

Laborante sub aseptaj kondiĉoj, oni enmetas en ĉiun ampolon tiom da solvaĵo kiom enhavas la ĝustan nombron da unuoj. La laborejo kie ĉi tiu operacio estas farata estas speciale pura; la aero estas filtrita kaj ĉia antaŭzorgo malebligas la ĉeeston de grandaj nombroj da bakterioj.

Laboranto nun metas la ampolojn en sekigokameron, kaj solidiĝas ilin per frostigo. La aero tiam elpumpiĝas kaj je premoj de aero sub proksimume 4 mm Hg, la vaporiĝo de la glacio rapidiĝas. Do, preskaŭ la tuto de la akvo forflugas, kaj oni elprenas la ampolojn kaj fermas ilin.

Fine, oni kontrolas ĉu la ampoloj ne enhavas vitraĵon (tio ĉiam estas risko en la produktado de ampoloj de medikamento), ĉu ili havas la ĝustan potencon, kaj ĉu ili estas sterilaj<sup>5)</sup>.

Kompreneble, kiel en la produktado de penicilino kaj streptomicino, la metodo de preparo estas tia ke ne estas eble garantii ke la finita preparajo estas absolute sterila, sed la tuta procedo estas speciale planita por minimumigi la ŝancon de bakteria malpurigo, kaj la okazon de ia malĝustaĵo en la procedo indikas la sterilecprovoj.

Kial oni bezonas trombinon?

Se ĥirurgo deziras glui pecon de histo al la korpo de iu homo, li ne povas uzi oficejan gluon. Sed li povas ŝmiri solvaĵon el trombino sur la histon, kaj plasmon sur la algluoton. Kunmetante, li havas firman adheron post dek-dudek sekundoj. La tekniko ĉi-priskribita donas pli bonajn rezultojn ol tiu kiu uzas premo-bandaĝadon, speciale en la manoj de nespertaj ĥirurgoj. Ĝi permesas la rapidan kreskon de la angietoj kaj sekve rezultigas pli grandan proporcion da sukcesaj greftoj.

Jen uzo ... Kaj la uzantoj? ... „Plastikaj“ ĥirurgoj kiuj greftas haŭton, kaj neŭrologoj kiuj riparas nervojn, kaj ĝeneralaj ĥirurgoj kaj dentistoj kiuj klopodas estri sangadon. Oni uzas ĝin ankaŭ por eltiri kompletajn ŝtonojn el la urintuboj, plenigi postoperaciajn kavojn, ĉesigi sangadon el ulceroj de la stomako, ktp.

Sed eble la plej grava uzo estas ĉe la haŭtgreftado, pro tio ke tiu metodo plej bone efikas por kuraci brulvundojn. La danĝero de brulvundo estas ke ĝi senĉese perdas seron; kaj sero estas grandparte proteina. Tial se la vundo estas granda, ne estas eble enmeti proteinon en la korpon tiom rapide kiom ĝi elfluas. Kompreneble, brulvundoj estas sufiĉe oftaj pacatempe, sed dum atombomba eksplodo, kiu povas esti pli ol 40 000 viktimojn en ĉiu kvadrata mejlo<sup>6)</sup>, el kiuj tri kvaronoj suferas pro brulvundoj, aŭ kontaktaj, aŭ varm-radiadaj, ili estas la precipa kaŭzo de vundado ..... Jen la graveco de la nehoma trombino.

<sup>5)</sup> Sterila estas mikrobiologia termino kiu signifas „sen ia vivaĵo“.

<sup>6)</sup> La fonto de la nombro estas la Usona oficiala libro, „The Effects of Atomic Weapons“, kiu ne plu estas sekreta.

## LA M.K.S.-SISTEMO DE MEZURUNUOJ POR ELEKTRAJ GRANDOJ

de K. WILGENHOF (Nederlando).

En la moderna fiziko kaj en la tekniko oni mezuras. Por tio oni bezonis kaj elpensis multajn mezurunuojn. En la elektrofiziko kaj la elektrotekniko oni uzas plurajn grupojn de unuoj. Ekzistas t.n. elektrostatikaj unuoj (e.s.u.), elektromagnetaj unuoj (e.m.u.) kaj praktikaj unuoj. La unuan kaj duan kategoriojn oni multe uzas en la teoria fiziko, la trian en la praktika tekniko. Tamen la limo ne estas klara. Fizikistoj uzas jen e.m.u., jen e.s.u. kaj ofte ankaŭ praktikajn unuojn. En multaj formuloj oni renkontas unuojn el diversaj kategorioj. Kaj teknikistoj aplikas e.m.u. por kalkuloj pri magnetaj kampoj, ĉar aliaj unuoj longe ne ekzistas.

