

WSTĘP DO TERMODYNAMIKI.

Napisał H. Czopowski, inżynier.

(Ciąg dalszy do str. 406 w № 34 r. b.).

Wzory te dają się przedstawić również w postaci:

$$\sum_1^n (m_k \cdot t_k) = 0, \text{ lub } \sum_1^n (m_k \cdot c_k \cdot t_k) = 0;$$

umysły imaginacyjne, potrzebujące uzmysłowienia wzorów matematycznych, chętnie widzą w wyrazach ($m \cdot c \cdot t$) pewną ilość jakiejś substancji, a we wzorze: $\sum (m \cdot c \cdot t) = 0$ widzą niezniszczalność tej substancji.

Pogląd taki na istotę ciepła był za czasów BLACK'A ogólnie panującym w świecie fizyków, ciepło uważano jako substancję, której suma jest niezniszczalną.

Przeciwko takiemu pogładowi można najpierw zrobić zarzut, iż wzory powyższe nie są ściśle, lecz są tylko przybliżone, przeczą więc zasadniczemu pojęciu substancji, która ma być niezniszczalną.

Następnie, gdyby nawet wzory te były ściśle, to czyż jest to dostatecznym powodem, że suma pewnych wyrazów jest stałą, do przypuszczenia, że każdy oddzielny wyraz tej sumy przedstawia pewną ilość substancji; jest to tylko analogia do jednej z właściwości substancji, lecz nie można tej analogii brać za treść samego zjawiska. To ostatnie rozumowanie nie znalazło w swoim czasie uznania i pojmowanie substancjalne ciepła uporczywie trwało i zostało zarzucone dopiero wobec niemożliwości tłumaczenia zjawisk cieplnych, odkrywanych z biegiem czasu.

Ciepło jest ruchem cząstek materii, powiada więc następne pokolenie, chcąc w ten sposób uzmysłowić prawo równoważności energii kinetycznej z ilością wytworzonego przez tę energię ciepła. Lecz czyż takie wyjaśnienie, że ciepło jest ruchem cząstek, więcej nam mówi niż prawo MEYER'A, że pewna ilość kilogramometrów wytworzyć jest w stanie tyle a tyle ciepła.

Na pytanie więc: co mamy rozumieć pod ilością ciepła? możemy dać tylko jedną ścisłą odpowiedź: jest to iloczyn z trzech zmiennych wielkości, występujących w danym zjawisku, jest to iloczyn z trzech przystępnych dla pomiarów parametrów; wszelkie inne wyjaśnienia w tym względzie mogą być natury dydaktycznej, mające na celu uzmysłowienie danego pojęcia, lub też te wyjaśnienia będą natury metafizycznej i polegać będą na błędnym rozumowaniu; i tak: pojmowanie ilości ciepła jako substancji czy też ruchu może być pożytecznym przy uzmysławianiu sobie zjawisk, lecz jest błędnem i szkodliwym dla nauki, jeżeli przypiszemy takiemu pojmowaniu rzeczywiste znaczenie.

7. W rozwoju pojęć o cieple spotykamy najpierw pojęcie, które dzisiaj nazywamy temperaturą; względność i konwencyonalność tego pojęcia my dzisiaj widzimy, nie takim jednakże ono było dla badaczy pierwszej połowy XIX-go wieku. Przytoczyłem wyżej, iż ówczesni badacze¹⁾ poszukiwali jakiejś „absolutnej” temperatury, poszukiwali jakichś „właściwych” stopni ciepła — szukano ciała, któreby „równomiernie” rozszerzały się; lecz pojęcia takie są tylko abstrakcjami naszymi, którym chcemy nadać rzeczywistość. Uczeń ówczesni rozumieli, iż rozszerzalność ciał jest *tylko* względną miarą temperatury i wskutek tego poszukiwali jakiejś innej temperatury, która panuje tylko w umyśle i która jest abstrakcją.

Sposób takiego myślenia jest błędem, który przeplata się przez cały historyczny pochod myśli ludzkiej i po części trwa do dnia dzisiejszego, a prawdopodobnie trwać jeszcze będzie, chociaż uświadomieni już jesteśmy, że w takim rozumowaniu leży błąd.

Absolutny czas, absolutna przestrzeń, ruch równomierny, ruch absolutny i t. d. są to pojęcia, których rzeczywistości bezskutecznie poszukiwali i poszukują badacze, nie zwróciwszy uwagi, iż to czego poszukują, jest wytworem ich własnych fantazji.

