4. Uwagi końcowe

Na zakończenie wymienimy w telegraficznym skrócie kilka hasłowych przykładów. Interpretacje ich, w kontekście metody okrężnej, pozostawiamy bardziej zaawansowanym Czytelnikom w charakterze pożytecznego ćwiczenia. A oto zapowiedziane przykłady:

P10. Znajdowanie rozwiązań równań różniczkowych (transformata Fouriera, równanie algebraiczne, odwrotna transformata Fouriera (wzbogacona o teorię całek osobliwych)).

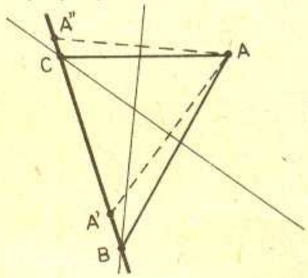
P11. Dowody istnienia rozwiązań równań różniczkowych (przestrzenie Sobolewa (Biesowa, inne), dowody dla rozwiązań uogólnionych, twierdzenia „o włożeniu" (Sobolewa, inne)).

P12. Obniżanie rzędu układu równań (układ równań Lagrange'a, inwolutywne przekształcenie Legendre'a, wspaniale symetryczny układ równań Hamiltona).

Na tym zakończymy prezentację zebranych przykładów w nadziei, iż stanowią one dostateczną ilustrację metody okrężnej.

Autorzy pragną wyrazić serdeczne podziękowania prof. Z.A. Melzakowi z University of British Columbia w Vancouver, Kanada, za jego uwagi na temat heurystyki matematycznej w ogóle, a w szczególności metody okrężnej, które były inspiracją do napisania niniejszego tekstu. Nazwa „metoda okrężna" jest próbą znalezienia polskiego odpowiednika dla angielskiego terminu *bypass* użytego w omawianym kontekście przez prof. Melzaka w jego interesującej książce pt. *Bypasses. A simple approach to complexity*, J. Wiley and Sons, 1983, do której odsyłamy Czytelników zainteresowanych rozwinięciem poruszonych tematów.

Rozwiązanie zadania M 543.
Niech A będzie danym wierzchołkiem. Przekształcając A przez symetrię względem każdej z danych dwusiecznych otrzymujemy punkty A' i A'', które leżą na prostej zawierającej bok trójkąta. W oczywisty sposób znajdujemy B i C.



Konstrukcja ta jest możliwa, jeśli dwusieczne dzielą płaszczyznę na kąty ostre.

Rozwiązanie zadania F 268.
Ocenę można łatwo przeprowadzić dla cząstek opuszczających słup ze średnią prędkością

$$v = \sqrt{\frac{3kT}{m}}$$

skierowaną prostopadle do powierzchni słupa. Pole magnetyczne w pobliżu powierzchni słupa (walca) wynosi

$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi R}.$$

W tym polu cząstki wylatujące z obszaru wysokiej temperatury będą poruszać się po okręgu, którego promień otrzymamy z relacji

$$\frac{mv^2}{r} = evB.$$

Stąd otrzymujemy

$$I = \frac{2\pi R}{\mu_0 e r}\sqrt{\frac{3kT}{m}} \approx 2 \cdot 10^5 \text{ A}.$$

Patrz w niebo

Fizyka cząstek elementarnych coraz częściej znakomicie wspomaga astronomię – nawet więcej: współczesna astronomia bez fizyki cząstek elementarnych nie mogłaby istnieć. Przecież choćby tak podstawowa sprawa, jak „dlaczego gwiazdy świecą", zawdzięcza swoje wyjaśnienie właśnie rozwojowi fizyki mikroświata. Korzyści w drugą stronę są zresztą też oczywiste, mianowicie to Wszechświat tu i ówdzie stwarza cząstkom elementarnym takie warunki, jakich fizycy długo jeszcze (albo i nigdy) nie wytworzą w żadnym laboratorium.

Astronomowie i fizycy są jednakowo zainteresowani neutrinami. Te znane od dawna cząstki są nadal tak tajemnicze, że nawet nie ma pewności, czy ich masa jest zerowa czy nie. A to ma ogromne znaczenie dla przyszłych losów Wszechświata. Gdyby masa neutrin była dostatecznie duża, to znaczyłoby, że gęstość Wszechświata jest większa niż nam się teraz wydaje, może nawet większa od krytycznej, tzn. obecne rozszerzanie się Wszechświata może kiedyś ustanie i zacznie się jego kurczenie. Tak więc masa neutrin może mieć znaczenie wręcz „ostateczne".

Ale ciekawych zagadnień nie trzeba szukać aż tak daleko. Nasze spokojne i poczciwe skądinąd Słońce kryje jeszcze niejedną zagadkę. Jak wiadomo, Słońce emituje mniej neutrin, niż należałoby oczekiwać na podstawie naszej aktualnej o nim wiedzy. Ogromna większość neutrin słonecznych powstaje w jednej z bocznych gałęzi reakcji proton-proton, w której produkowana jest głównie energia. Uważa się, że aby teoretyczny strumień neutrin był równy obserwowanemu, temperatura centralna Słońca powinna być nieco niższa niż to wynika ze współczesnych modeli gwiazdy. Tempo produkcji neutrin w owej bocznej gałęzi cyklu p–p jest, na szczęście, bardzo czułe na temperaturę, można więc uzgodnić je z obserwowanym strumieniem neutrin niewiele zmieniając tempo produkcji samej energii. I wszystko byłoby w porządku, gdyby znalazł się rozsądny powód, by temperaturę centralną obniżyć.

Otóż powód taki został zaproponowany. Amerykańscy fizycy, William Press i David Spergel, wysunęli hipotezę, że pewne cząstki przewidywane przez nie sprawdzone dotychczas teorie w rodzaju „wielkiej unifikacji" czy „supersymetrii" mogą rozwiązać ten problem. Cząstki te, zwane kosmionami lub wimpami (od *Weakly Interacting Massive Particles* – słabo oddziałujące masywne cząstki), obecne w Słońcu w ilości jedna na bilion innych, ułatwiałyby transport energii z wnętrza Słońca. W rezultacie Słońce mogłoby mieć obserwowaną moc przy nieco niższej temperaturze wnętrza i problem neutrin zostałby rozwiązany.

Oczywiście, to co tu powiedzieliśmy, jest niesłychanie gołosłowne i Czytelnik nadal nie wie, „jak jest naprawdę". Ale nie wiedzą tego również rozliczni specjaliści i zresztą nie w tym rzecz. Nierozstrzygniętych zagadek jest bez liku, a chciałem na przykładzie słonecznych neutrin pokazać, jak ważny i „interdyscyplinarny" może być marginesowy, zdawałoby się, problem pochodzący z naszego najbliższego otoczenia.

dr Tomasz KWAST