Ĝenerale nur la praktikaj unuoj ricevis proprajn nomojn, kutime de famaj vivintaj elektristoj (volto, ampero, omo, farado, k.c.). Escepta estas ekzemple *gaŭso*, la e.m.u. de magneta fluksdenso. Ĉiuj tri kategorioj baziĝis sur la c.g.s.-sistemo de mezurunuoj, t.e. la unuaro en kiu la tri fundamentaj unuoj estas la longunuo *centimetro*, la masunuo *gramo* kaj la tempunuo *sekundo*. La centimetro kaj la gramo estas derivitaj de du objektoj, kiuj prezentas la pranormojn de la t.n. metra sistemo de mezuroj kaj estas konservataj en Parizo. Rimarkinde estas ke oni probable origine elektis kiel bazajn unuojn la *metron* kaj la *gramon*, sed la masnorma objekto estas *kilogramo* kaj en la c.g.s.-unuaro la baza longunuo estas *centimetro* anstataŭ la pranorma *metro*.

La masunuo *kilogramo* estas distingenda de la samnoma fortunuo *kilogramo*, kiu ne apartenas al ĉi konsiderataj unuaroj. La duan oni tre ofte uzas en la mekanikoj teoria kaj praktika. Tiu samnomo de du diversaj unuoj multfoje estigas miskomprenojn kaj kalkulerarojn ĉe studentoj.

Ion similan, kvankam ne tiom ĝenan, ni trovas pri la unuo *centimetro*, per kiu oni mezuras ne nur longojn sed ankaŭ kapacitojn en la elektrostatika sistemo kaj induktancojn en la elektromagneta.

Unuo staranta ekster ĉiuj unuaroj estas la ĉevalpovo. Ĝi egalas potencon de 736 vatoj (en Britujo kaj Usono 746 vatoj) kaj ne havas unu ĉie uzatan simbolon (france CV, germane PS, angle HP, esp. CP, k.t.p.). Ĝi supozeble perdas terenon en la elektrotekniko. En la fiziko oni ne uzas ĝin.

Estas kompreneble ke multaj trovas tiun plurecon de unuaroj tro komplikaj kaj tre malavantaĝa. La lernanto foruzas multan tempon por lerni la difinojn de ĉiuj unuoj kaj la nombrojn de iliaj interrilatoj. Praktikantoj forgesas tion kaj fine havas nur nebulan memoron pri ili. Oni ne plu scias lerte manipuli per ili kaj bezonas unuortabelojn, kiam oni devas fari kalkulon aŭ teorian konsideron. Ankaŭ por teoriistoj la mezuroj ne estas facilaj. Ne ekzistas unuformeco. Unu verkisto uzas tiun unuon por iu granda kaj dua ĉiam aplikas alian por la sama granda kaj tria faras alterne.

Kompreneble oni povas solvi tiun malfaciligan staton por enkonduko de ununura unuaro. Pluraj science-teknikaj publikigistoj nun rekomendas kiel plej taŭgan la raciigitan mezursistemon de Giorgi.

## La m.k.s.-unuaro laŭ Giorgi.

En 1901 itala scienculo Giovanni Giorgi (mortinta en 1950) publikigis sian proponon por mezurunuaro. Ĝi ne prezentis multon novan, ĉar preskaŭ ĉiuj ĝiaj unuoj estis jam ĝenerale konataj. La bazaj unuoj estas la originala trio: *metro*, *kilogramo* kaj *sekundo*, inter kiuj la dua estas masunujo. Laŭ la komencaj literoj de la nomoj de tiuj unuoj oni nun ofte nomas ĉi tiun unuaron la m.k.s.-sistemo.

Por la apartena fortunuo — t.e. la forto, kiu akcelas unukilograman mason per unu metro en sekundo kvadrata — oni sugestis la nomon *newton* (en ĉi tiu artikolo *nevtono*) kaj la simbolon N. Do  $1 \text{ N} = 1 \text{ kg.m.sek}^{-2}$ . Ĉar  $1 \text{ dino} = 1 \text{ g.cm.sek}^{-2}$ , unu nevtono do egalas  $10^5$  dinajn.

Se forto movas objekton unu metron en sia direkto, plenumiĝas unu m.k.s.-unujo de laboro, t.e.  $1 \text{ N.m} = 10^7 \text{ dn.cm} = 10^7 \text{ ergoj} = 1 \text{ ĵulo (J)}$ . En la m.k.s.-unuaro la ĵulo do estas la unujo de laboro aŭ energio kaj la ĵulo je sekundo aŭ *vato* (W) estas la unujo de potenco (povumo).

Por la elementa elektrosienco ni povas do skribi la ekvacion de Giorgi:

$$1 \text{ J} = 1 \text{ N.m} = 1 \text{ W.sek} = 1 \text{ V.A.sek}$$

Ĉi tio estas grava rilato kun maksimuma memorigeblo. Ĝi signifas ke la vato egalas  $1 \text{ N.m.sek}^{-1}$ . Pli facilan ligon inter elektraj kaj mekanikaj unuoj oni povas apenaŭ postuli.