Badanie podstaw i genezy tych pojęć jest to temat, który można traktować z różnych stron i który posiada głęboką literaturę; poruszę tutaj jedynie ten przedmiot z jednej strony, mianowicie ze strony, która dla wiedzy ścisłej jest zarazem jedyną, a która streszcza się w słowach I. B. STALLO²⁾:

„Niemą *absolutnych* fizycznych jakości; niema *absolutnej* materii; niema absolutnej fizycznej jednostki; niema absolutnej miary tak dla ilości, jak i dla właściwości; niema absolutnego ruchu — absolutnego spokoju; niema absolutnego czasu, absolutnej przestrzeni“.

Wobec takiej negacji zdolności umysłu naszego zapytamy się, co nam pozostaje, coż więc daje wiedza? Na to pytanie odpowiada POINCARÉ:

„To, co daje wiedza, nie jest znajomością *rzeczy samych w sobie*, lecz tylko znajomością *stosunków* pomiędzy rzeczami; poza tymi *stosunkami* niema rzeczywistości, którąbyśmy mogli poznać“³⁾.

8. Skąd jednakże w umyśle naszym powstają pojęcia, które nie znajdują swoich odpowiedników „w rzeczywistości“?

Na to pytanie odpowiem słowami MACH'A, iż „ludzie wogóle mają skłonność do hipostazyowania wytworzonych przez siebie pojęć abstrakcyjnych i do przypisywania im rzeczywistego bytu poza własną świadomością“, co zaś do pochodzenia tych pojęć powiada on: „przystępując do badań zjawisk cieplnych, posiadamy najpierw *wrażenie ciepła*, w następstwie czujemy się zmuszeni tę właściwość ciał cieplnych zastąpić przez *inną właściwość*. Te dwie właściwości (wrażeń i fizyczne) nie są jednakże do siebie równoległe; z tego więc powodu pierwotne nasze *wrażenie ciepła*, które już zostało zastąpione przez inną właściwość, pozostaje w umyśle naszym jako podstawa naszych pojęć“. W tej więc różnicy tych dwóch właściwości widzi E. MACH dążność do szukania oddzielnego bytu dla wprowadzonych symbolów.

W tejsze kwestyi powiada STALLO⁴⁾: „Metafizyczne pojmowanie jest próbą wyjaśnienia rzeczywistych stosunków o rzeczach, z pojęć jakie mamy o tychże rzeczach“. Jasne jest, iż podobne postępowanie nie może doprowadzić do żadnych wniosków zgodnych ze stosunkami, zachodzącymi w rzeczywistości.

9. Wszystkie zjawiska świata nas otaczającego możemy przedstawić w postaci maszyny, której wnętrzu jest dla nas zakryte, a jedynie widocznymi i przystępnymi są pewne jej części, pewne kółka, suwaki, pewne ciężarki, które się podnoszą lub opadają, następnie widzicie możemy pewne łożyska, które w pewnych warunkach zagrzewają się, inne znów ostygają, widzimy następnie, iż pewne części tej maszyny zderzają się, wydają iskry i t. p.

Obserwując taki kalejdoskop ruchów, zjawisk cieplnych elektrycznych, umysł ludzki zaczyna klasyfikować te zjawiska, następnie mierząc odległości np. dwóch oddalających się części maszyn, zauważy, że jedne ruchy prześcigają inne, z różnicy ich odległości dochodzi do miary prędkości. Badając w ten sposób *przystępne* dla nas przemiany (parametry), dojdziemy do pewnych zależności pomiędzy tymi parametrami

²⁾ I. B. Stallo: „Die Begriffe u. Theorien d. modernen Physik“, str. 188. Lipsk. 1901.

³⁾ H. Poincaré: „Wissenschaft u. Hypothese“, str. XIII.

⁴⁾ Str. 135 w dziele wyżej przytoczonym.

¹⁾ E. Mach: „Die Principien d. W.“, str. 49.

odkryjemy zależności które możemy ująć w formę matematyczną i przedstawić w postaci określonych funkcji tychże parametrów. Badanie takie, zastosowane do ruchów planet, daje nam prawa KEPLER'A.

