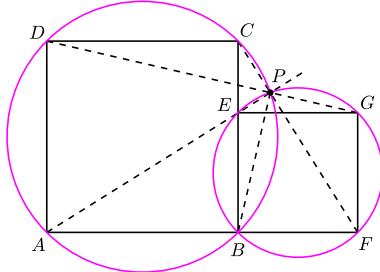


# Własny, wizualny detektor promieniowania jonizującego

Roman RODZEWICZ\*



**Rozwiązanie zadania M 1141.** Przyjmijmy, że okręgi opisane na kwadratach  $ABCD$  i  $EBFG$  przecinają się w punktach  $B$  i  $P$  (rys.). Wykażemy, że punkt  $P$  należy do każdej z prostych  $DG$ ,  $CF$  i  $AE$ .



Z równości  $\sphericalangle BPD = 90^\circ = \sphericalangle BPG$  wynika, że punkt  $P$  leży na odcinku  $DG$ . Z kolei z zależności  $\sphericalangle CPB = 135^\circ$  oraz  $\sphericalangle BPF = 45^\circ$  uzyskujemy, że punkt  $P$  leży na odcinku  $CF$ . Wreszcie na podstawie związków  $\sphericalangle EPB = 45^\circ = \sphericalangle APB$  wnioskujemy, że punkt  $P$  leży na prostej  $AE$ .



**Rozwiązanie zadania M 1142.** Podstawiając do danej zależności  $y = -x$ , otrzymujemy  $f(f(x) - x) = 2f(0)$ . Funkcja  $f$  jest rosnąca, a więc różnowartościowa, skąd wynika, że  $f(x) - x$  jest funkcją stałą. Zatem  $f(x) = x + c$ , dla pewnej stałej rzeczywistej  $c$ .

Bezpośrednie sprawdzenie dowodzi, że każda funkcja  $f$  powyższej postaci spełnia podane warunki.



**Rozwiązanie zadania M 1143.** Niech  $A_1 A_2 \dots A_{20}$  będzie danym 20-kątem foremnym. Rozpatrzmy następujące cztery pięciokąty:  $A_i A_{i+4} A_{i+8} A_{i+12} A_{i+16}$  dla  $i = 1, 2, 3, 4$ . Każdy z tych pięciokątów jest pięciokątem foremnym. Ponieważ wybranych punktów jest dziewięć, więc pewne trzy z nich są wierzchołkami jednego z tych pięciokątów. Pozostaje zauważyć, że każde trzy wierzchołki pięciokąta foremnego są wierzchołkami trójkąta równoramiennego.

\* Uczeń LO im. M. Zaruskiego w Węgorzewie

Komora, którą zbudowałem, opiera się na schematach dwóch detektorów promieniowania jonizującego: komory mgłowej i komory Wilsona. Idea działania jest taka sama jak w przypadku owych komór, a mianowicie, wykorzystuję fakt kondensacji cząstek pary przesyconej na jonach. Jedyne, czym się różni moja komora od wcześniej wspomnianych, to sposób uzyskania pary przesyconej.

W komorze Wilsona uzyskiwana jest ona wskutek adiabatycznego rozprężania gazu, w komorze mgłowej na skutek dyfuzji gazu między zimnym dnem a ciepłą górą komory. Para przesycona w mojej komorze jest uzyskiwana przez schłodzenie pary suchej, przy adiabatycznym rozprężaniu jej do otoczenia o obniżonej temperaturze.

Całe urządzenie składa się (patrz schemat) z głównej komory o pojemności  $250 \text{ cm}^3$ , której dno stanowi chłodnica, odparowująca ciekły izobutan. Z dna komory wychodzą ponadto dwa przewody, jeden służący do obniżenia ciśnienia w komorze, drugi do wprowadzenia gazu, z którego powstaje para przesycona. Ważnym elementem komory jest niewielki zbiorniczek zawierający alkohol. W nim, przy zwiększonym ciśnieniu i temperaturze, powstaje sucha para alkoholowa, która po otwarciu zaworu gwałtownie wpływa do komory. W komorze panuje obniżone ciśnienie, co ma poprawić jakość adiabatycznego rozprężania, oraz obniżona temperatura, którą musiałem zastosować, z uwagi na to, iż przy niskim ciśnieniu gaz skrapla się w niższej temperaturze, a para przesycona powinna mieć temperaturę niższą od temperatury skraplania cieczy przy danym ciśnieniu.