Elektinte la *volton* kaj la *amperon* kiel unuojn de respektive elektra tensio kaj kurento, oni enkondukis la tutan serion de jam longe uzataj praktikaj elektraj mezurunuoj en la m.k.s.-unuaron. Ĉiuj estas deriveblaj de volto kaj ampero: omo (= V/A), kulombo (= A.sek), farado (= A.sek/V), henrio (= V.sek/A) kaj vebero (= V.sek). La lasta unujo (origine *weber*, simbolo Wb) estas la m.k.s.-unujo de magneta fluksdenso. Ĝi anstataŭas la c.g.s.-unuon *maksvelo* kaj ebligas skribi  $U = -d\Phi/dt$  (U: voltoj;  $\Phi$ : Wb; t: sekundoj). Anstataŭ vebero oni ofte diras *voltsekundo*.

Post la teoriaj difinoj de volto, ampero kaj omo oni starigis preskribojn por la efektivigo de tiuj unuoj. El ĉi lastaj rezultis la t.n. internaciaj volto, ampero k.c., pri kiuj montriĝis ke ili iom diferencas de la respondaj teoriaj unuoj, kiujn oni nomis la absolutaj volto, ampero, k.t.p. La volto kaj la ampero de la m.k.s.-sistemo estas la absolutaj laŭ la decido de la Komitato Internacia de Pezoj kaj Mezuroj en Oktobro 1946.

Ĉi tiu komitato akceptis rezolucion, per kiu ĝi rekomendis al la aliĝintaj ŝtatoj apliki post la 1-a de Januaro 1948 la absolutajn unuojn de la m.k.s.-unuaro. Pli frue, en 1935, la Internacia Elektroteknika Komisiono faris konforman decidon.

## Raciigo de formuloj.

En multaj formuloj de la elektrostato kaj la magnetismo troviĝas la nombro  $4\pi$ . Ĝi mankas en formuloj, kiuj koncernas sferajn kampojn, sed en formuloj pri homogenaj kampoj, en kiuj do la kamplinioj estas paralelaj, la simbolo  $4\pi$ , kiu signas la rilaton inter la areo de sfero kaj la kvadrato de ĝia radiuso, aperas. Tio estas kontraŭ la „logiksento“ de multaj. Ni ekzemple konsideru tradician formulon de elektra kapacitajo, kiu konsistas el du ebenaj paralelaj platoj kun kvadrata aŭ rektangula surfaco:  $C = \epsilon A/4\pi s$  (A estas la areo de la platoj, s ilia interdistanco). La skizita kapacitajo ne montras ion cirklan aŭ sferan, tamen la formulo enhavas la faktoron  $1/4\pi$ . Tio impresas strange, neracie.

La samon ni trovas ĉe formulo, kiu esprimas la pliintensigon de magneta kampo post enmeto de feraĵo; en malnova formo:  $B = H + 4\pi J$ . Ankaŭ kiam la materiaj akcesorajoj de tiu fenomeno tute ne montras cirklan aŭ sferan aspekton, oni devas skribi  $4\pi$  laŭ la klasika traktomaniero.

Aliaj ekzemploj estas la formulo por magneta kampintenso en longa bobeno aŭ solenoide  $H = 0,4\pi In/s$  (s estas la bobenlongo, n la nombro da volvoj), kiu validas ankaŭ por bobeno kun rektangulaj volvoj, kaj la formulo por la energio de homogena magnetkampo  $W = \frac{1}{2}HBV/4\pi$  (V estas la volumeno de la kampospaco).

Jam la fizikistoj Heaviside kaj Lorentz strebis al forigo de la neracia nombro  $\pi$ , do al raciigo de formuloj. Komprenoble oni ne povas elmeti  $\pi$  el ĉiuj formuloj. Sed tio ne estas la celo. Oni deziris raciigi nur formulojn, en kiuj la apero de la nombro  $\pi$  ne estas praktike pravigebla kaj oni allasas ĝin en formuloj, kiuj koncernas sferajn kazojn.

Ankaŭ Giorgi donis sian mezursistemon en raciigita formo. Oni rimarku ke la raciigo tute ne estas implicaĵo de lia sistemo. Oni povas elekti inter la raciigita kaj la neraciigita m.k.s.-sistemoj. La oficialaj institucioj ankoraŭ ne decidis ion pri ĉi tiu flanko de la afero. Probable la plejmulto el tiuj, kiuj aplikas la m.k.s.-sistemon en siaj publikigaĵoj preferas ĝin en la raciigita formo.

Per la raciigita unuaro oni do skribas por la ĉi supre traktita kapacitajo  $C = A/s$  ... faradoj (A: kv.metroj, s: metroj) kaj por la longa solenoide  $H = In/s$  ... amperoj je metro (I: amperoj, s: metroj). Sed por la kampintenso ĉirkaŭ drato je distanco s (metroj):  $H = I/2\pi s$ . La kamplinioj en la lasta kazo estas cirklaj.