Ścisłość i niewzruszoność tych ostatnich praw dała badaczom bodziec do szukania podobnych praw we wszystkich dziedzinach zjawisk świata fizycznego. Odkrycie matematycznej zależności pewnych *przystępnych dla naszych pomiarów* zmiennych jest zasługą astronomii, a zasługa ta jest nawet ważniejszą dla wiedzy, niż sama zawartość przedmiotowa tej nauki.

Zbadanie więc pewnego zjawiska z punktu fizycznego sprowadza się do określenia parametrów, jakie występują w danym zjawisku i do odnalezienia funkcji matematycznej, wiążącej te parametry w pewną wzajemną zależność.

Po odnalezieniu takiej funkcji przystąpimy do jej sprawdzenia z doświadczeniem i gdy okaże się, iż rezultaty rachunku oparte na przyjętej funkcji, zgodne są z rzeczywistością, powiemy najpierw o samym zjawisku, iż dla jego określenia wystarcza przyjęta ilość zmiennych (parametrów) i następnie powiemy, iż funkcja dana *odtwarza* nam przemiany, zgodne z rzeczywistością.

10. Lecz uchwycenie wszystkich zmiennych i wprowadzenie ich do rachunku nie zawsze się udaje; uchwytujemy najczęściej zmienne, które mają silniejszy wpływ na przebieg danego zjawiska i te tylko wprowadzamy do rachunku, będąc w ten sposób zmuszeni pominąć inne w danych warunkach niepostrzeżone zmienne; w ten sposób dochodzimy do funkcji, do praw, które są tylko zgodne z rzeczywistością w pewnym zakresie. W wielu razach odkryta funkcja jest tylko przybliżonym wyrazem funkcji ogólniejszej i w tym więc razie otrzymamy prawa również przybliżone.

11. Zdawałoby się, iż rozpatrując różne zjawiska, wprowadzimy do rachunku bezmierną ilość zmiennych i zestawimy bezmierną ilość funkcji — lecz tak nie jest! Zmienne, które obserwujemy, mają swoje pochodzenie w naszych zmysłach (jak np. uczucie ciepła i t. p.), ilość więc ich musi być ograniczoną i rzeczywiście operujemy jak dotychczas tylko wielkościami L, M, T_c, T_m , t. j. długością, masą, czasem i temperaturą¹⁾, przytem należy zauważyć, iż do mierzenia tych wielkości nie używamy już swych zmysłów, lecz *wzajemnych* stosunków pomiędzy temi wielkościami.

Następnie, rozpatrując funkcje tych zmiennych, wyrażające przebieg danego zjawiska, zauważymy, iż pewne z nich stale się powtarzają dla różnych zjawisk, lub też wartości ich, wyrażone w pewnych jednostkach, są równoważne. Wniosek taki daje nam możność wypisania nieraz bezpośrednio takich funkcji, t. j. funkcji, które powinny być zgodne z rzeczywistym przebiegiem danego zjawiska. Funkcje te czy też inaczej zwane prawami natury, wyrobiły sobie w dzisiejszej nauce taką powagę, że decydują one o możliwości lub niemożności przyjęcia nowych praw.

Jeżeli np. nowo odkryte prawo nie daje się podciągnąć pod jedno z takich przyjętych praw ogólnych, to samo zjawisko

stawia się w wątpliwość, lub też uważa się je za mało jeszcze zbadane. Gdy odkryto właściwość radu ciągłego wydzielania ciepła, wątpiono w to zjawisko; gdy zaś wątpliwość co do faktu została usunięta, szukano wyjaśnienia, nie porzucając bynajmniej samego prawa, któremu ono przeczy, to jest: zachowaniu energii.

12. Takich ogólnych praw, takich funkcji wylicza H. POINCARÉ¹⁾ sześć, a mianowicie:

1. Prawo zachowania energii.
2. Prawo obniżenia wartości energii (t. j. prawo CARNOT'A).
3. Prawo wzajemności działania — NEWTON'A.
4. Prawo niezależności zjawisk od badacza.
5. Prawo zachowania masy (LA VOISIER'A).
6. Prawo najmniejszego działania.

Prawa te są najwyższymi dotychczas znanymi uogólnieniami poszczególnych praw wszystkich zjawisk.

13. Ze względu na ważność tych praw, zatrzymam się chwilę nad nimi i zauważę najpierw, iż są one w swej treści rozrzucone i pod względem matematycznym jedne z nich są powtórzeniem drugich. Ścisłe streszczenie tych praw i nadanie im większej jednolitości da się skutecznie, wprowadzając pojęcie mechaniki HERTZ'A²⁾.