Ważne jest, aby znaleźć odpowiednią temperaturę i ciśnienie, sprzyjające powstaniu pary przesyconej. Główną komorę stanowi prostopadłościenną pudełko szklane, którego ścianki są obklejone czarną taśmą nieprzepuszczającą światła. Ponadto znajdują się tam dwa okienka: jedno małe z boku, przez które komora jest oświetlana (dość silnie), drugie duże na górze, przez które oglądamy ślady cząstek. Dno komory stanowi chłodnica, którą wykonałem, zatapiając aluminiową rurkę w bloku ołowianym. Chłodnica od strony komory jest czarna i matowa. Działanie chłodnicy polega na odparowywaniu w niej ciekłego izobutanu. **Ważne jest, aby robić to na świeżym powietrzu lub rurkę odprowadzającą odparowany już gaz umieścić za oknem. W przeciwnym razie można się zatruć, bądź doprowadzić do wybuchu, bądź i jedno, i drugie.**

Komora z chłodnicą, podobnie jak ścianki komory, zostały połączone silikonem. Miejscem, gdzie powstaje sucha para alkoholowa, jest aluminiowy zbiorniczek zawierający gąbkę nasączoną etanolem. W zbiorniczku tym wytwarzane jest wysokie ciśnienie; aby powstała sucha para, trzeba zbiorniczek odpowiednio podgrzać. Otwarcie zaworu, znajdującego się pomiędzy zbiorniczkiem a komorą, powoduje gwałtowne rozprężenie adiabatyczne suchej pary do komory, w której panuje niska temperatura. Uzyskuje się w ten sposób przechłodzoną parę alkoholową, która jednak nie skrapla się z powodu braku ośrodków kondensacji, jakimi mogłyby być cząstki kurzu czy inne drobiny. Komora jest od nich wolna (bardzo ważne jest, aby ścianki komory i całe jej wnętrze było czyste). Do oświetlenia komory można z powodzeniem zastosować kilka białych diod LED.

Komorę uruchamia się w następujący sposób:

