Obliczenia i przyrządy — podstawowe narzędzia weryfikacji naszych hipotez i teorii naukowych. Powszechnie uznane za najbardziej żmudną i niewdzięczną stronę pracy przedstawicieli nauk ścisłych. Często wypowiada się pogląd, że przyrządy to domena bezmyślnych choć fachowych techników, a rachunki — równie bezmyślnie zaprogramowanych komputerów. Zapomina się przy tym zwykle, że konieczność uniknięcia zbyt złożonych obliczeń zmuszała w czasach przedkomputerowych do tworzenia zupełnie nowych metod rachunkowych, które często rewolucjonizowały całą gałąź nauki. Dość wspomnieć o zasadach wariacyjnych wymyślonych przez Hamiltona jedynie w celu ułatwienia rozwiązywania trudnych zadań z mechaniki. Jest też dosyć oczywiste, że bezmyślne posługiwanie się nawet najwspanialszymi przyrządami nie ma nic wspólnego z działalnością naukową. Czyż bowiem odkrylibyśmy kiedykolwiek planetę Pluton, gdybyśmy nie wiedzieli, że (i gdzie) należy jej szukać...
A neutrino nie zostawiające żadnego śladu w żadnej aparaturze? Bezmyślny komputer odrzuciłby wszelkie reakcje zainicjowane przezeń, jako niezrozumiałe fluktuacje — gdyby odpowiednia hipoteza nie wymagała istnienia takiej cząstki.
Postaramy się w tym numerze Delty przekonać Was, że walka z rachunkami i aparaturą nie musi wcale być nudną, rzemieślniczą pracą. Łatwo sobie wyobrazić, jak beznadziejną pracą jest np. obliczanie liczby $1000! = 1000 \cdot 999 \cdot 998 \cdot \ldots \cdot 3 \cdot 2 \cdot 1$. Jaką jednak frajdę musiał mieć Stirling, gdy odkrył, że z rozsądną dokładnością wystarczy posłużyć się wzorem

$$n! = \left(\frac{n}{e}\right)^n \sqrt{2\pi n}\left(1+\frac{1}{12n}+\frac{1}{288n^2}+\ldots\right).$$

A jak obliczyć pole powierzchni pod krzywą, której postaci funkcyjnej nie znamy?
Kratkować drobno powierzchnię i liczyć kratki, czy też przybliżać krzywą wielomianami? Nie! Z niezłą dokładnością otrzymamy żądany wynik wycinając powierzchnię nożyczkami i ważąc ją. Podobnie środek ciężkości nieregularnej figury płaskiej znajdziemy zawieszając ją (wraz z pionem) w dwóch różnych położeniach. Żmudne całkowanie wcale nie jest potrzebne.
Przedstawione proste przykłady i pomysły mają pewną wspólną cechę charakterystyczną dla wszelkiej przyrodniczej działalności naukowej. Otrzymane powyższymi metodami wyniki są mianowicie niedokładne, choć uzyskiwaną dokładność można wedle życzenia dowolnie zwiększać. I chociaż rozwiązania ścisłe, analityczne, mają często fundamentalne znaczenie teoretyczne, to jednak metody przybliżone są zupełnie wystarczające do opisania obserwowanych wybranych przez daną teorię aspektów rzeczywistości. Żadna bowiem skończona (a więc rozsądna) teoria nie może opisać ściśle żadnego rzeczywistego obiektu. Nie ma sensu opisywanie w ramach dynamiki Newtona, wpływu powstających odkształceń jabłka na jego ruch po desce. Odkształcenia te to przecież zupełnie inna (zresztą nie istniejąca) teoria. Nie mają więc też sensu zbyt dokładne pomiary i obliczenia parametrów owego ruchu.

W historii fizyki znane są przykłady stosowania, w celu uzyskania wyniku liczbowego, metod niezbyt poprawnych, czy nawet logicznie błędnych. Zaczął tę działalność sam Newton całkując i różniczkując tak, że dzisiejszemu matematykowi włosy się jeżą. Wyniki były jednak poprawne. Intuicja, czy też głębokie zrozumienie? Nikt nie wie, czy zagadnienie ruchu trzech i więcej ciał niebieskich ma jednoznaczne rozwiązanie. A jednak stosuje się tu pewne metody przybliżone nie wiedząc nawet, czy odpowiedni ciąg kolejnych przybliżeń ma w ogóle jakąś granicę. I znów wyniki są znakomite. Wreszcie elektrodynamika klasyczna uznana powszechnie za jedną z najdoskonalszych teorii.
A jednak... Rozważmy ruch ładunku elektrycznego w polu elektrostatycznym. Poruszający się ładunek wytwarza własne pole elektromagnetyczne i ruch odbywa się w polu sumarycznym. Własne pole może więc działać na ładunek hamując go lub przyspieszając, a przy okazji ładunek ten promieniuje — traci część swojego pola. A ponieważ elektryczne pole własne maleje ze wzrostem odległości od ładunku, jak $1/r$, więc dla $r \to 0$ owa siła samooddziaływania zmierza do nieskończoności. Co robić? Zapomnieć o elektrodynamice, czy o tej nieskończoności? Rzecz polega na tym, że w takim opisie podzieliliśmy formalnie energię własną cząstki obdarzonej ładunkiem na energię związaną z własnym polem elektrycznym oraz resztę, przy czym energia elektryczna okazała się nieskończona. Jest to oczywiście podział nieszczęśliwy, bowiem w doświadczeniu obserwuje się zawsze energię sumaryczną. Dopiero ona musi być skończona. Owa nieznana bliżej reszta musi więc być nieskończona tak, by suma była już porządna. Drżyjcie matematycy! Niestety dotychczas nie udało się zbudować formalizmu, w którym nie występowałby taki niezbyt rozsądny podział.
Na zakończenie jeszcze trochę o przyrządach. A mianowicie o pięknej i prostej metodzie otrzymywania bardzo dużych energii. Jak uzyskać energię powiedzmy 100 GeV dla zderzenia protonu z protonem. Energia w układzie odniesienia środka masy $E_{\text{śm}}$ wiąże się z energią w układzie laboratorium $E_{\text{lab}}$ przez przybliżony związek

$$E_{\text{śm}} \simeq \sqrt{2m_p E_{\text{lab}}},$$

gdzie $m_p$ to masa protonu wynosząca około 1 GeV. Tak więc w celu uzyskania $E_{\text{śm}} = 100$ GeV trzeba przyspieszyć protony do kolosalnej energii $E_{\text{lab}} = 5000$ GeV i zderzyć je z protonami spoczywającymi w laboratorium. Można jednak postąpić znacznie prościej i taniej. Wystarczą dwa akceleratory ustawione naprzeciw siebie i przyspieszające protony do energii 50 GeV. 50 GeV plus 50 GeV to przecież 100 GeV, a układ środka masy sam się zrobił. Prawda jakie to proste? Wystarczyło pomyśleć. No właśnie — pomyśleć. Mówiąc na wstępie o niewdzięcznej pracy rachunkowej i pomiarowej zapomnieliśmy wspomnieć o podstawowym przyrządzie i aparacie obliczeniowym. O naszym mózgu. Dzięki niemu beznadziejne rachunki mogą zmienić się w ciekawą pracę a żmudne nawet pomiary nabrać głębokiego sensu.