Konsekvenco de la racia skribmaniero estas ke la rutina formulo por la leĝo de Coulomb por elektraj ŝarĝoj perdas sian simplan formon. Ĝi nun aspektas:  $F = Q_1Q_2/4\pi s^2\epsilon$  ... nevtonoj (Q: kulomboj). Konjekteble tio estas bedaŭro al tiuj, por kiuj la leĝo de Coulomb pro instrutradicio estas la bazo de ĉio elektra. Konservativaj studolibroj de elektrofiziko traktas ĝin sur la unuaj paĝoj. Se oni efektive deziras komenci la prielektran studadon per la nomita leĝo, ŝajnas ke la ĉi supra formo estas neoportuna.

Sed oni ne forgesu ke la skribmaniero kun  $4\pi$  estas konforma al la principo de raciigo.

Verŝajne pro trafa analogio kun la leĝo de Newton, kiu estas unu el la bazoj de la dinamiko, oni ŝatis starigi la elektroskencin sur simila leĝo. Tamen notinde estas ke en la formulo de la leĝo de Newton troviĝas la gravita konstanto kiel dimensia koeficiento. Prof. Oberdorfer asertas ke enmeto de sendimensia faktoro en formulo por la leĝo de Coulomb, kion oni faris en multaj elementaj lernolibroj, implicas erarajn konsekvencojn. Li montras tion per simila maniero, kiun oni povus apliki ĉe la bazaj leĝoj de la dinamiko, do ekzemple per ellaso de mezurunuoj en la gravita konstanto ĉe la leĝo de Newton.

Cetera leĝo de Coulomb ne estas la historia komenco de la ekzameno pri elektraj fenomenoj. Prof. Pohl skribis: „Ĝi finis en 1785 ĉirkaŭ centjaran periodon de eksperimenta esplorado. Malgraŭ tio multaj prezentoj de la elektroskenco ĝin metas ĉe la komencon”. (Einf. Elektrizitätslehre, p. 40).

Fine la leĝo de Coulomb kiel rilato inter ŝargitaj punktoj apenaŭ ludas rolon en la praktiko; ŝargopunktoj estas maloftege efektivaj. Kaj ankaŭ en la teorio ĝi malpligraviĝis post la apero de la kampoteorio kun la bazaj ekvacioj de Faraday kaj Maxwell.

#### Pri unuoj kaj grandoj de elektraj kaj magnetaj kampoj.

Kiel ni do komencu la traktadon de la elementa elektroskenco se ne per la leĝo de Coulomb? Se oni volas instrui ion, estas rekomendinde bazi la lernotajn temojn sur jam konataj aferoj. El la elektraj grandoj estas verŝajne plej proksimaj al laikoj kaj lernontoj: kurento kaj rezisto.

Prof. R. W. Pohl diras (p. 14): „Jam infanoj hodiaŭ parolas pri ampero kaj volto”. Tial li pledas ke *tensio* kaj *kurento* estu la deirpunktoj en la instruo de elektrofiziko, ĉar ambaŭ nocioj „estas same uzeblaj por la ĉiutaga vivo, por la tekniko kaj por la scienco.” Ankaŭ Cornelius, inspirite de Pohl, montras ke oni povas studi la teorion de elektraj kaj magnetaj kampoj komencante per la nocioj tensio kaj kurento. Lia sekva paŝo estas tuj enkonduki la grandojn *flukso*, *induktanco*<sup>1)</sup> kaj *kapacito*. Per priskribo de simpla eksperimento pri unurolva lamenoforma bobeno li demonstros la formulon  $\int U \cdot dt = \Phi = LI \dots$  V.sek. La longon de la bobeno, do la larĝon de la lameno, ni nomu  $s$  (mezurata per metroj) kaj la areon, ĉirkaŭatan de la volvo,  $A$  (per kvadrataj metroj). Ni povas skribi  $\Phi/A = (Ls/A) \cdot (I/s)$ . La kvociento  $\Phi/A$  estas la fluksdenso, kaj la kvocienton  $I/s$  Pohl kaj Cornelius nomas la kampintenso  $H$  (mezurata per A/m). La koeficiento  $Ls/A$  estas specifa konstanto de la medio, en kiu troviĝas la bobeno. Ĝi montriĝas egala al la permeablo. Do en ĉi tiu kazo  $\mu = Ls/A$  aŭ  $L = \mu A/s$  kaj  $B = \mu H$ . Ĉar oni mezuras  $B$  per V.sek/m<sup>2</sup> kaj  $H$  per A/m, la mezuro de  $\mu$  estas V.sek/A.m. Anstataŭ V.sek/A oni skribas ankaŭ *henrio* (H), do eventuale la unuo por  $\mu$  estas H/m.

<sup>1)</sup> aŭ *memindukto*.