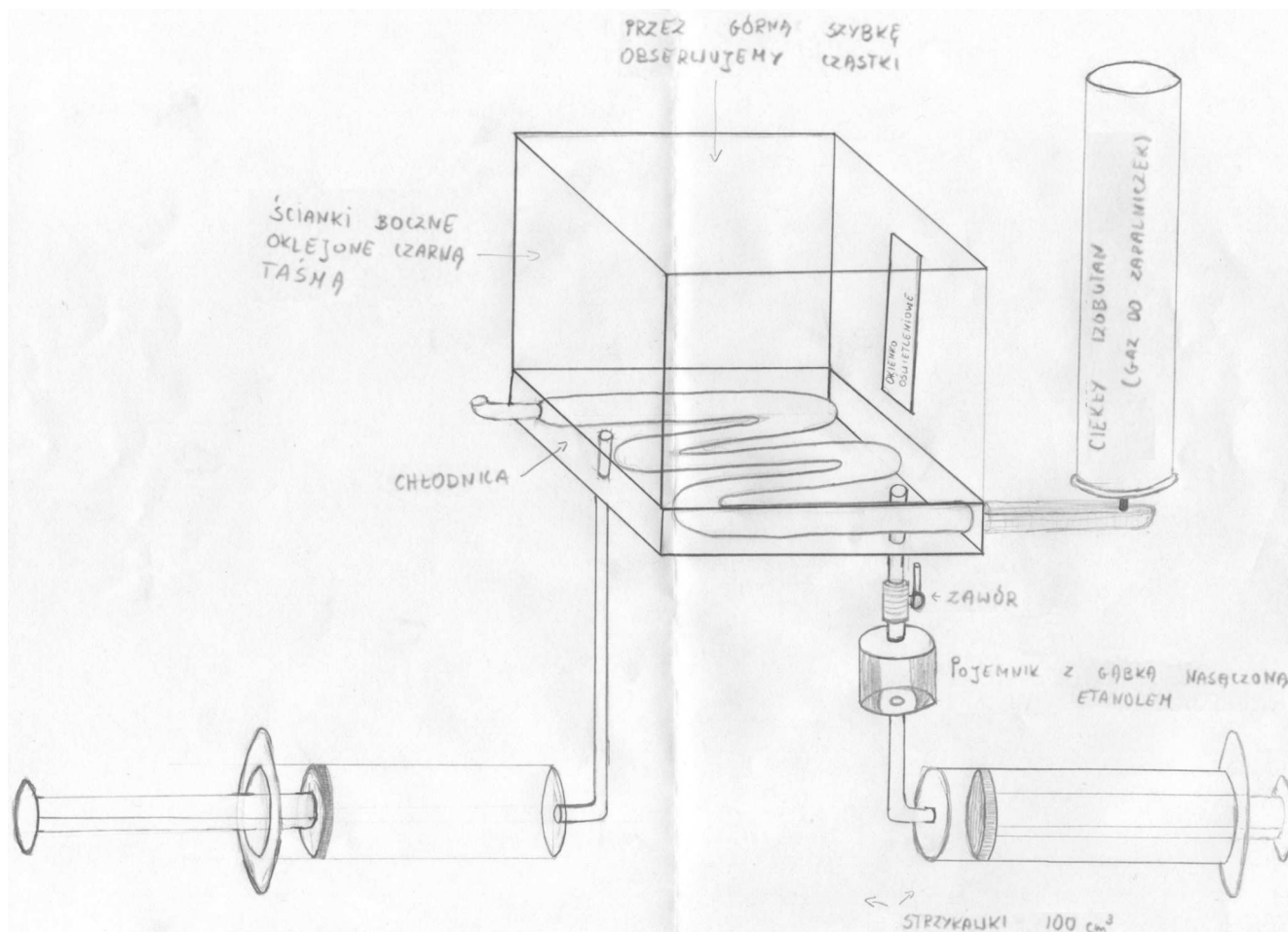
- najpierw schładza się ją powoli, odparowując izobutan w chłodnicy, trwa to niecałe 5 min;
- dużą strzykawką zwiększa się ciśnienie w zbiorniczku na alkohol (oczywiście, strzykawkę blokuje się, aby tłok nie zmieniał swego położenia);
- drugą strzykawką obniża się ciśnienie w komorze;
- następnie podgrzewa się zbiorniczek z alkoholem;
- w końcu gwałtownie odkręca się zawór między komorą a zbiorniczkiem na alkohol.



Przez bardzo krótką chwilę widać, jak przy wlocie oparów do komory pojawia się niewyraźna mgiełka, która po chwili znika. Możliwe, że powstaje ona na skutek jonizacji powietrza przechodzącego przez przewody. Teraz mamy chwilę (kilka minut) na to, aby coś zaobserwować. Jeśli mamy szczęście, to przez komorę przeleci jakaś cząstka promieniowania kosmicznego i ujrzymy biały ślad w komorze, który po chwili się rozmyje. Ja w swojej komorze zaobserwowałem takie zjawisko trzy razy. Ślady, które powstały, były dość krótkie i niewyraźne, ale wynikało to przede wszystkim z niedokładności wykonania komory, wielokrotnego jej rozbierania, oraz skraplania się sporej części pary przy wlocie do komory.

Rady: wewnątrz komory powinno być wolne od jakichkolwiek zanieczyszczeń, wszelkie zastosowane wężyki i rurki powinny być dość grube (6 mm – 9 mm średnicy). Oświetlenie komory powinno być intensywne. Jeśli chodzi o to, w jakim stopniu podgrzewać zbiornik z alkoholem i zwiększać w nim ciśnienie oraz zmniejszać je w komorze, to nie sposób tego opisać. Należy wykonać samemu kilka prób i zobaczyć, kiedy komora działa najlepiej. Komorę rozbierałem kilkakrotnie, wprowadzałem drobne poprawki i za każdym nowym złożeniem musiałem sterować wcześniej wymienionymi parametrami w inny sposób. Dla poprawienia sprawności komory można zamontować w jej wnętrzu dejonizator.

Moja komora nie jest cudem techniki i nie w pełni działa tak, jak sobie to wyobrażałem, ale coś jednak udało mi się w niej zaobserwować i z tego się bardzo cieszę. Planuję teraz budowę niewielkiego akceleratora liniowego, który miałby przyspieszać elektrony. Na razie nie wiem, po co mi on, ale fajnie coś takiego w domu mieć.



Odręczny szkic autora.