HERTZ buduje całą mechanikę na jednym jedynym ogólnym prawie, zaczerpniętym z doświadczenia. Prawo to streszcza on w następujący sposób:

„Każdy swobodny układ trwa w stanie spoczynku lub ruchu jednostajnego, wykonywając ten ruch po drodze geometrycznie najprostszej“³⁾.

Widzimy w tem prawie najpierw część prawa NEWTON'A o bezwładności materii, następnie prawo o najmniejszym działaniu GAUSS'A. Na podstawie powyższego prawa HERTZ buduje całą mechanikę LAGRANGE'A z wyprowadzeniem równania HAMILTON'A oraz pozostałych praw NEWTON'A. Choć prawo powyższe jest wyrażone w formie dającej się stosować pod względem matematycznym tylko do mechaniki ruchu, lecz nie nam nie przeszkodzi przenieść je pojęciowo do wszystkich innych zjawisk, tak jak to czynimy z obecnymi pojęciami mechaniki, a wtedy z powyższych praw przytoczonych przez POINCARÉ'GO: 1-e, 3-e i 6-e pomieści się w treści jednego prawa HERTZ'A; prawo 2-e nie mieści się w prawie HERTZ'A; prawo 4-te nie jest prawem, gdyż jest założeniem naszej metody badania, przyjmujemy bowiem zjawiska jako względnie nam się przedstawiające, odnosząc ilościowe ich znaczenia do nich samych, nie zaś do naszej wrażliwości; prawo 5-te zdaje się być rzeczywiście empiryczne i stoi ono odosobnione, lecz należy mieć nadzieję, że obecne badania i usiłowania traktowania masy jako przejawu energetycznego, pozwolą nam włączyć również to pojęcie do ogólnych pojęć mechaniki.

(C. d. n.)

¹⁾ H. Poincaré: „La valeur de la science“, str. 176.

²⁾ Heinrich Hertz: „Die Prinzipien der Mechanik“, str. 162.

³⁾ Hertz streszcza to prawo po łacinie: „Systema omne liberum perseverare in statu suo quiescendi vel movendi uniformiter in directissimum“.

¹⁾ Temperaturę, jako niezależną wielkość, możemy wyrugować zapomocą kinetycznej teorii ciepła, lecz takie pojmowanie jest dosyć wątpliwe a przytem w niczem nie zmienia wyżej wypowiedzianego.

Gospodarka szosowa za granicą.

(Dokończenie do str. 417 w № 35 r. b.).

VII. Francya. Szosy francuskie dzielą się na kilka kategorii. Pierwszą są t. zw. drogi *nacyonalne* (les routes nationales), łączące stolicę Francji z ważniejszymi miejscowościami prowincji i pogranicza oraz z portami i przedstawiające najgłówniejsze arterie komunikacyjne. Koszt utrzymania tych dróg całkowicie ponosi skarb państwa, a mianowicie Ministerium robót publicznych (Ministère des travaux publics). Zarząd techniczny stanowi specjalny Korpus inżynierów dróg i mostów (les ingénieurs des ponts et chaussées)¹⁾. Drugą kategorię stanowią t. zw. *szosy departamentowe* (les routes départementales), łączące miasta główne departamentów

lub ważniejsze ich miejscowości. Drogami temi zawiadują rady generalne departamentów (conseil général) jako organy samorządu, w granicach departamentu. Trzecią kategorię stanowią drogi t. zw. *miejscowe* (le chemins vicinaux), dzielące się znów na kilka typów: 1) drogi, łączące mniej lub więcej ważne punkty departamentu (chemins de grande communications), nazwijmy je powiatowymi; 2) drogi łączące główne punkty dwóch sąsiednich gmin (chemins d'intérêt commun), nazwijmy je gminnymi; 3) drogi wiejskie (chemins vicinaux ordinaires), leżące w granicach jednej gminy.

Drogi departamentalne i miejscowe utrzymywane są ze środków miejscowych i są w zawiadywaniu Rady Generalnej departamentu, przez to pod względem administracyjnym podlegają one Ministerium Spraw Wewnętrznych w kwe-

¹⁾ O Korpusie dróg i mostów we Francji podamy niebawem oddzielny artykuł. (Przyp. Red.)