Laŭ simila maniero Cornelius traktas la homogenan elektran kampon. Li identigas la ŝargon  $Q$  (kulomboj aŭ A.sek) kun la elektra flukso  $\Psi$  (raciigo!) kaj derivas la formulon  $D = \epsilon E$  el  $Q = CU$ ;  $D$  reprezentas la elektran fluksdenso (A.sek/m<sup>2</sup>),  $E$  la elektran kampintenso (V/m) kaj  $\epsilon$  (A.sek/V.m aŭ F/m) la t.n. dielektrikan konstanton. (Ĉi lastan ni povus nomi ankaŭ „*permitivo*” por havi terminon analogian al *permeablo*; anglalingve *permittivity* kaj *permeability*).

Ĉe vakuo la permeablo estas nomata *induktokostanto* (simbolo  $\mu_0$ ) kaj la absoluta dielektrika konstanto (simbolo  $\epsilon_0$ ) ricevis la nomon *influenckostanto*. Tre ofte oni aplikas tiujn konstantojn ankaŭ kiam la medio estas aero, ĉar laŭgrade la permeablo de la aero apenaŭ diferencas de la induktokostanto kaj ankaŭ la dielektrika konstanto de la aero estas preskaŭ same granda kiel la influenkostanto. Plue oni enkondukis relativajn permeablon  $\mu_r$  kaj dielektrikan konstanton  $\epsilon_r$ , kiuj estas sendimensiaj faktoroj, tiel ke  $\mu = \mu_r \mu_0$  kaj  $\epsilon = \epsilon_r \epsilon_0$ . La valorojn de la relativaj mediaj materialoj oni trovas en tabeloj. La influenkostanto  $\epsilon_0 = 8,856 \cdot 10^{-12}$  F/m kaj la induktokostanto  $\mu_0 = 1,256 \cdot 10^{-6}$  H/m estas rigardeblaj kiel naturkonstantoj.

#### La naturkonstantoj $\epsilon_0$ kaj $\mu_0$ kaj la lumrapido.

Ni imagu du ebenajn lamenojn, kiuj estas paralelaj. Iliaj larĝoj  $b$  kaj interdistanco  $d$  estu ekstreme malgrandaj kompare al ilia longo  $s$ . La tutajon ni povas rigardi kiel kapacitajn, kies kapacito estas  $C = \epsilon_0 sb/d$ . Sed ni povas la du platajn ankaŭ imagi unurolva bobeno, kies induktanco estas  $L = \mu_0 sd/b$ . El ambaŭ formuloj sekvas:  $CL = \epsilon_0 \mu_0 / s^2 \dots \dots \dots$  (1).

Ĉe la komenco de la platoj inter ili ekzistu elektra tensio  $U$ , kiu ŝargas la kapacitajn. Tio daŭros iom da tempo. Se dum tempo  $t$  la ŝargo per konstanta rapido fluas ĝis ĝi fine atingas la kvanton  $Q$ , ni povas skribi:  $I = Q/t = CU/t = (C/s) \cdot (Us/t) = CUv/s \dots \dots \dots$  (2)

Pro la fluanta elektro magnetata flukso kreskas laŭlonge de la spaco inter la lamenoj. Do  $U = LI/t = (L/s) \cdot (Is/t) = Llv/s \dots \dots \dots$  (3)

El (2) kaj (3) sekvas  $v^2 = s^2/CL$ . Tio havigas per (1):  $v^2 = 1/\epsilon_0 \mu_0$  aŭ  $v = (\epsilon_0 \mu_0)^{-1/2}$ . Kalkulo de la radiko donas  $v = 3 \cdot 10^8$  m/sek. Tio estas la lumrapido  $c$ , do  $\epsilon_0 \mu_0 c^2 = 1$ .

La nombro da unuoj, per kiu oni mezuras  $\mu_0$ , dependas de la *grandeco* de tiuj unuoj. Koncerne la deziron esprimi ĉiujn elektrajn grandojn en voltoj kaj amperoj ni do ne forgesu ĉe la ĉi suba teksto ke oni difinis la *volton* kaj la *amperon* antaŭ la starigo de la m.k.s.-sistemo kaj ke tiu sistemo poste adoptis ilin.

Ni konsideru longan solenoidon, tra kiu fluas kurento  $I$  (amperoj) kaj kies longo estas  $s$  (centimetroj) kaj kies nombro da volvoj estas  $n$ . Ĝia fluksdenso en e.m.u. estas  $B = 0,4\pi In/s \dots$  *gaŭsoj* ( $\mu = 1$ ). Ĉar unu *gaŭso* =  $10^{-4}$  V.sek/m<sup>2</sup>,  $B = 4\pi \cdot 10^{-7} In/s \dots$  V.sek/m<sup>2</sup> ( $s$ : metroj). En la raciigita m.k.s.-sistemo  $B = \mu_0 In/s \dots$  V.sek/m<sup>2</sup>, do  $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$  V.sek/A.m =  $1,256 \cdot 10^{-6}$  V.sek/A.m.



