słuszny jest podany przezemnie wzór ogólny

$$\mathbf{N} = N_1 (N)_1 = N_2 (N)_2 = \ldots N_n (N)_n$$

bez względu na przynależność wymiarową jednostek prawdziwych czyli rzetelnych $(N)_1$ $(N)_2 \ldots\ldots$ $(N)_n$ *), albowiem wzór ten jest rozsądny fizykalnie i prowadzi do wyników zgodnych z doświadczeniem. Wszystkie jednostki $(N)_1$ $(N)_2 \ldots\ldots$ $(N)_n$ są tu jednorodne między sobą i jednorodne z wielkością fizykalną prawdziwą czyli rzetelną **N** **), do której należą, bez względu na systemy dymensyjne, które są i które będą.

Nie ośmieliłbym się nigdy zająć aż 27 stron druku na poprzednią rozprawę jedynie celem podania nowego znakowania. Mnie chodziło o rzecz nową i zasadniczego znaczenia, o oddzielenie pojęcia wielkości fizykalnej od jej wyrażenia wymiarowego. Prof. Pogorzelski znów wraca do odwiecznej metody mięszania tych dwóch różnych pojęć, z powodu czego od kilkudziesięciu lat trwają dyskusje bez końca i kwintesencyj.

12) Prof. Pogorzelski bardzo prosto załatwił sprawę wzorów

$$F = \frac{q_1 q_2}{l^2}, \qquad F = c^2 \frac{Q_1 Q_2}{l^2},$$

pisząc na str. 489, że elektryczności „podporządkowujemy" w układzie ES symbol q, a w układzie EM symbol Q. Dla fizyka nie jest to jednak żadne załatwienie, bo fizyk nie stwierdza żadnem doświadczeniem zależności siły przyciągającej **F** od prędkości światła **c** (w kwadracie), a tylko stwierdza zależność tej siły od iloczynu nabojów (ilości elektryczności) $\mathbf{Q}_1$ $\mathbf{Q}_2$ oraz od ich odległości **l** (w kwadracie). Pozatem fizyk musi zapytać, poco mamy podporządkowywać elektryczności dwa różne symbole q, Q w tem samem prawie Coulomba?

W pięknym artykule p. t. „O wymiarach wielkości fizycznych" (P. E. 1934 zeszyt 9) inż. Czesław Rajski bardzo słusznie poruszył sprawę dwoistości układów ES i EM i, jak to wykażę w oddzielnej rozprawie o wymiarach, prawie że trafił w sedno w swojem godnem uwagi wyjaśnieniu przyczyny tej dwoistości.

Na powyższych uwagach muszę zakończyć niniejszą replikę, przedstawiającą „kondensat" z 4-krotnie obszerniejszej rozprawy, jaką przygotowałem, celem ugruntowania moich tez, a obalenia tez przeciwnych. Brak miejsca w P. E., umotywowany należycie przez Szanowną Redakcję P. E., zniewolił mnie do pominięcia wielu wywodów, przykładów i dyskusyj reszty nieporuszonych tu tez prof. Pogorzelskiego. Muszę tedy oświadczyć krótko, że kwestjonuję całą teorję prof. Pogorzelskiego, a tem samem, że nie uznaję żadnego z zarzutów na niej opartego, a skierowanego przeciw moim tezom i pouczeniom.

*) Celem podkreślenia różnicy między jednostką a jej wymiarem $cm^\alpha\, g^\beta\, sek^\gamma$, nazywam jednostki prawdziwe „jednostkami rzetelnemi" i oznaczam je symbolem ogólnym (N). Ogólnie używany znak jednostki [N] trzeba — mojem zdaniem — zarezerwować dla wyrażeń dymensyjnych. Np. dla naboju w układzie ES napiszemy

$(Q) = {}_{E}C$, jednostka rzetelna (elektro-coulomb),
$[Q] = \dim (Q) = [cm^{3/2}\, g^{1/2}\, sek^{-1}]$, (wyrażenie dymensyjne).

**) Wielkością fizykalną rzetelną nazywam iloczyn wartości liczbowej i jednostki rzetelnej czyli $\mathbf{N} = N\,(N)$.

S. A. Z. G. „Drukarnia Polska", Warszawa, Szpitalna 12. Tel. 5.87-98
w dzierżawie Spółki Wydawniczej Czasopism Sp. z o. o.