Due ni konsideru duplatan kapacitajon kun platareo  $A$  (cm<sup>2</sup>) kaj interdistanco  $s$  (cm). Ĝia kapacito estas  $C = A/4\pi s \dots$  e.s.u. ( $\epsilon = 1$ ).

Unu e.s.u. =  $1/9 \cdot 10^{11}$  faradoj ( $A$ : kv.metroj,  $s$ : metroj). En la raciigita m.k.s.-sistemo:  $C = \epsilon_0 A/s \dots$  faradoj. Do  $\epsilon_0 = 1/9 \cdot 10^9 \cdot 4\pi$  faradoj/metro. Laŭ difino 1 farado = 1 kulombo/volto = 1 A.sek/V kaj la lumrapido  $c = 3 \cdot 10^8$  m/sek. Por la nombro el  $c$  ni skribu  $\hat{c}$ , do  $\hat{c} = 3 \cdot 10^8$ .

Sekve el tio  $\epsilon_0 = 10^7/4\pi \hat{c}^2$  A.sek/V.m. Do denove montriĝas ke  $\epsilon_0 \mu_0 = 1/\hat{c}^2 \text{sek}^2/\text{m}^2$  aŭ

$$\epsilon_0 \cdot \mu_0 \cdot c^2 = 1$$

Eble iu, vidante ke la nombra valoro de  $\mu_0$  estas precize egala al dek-milionono de  $4\pi$ , konkludas ke tiu konstanto, kaj same  $\epsilon_0$ , tamen estas aposterioraj koeficientoj, en kiuj oni sagace kaŝkolektis faktorojn  $4\pi$  kaj  $10^9$  kaj la nombron da unuoj de la lumrapido, trovitajn dise en c.g.s.-formuloj. Tiu konkludanto forgesis la ĉi supran averton.

La unuoj volto kaj ampero, kiuj nun trovis konvenan lokon en la m.k.s.-unuaro, estis jam tiel difinitaj ke la valoroj de  $\epsilon_0$  kaj  $\mu_0$  nun ja havas ĝuste tiujn frapajn nombrojn. Ĉiu naturkonstanto povas havi iun precizan nombron, se oni nur adapte elektas ĝiajn unuojn. Tion oni efektive faris pri volto kaj ampero. Ĉu tia elekto de unuoj okazis post aŭ antaŭ la difino de la naturkonstantoj estas principe egale.

### Finaj konsideroj.

La demando de elektra unuoj do koncernas ankaŭ la grandojn. Per la raciigo de formuloj kaj per la koncepto de  $\epsilon_0$  kaj  $\mu_0$  kiel naturkonstantoj (Pohl, Oberdorfer, Cornelius, Moon kaj Spencer) kelkaj grandoj aliĝis. Tial ekuzo de la raciigita m.k.s.-sistemo signifas akcepton de kelkaj grandoj kun modifita karaktero. Tio ĉefe validas por la grandoj de kampoj kaj kvankam pri ĉi tiu faceto de la unuara afero ankoraŭ diversaj opinioj interpuŝiĝas, pluraj aŭtoroj jam konvinkiĝis ke la raciigita m.k.s.-sistemo estas kontentiga kaj por teoriistoj kaj por praktikistoj.

Elektrofiziko ne estas izola fakto. Ĝi havas ligojn kun aliaj, i.a. tiuj de varmo kaj mekaniko. Ĉu tiuj terenoj estas adapteblaj al la m.k.s.-sistemo? Jam longe oni komprenas varmon unu el la formoj de energio. Multe uzataj unuoj estas *kalorio* kaj *BTU* (brita varmo-unuo), kiujn oni opinias konvenaj pro tio ke la specifa varmo de *akvo* estas mezurata per unu unuo de varmo, se oni uzas la temperaturskalon de *Celsius*, resp. *Fahrenheit*. Pri tio Moon kaj Spencer diras: „Sed la varmigo de akvo okupas multe malpli grandan lokon en la mondaj aferoj ol oni povas konkludi el legado de elementaj lernolibroj pri fiziko kaj kemio. En preskaŭ ĉiuj problemoj de termodinamiko, varmokondiĝo kaj sunradiado, vato kaj julo estas pli konvenaj ol kalorio. Se m.k.s.-unuoj esats uzataj, specifa varmo estas esprimita per

Kelkaj grandoj kaj iliaj mezuroj en la raciigita m.k.s.-sistemo.

Grando:	Mezuro:			c.g.s.
	simbolo:	nomo:	simbolo:	
longo, distanco	$s$	metro	$m$	$10^2$ cm
tempo	$t$	sekundo	sek	$10^3$ g
maso	$m$	kilogramo	kg	$10^5$ dinoj
forto	$F$	nevtono	N	$10^7$ ergoj
laboro, energio	$W$	julo	J	
potenco (povumo)	$P$	vato	W	
tensio	$U$	volto	V	$1/3 \cdot 10^2$
kurento	$I$	ampero	A	$3 \cdot 10^9$
rezisto	$R$	omo	$\Omega = V/A$	$1/9 \cdot 10^{11}$
sargo, elektrokvanto	$Q$	kulombo	$C = A \cdot \text{sek}$	$3 \cdot 10^9$
elektra fluksio	$\Psi$	farado	$F = A \cdot \text{sek}/V$	$12\pi \cdot 10^9$
kapacito	$C$	kulombo/kv.metro	$C/m^2 = A \cdot \text{sek}/m^2$	$9 \cdot 10^{11}$
elektra fluksdenso	$D$	volto/metro	V/m	$12\pi \cdot 10^5$
elektra kampintenso	$E$	vebero	$Wb = V \cdot \text{sek}$	$1/3 \cdot 10^4$
magneta fluksio	$\Phi$	henrio	$H = V \cdot \text{sek}/A$	$1/3 \cdot 10^2$
induktanco, memindukto	$L$	vebero/kv.metro	$Wb/m^2 = V \cdot \text{sek}/m^2$	$1/9 \cdot 10^{11}$
magneta fluksdenso	$B$	ampero/metro	A/m	$1/3 \cdot 10^8$
magneta kampintenso	$H$			$12\pi \cdot 10^7$
influenckonstanto	$\epsilon_0$	$8,856 \cdot 10^{-12}$ F/m	$10^7/4\pi \hat{c}^2$ A.sek/V.m	1
induktokonstanto	$\mu_0$	$1,256 \cdot 10^{-6}$ H/m	$4\pi/10^7$ V.sek/A.m	$1/c^2$
lumrapido	$c$	$3 \cdot 10^8$ m/sek		1

juloj je kilogramgrado kaj varmokondukivo per vatoj je metrogrado, kiel dum multaj jaroj estas farate de praktikaj elektroteknikistoj."

(Cetere Oberdorfer opinias ke en la varmscienco estas preferinda nova temperaturunuado adaptita al la m.k.s.-unuaro kaj bazita sur la partiklo-teorio de varmo, ekz. „clausius” (Cl) = 1 julo/10<sup>24</sup> partikloj).

Ĉu en (elektro)mekanikaj aferoj oni uzos la *nevtanon* anstataŭ *kg-forto*, al kiu oni tiom kutimiĝis en kelkaj landoj, aŭ *pound* en la anglalingva mondo, estas ankoraŭ duba. Sed tiuj, kiuj uzas la *dinon* en teoria laboro, povas suzpozinde apliki ankaŭ la *nevtanon*. Kaj do pezo, konceptata kiel gravita forto, estu en m.k.s.-sistemo mezurata per nevtanoj. Oni povas sin demandi ĉu anstataŭigo de pezo per maso en multaj formuloj ne estas preferinda. La nocio pezo ofte estigis konfuziĝon. Moon kaj Spencer asertas: „pezo estas nocio, kiu devus esti neniam elpensita”.

Kelkaj opinias ke studanto lernu diversajn unuarojn por ke li lertiĝu pri ĉiuj kaj ĉiufoje uzu tiun, kiu estas plej konvena en la koncerna kazo. Moon kaj Spencer atentigas ke tiu opinio „ŝajnas pretervidi la vere gravan demandon de prikvanita konsiderado, kiun oni povas apenaŭ fari sen ia speco de *familiaraj* unuoj. Konsiderado kaj kalkulado ĉiam okazas en la familia unuaro.”

Eble iuj trovas la m.k.s.-unuaron ne sufiĉe taŭga. Sas kaj Pidduck diras: „Se ni trovas ion kritikindan en la m.k.s.-unuaro, memoru ke ni ne serĉas perfektan. Nia intenco estas pledi por jam marŝanta afero, ne prokrastigi ĝian ĝeneralan akceptiĝon per troa precizemo.”

Oni sin demandu ĉu la nova sistemo ebligas pli simplan konceptadon de la elektraj fenomenoj. Pli simpla prezento indas nian atenton, eĉ se nur pro la tempo, kiun studentoj gajnas per tio ke ili pli baldaŭ akiras la deziratan kvanton da sciaĵoj kaj pro la pli facila memorado. Prava estas la vidpunkto de Cornelius: „Ni kredas ke konvenatempe estas same fruktedone liberigi homan menson de superflua balasto, ol ĉiam peliĝi per spiroraba rapido al novaj specialismaj sciaĵoj.”

#### Bibliografio.

P. Cornelius: *Korte samenvatting der electriciteitsleer*, Amsterdam, 1948.

A. C. J. de Lang: *Algemene grondslagen der electrotechniek*, Rotterdam, 's Gravenhage, 1950.

G. Oberdorfer: *Das natürliche Maßsystem*, Vieno, 1949.

R. W. Pohl: *Einführung in die Elektrizitätslehre*, Berlin, Göttingen, 1949.

R. K. Sas kaj F. B. Pidduck: *The metre-kilogram-second system of electrical units*, Londono, 1947.

Nederlandaj normfolioj V 950, V 1221 ... V 1224 („Het praktische maatstelsel”).

P. Cornelius: *Electrotechniek* 28 (1950) 454, 473; (komentoj: 29 (1951) 29, 88).

P. Moon kaj D. E. Spencer: *American J. Physics* 16 (1948) 25.

De inĝ. R. Haferkorn la redakcio ricevis malpli grandan artikolon pri la sama temo. Sekvu ĉi tie nur lia bibliografio:

G. Giorgi: *Mémorandum sur le système MKS d'unités pratiques*, — *Commission Électrotechnique Internationale*, London 1934.

A. E. Kennelly: *IEC Adopts MKS System of Units*, — *Electr. Engng.* 1935, 1373.

G. Giorgi: *La métrologie électrique nouvelle et la construction du système électrotechnique absolu M.K.S.* — *Revue Gén. d'Électr.* 42 (1937), 99.

W. de Groot: *Die Entstehungsgeschichte des Giorgi-Systems der elektrischen Einheiten*. — *Philips Techn. Rundschau* 1948, 54.

P. Cornelius: *Kurze Zusammenfassung der Elektrizitätslehre. Eine Einführung des rationalisierten Giorgischen Maßsystems*. — Wien, Springer Verlag, 1951.

**Rimarko de la Redaktoro.** — Mi ne estas elektristo, sed tamen volas esprimi opinion pri kelkaj proponoj. Por la unuo „Newton” mi nun jam legis tre multajn proponojn: *newton*, *nevtano*, *neŭtono*, *njutono*, *nutono*, *niŭtono*. Kvankam la nomo de Isaac Newton estas kvazaŭ la patrino de ĉi tiu termino, oni neniel bezonas sklave imiti ĝin. Ni jam havas: Joule-julo; Angström-anstromo; Faraday-farado (ĉu ankaŭ jam: faradeo?); Volta-volto, Gauss-gaŭso; Watt-vato; Ohm-omo. En la naciaj lingvoj oni eĉ inversigis la nomon de Ohm kaj uzas la unuon Mho por mezuri kondukivon!

Mi konkludas: vorto kun „w” ne taŭgas. La de pluraj samideanoj preferata „nevtano” pro prononcaj kialoj ankaŭ ne taŭgas: korekta prononco de *v* antaŭ *t* estas tiel malfacila, ke sendube la prononco de la vorto „nevtano” tuj degenerus al „neŭtono”; per tio la propono estas kondamnita. Restas la ceteraj. Ni havas nenian kaŭzon ĉi tie enkonduki vorton kun „iŭ”, kvankam mi ne pretendas ke tia kombino ne estas permesebla. El la restantaj la formo „nutono” estas la plej simpla, kaj laŭ mi preferinda; ĝi ankaŭ estas konforma al usona prononco. La formo „njutono” estas konforma al la angla prononco, sed strangajo en Esperanto. *Neŭtono* havas la avantaĝon, ke laŭaspekte ĝi pli similas al la nacilingvaj terminoj, ke ĝi bone konvenas inter la esperanta vortaro, sed la malavantaĝon ke ĝi tro similas al „neŭtrono”. Persone mi do preferas la formon „nutono”; mia dua prefero estas „neŭtono”. Ĉiujn ceterajn mi trovas maltaŭgaj, precipe la formojn „nevtano” kaj „newton(o)”. Se ni povas transnisi München „Munkeno”, „Bournemouth „Bornmuto”, ktp., ni havas sufiĉe da libero ĉe la elekto de la nomoj de unuoj „derivitaj” de propraj nomoj.

Fine mi devas atentigi la legantojn ke eble ĉi tiu artikolo enhavas plurajn fakajn terminojn por nocioj por kiuj jam ekzistas pli bonaj terminoj, kreitaj de d-ro E. Wüster, elstara vortaristo Esperanta, elektristo kaj normigisto.

Por tio mi referencas al E. Wüster, Enciklopedia Vortaro. — IEC, Internacia Elektroteknika Vortaro. — E. Wüster, Sprachnormung in der Technik, pp. 320—322, 321a, ankaŭ 121, 125. — E. Wüster, „Pri la ĉefa termino de la elektromagneta fenomenologio (indukto, induko, indukajo)”, en Germana Esperantisto 1926 182.

Por kelkaj terminoj en la supra artikolo mi indikas terminojn de Wüster: henrio (henro); kapacitaĵo (ankaŭ: kondensilo, elektra indukilo); dielektrika konstanto, permutivo (elektra indukeco); permeablo (magneta indukeco); induktanco (indukto). Estante nefakulo, mi ne riskas diri pli pri ĉi tiu temo. Mi nur insistas ke la fakuloj studu la terminaron de Wüster, antaŭ ol enkonduki aliajn terminojn. Vidu ankaŭ Sc. R. 2 149-150.