

I. Niewiedzka.

O wydajności odskoku β .

Sur le rendement du recul β .

Résumé.

J'ai étudié l'influence de la nature du récepteur et du substratum de la source sur le rendement du recul du *RaC*. La méthode différait en quelques points de celle adoptée par M-lle Muszkata¹⁾ et suivie ensuite, avec certaines modifications, par d'autres auteurs.²⁾ Dans mes expériences la distillation du dépôt actif, nécessaire à la préparation de la source du recul, se faisait dans un appareil séparé et la source était transportée ensuite dans l'appareil destiné à l'étude du recul. Cette précaution avait pour but d'éviter la contamination radioactive qui constitue une source d'erreur dans les déterminations du rendement du recul. L'appareil pour l'étude du recul était aménagé de manière à permettre plusieurs expositions successives des récepteurs différents, avec la même source. Généralement on faisait 4 expositions de 5 minutes, toutes à la température ordinaire; dans certaines expériences, l'un des disques récepteurs était maintenu à la température de l'air liquide, grâce à un dispositif auxiliaire qu'on pouvait facilement adapter à l'appareil. Pour déterminer le rendement on comparait l'activité de la source et des récepteurs dans la même chambre d'ionisation, mais à des instants différents et on en déduisait, par des procédés habituels, les quantités relatives de *RaB* sur la source et de *RaC* sur les récepteurs. Les résultats obtenus avec des sources et des récepteurs de nature différente sont résumés dans les tables I et II.

Table I. Récepteurs --- laiton.

Métal du substratum de la source	Aluminium	Laiton	Argent
Rendement en%	19.5	11.6	9.7

¹⁾ A. Muszkata, Journ. de Phys. (6) 2, 93, 1921.

²⁾ A. W. Barton, Phil. Mag. (7) 1, 835, 1926; 2, 1213, 1921; K. Donat et K. Philipp, ZS. f. Phys., 45, 512, 1927, Naturwiss., 22 Juin 1928; L. Wertenstein, C. R. 188, 1045, 1929.

Table II. Source -- aluminium.

Métal du récepteur	Al	Zn	laiton	Pb	Ni	Fe	Cu	Bi	Ag	Au
Rendement en %	11,2	16,5	16,4	19,4	24	25	28	32	51	62

Il est remarquable que l'ordre dans lequel les métaux se rangent suivant les rendements croissants est à peu près identique à celui dans lequel augmente leur électropositivité. On voit aussi que cet ordre est inverse à celui qu'on obtient en faisant varier la nature de la source, au lieu de celle du récepteur. Ce dernier fait s'interprète sans difficulté si on réfléchit qu'un métal qui exerce des forces d'adsorption puissantes sur les atomes de *RaC* doit empêcher leur libération de la surface s'il constitue la source et au contraire les fixer facilement s'il constitue le récepteur.

Toutes ces valeurs élevées du rendement ayant été obtenues avec des récepteurs maintenus à la température ambiante, il paraissait peu probable a priori que l'abaissement de la température pût amener une augmentation notable du rendement. Cette conclusion a été confirmée par des expériences, dans lesquelles un des disques était maintenu à la température de l'air liquide.

J'ai fait quelques expériences destinées à éclaircir la cause des petits rendements obtenus par Barton et Donat et Philipp. Ces auteurs ayant travaillé avec des expositions longues (de l'ordre de 1 heure), j'ai pensé d'abord que la source subit au cours du temps des changements des conditions superficielles qui conduisent à une fixation plus forte des atomes de *RaC*. Pour vérifier ce point, j'ai fait quelques séries des expositions espacées des intervalles de 15 minutes, mais les rendements obtenus sur les récepteurs successifs étaient sensiblement égaux, ce qui prouve que l'hypothèse du „vieillissement“ des sources doit être rejetée. D'autre part j'ai fait des expériences dans lesquelles je faisais varier la durée de l'exposition des différents récepteurs et j'ai trouvé que le rendement diminue notablement lorsque la durée de l'exposition augmente et dans les cas des expositions longues (env. 1 heure) est du même ordre que celui trouvé par les auteurs cités plus haut. Il n'y a donc pas de contradiction essentielle entre leur résultats et ceux obtenus par moi, mais il reste à expliquer à quoi est due cette diminution du rendement. Cette question fera l'objet des expériences ultérieures.

Manuscrit reçu le 23 janvier 1932.

Punktem wyjścia niniejszej pracy była rozbieżność między wynikami, dotyczącymi wydajności odskoku δ , otrzymanymi z jednej strony

przez Bartona¹⁾, Donata i Philippa²⁾, z drugiej strony przez Muszkatównę³⁾ i Wertensteina⁴⁾.

Przypomnieć tu należy, że wydajność odskoku β definiujemy, jako stosunek liczby atomów danego typu, opuszczających powierzchnię ciała stałego, na którym złożony jest ich pierwiastek macierzysty, ulegający przemianie β i schwytyanych na powierzchni innego ciała, t. zw. receptora, do połowy liczby atomów, powstających w tej przemianie. Podstawą tej definicji jest okoliczność, że tylko połowa liczby atomów zdobyć może w akcji rozpadu prędkość, skierowaną od powierzchni nazewnątrż. Możemy również mówić o wydajności w danym kącie bryłowym, rozumiejąc przez nią stosunek liczby atomów, wyrzuconych w obrębie tego kąta i schwytyanych przez receptor, do liczby atomów, zdobywających prędkości początkowe, których kierunki leżą wewnątrz tego samego kąta bryłowego. Ponieważ rozpad promieniotwórczy jest zjawiskiem izotropowym, ta ostatnia liczba tak się ma do całkowitej liczby powstających atomów, jak wielkość kąta bryłowego do 4π .

Pierwiastkami badanymi były RaC , powstający w przemianie β RaB (Muszkatówna, Barton, Wertenstein), oraz ThC , powstający w przemianie β ThB (Donat i Philipp).

Autorowie pierwszej wspomnianej grupy otrzymali, jako wydajność odskoku β , liczby wahające się od 0,02 do 0,06. Natomiast według Muszkatówny i Wertensteina wydajność waha się między 0,20 i 0,50. Ponadto Donat i Philipp twierdzą, że wydajność wzrasta do 0,3, jeżeli receptor oziębiony zostaje do temperatury ciekłego powietrza. Wertenstein nie potwierdza tego efektu; jest to zrozumiałe, gdyż w jego doświadczeniach wydajność jest już bardzo wysoka, gdy receptor posiada temperaturę pokojową. Natomiast Wertenstein znajduje, że wydajność zależy w wysokim stopniu od stanu powierzchni i natury chemicznej receptora i podłoża substancji macierzystej, którą dla skrócenia będę nazywała „źródłem“.

Rozbieżności te są tembardziej uderzające, gdy się zważy, że metodyka wszystkich wspomnianych prac jest w zasadzie jednakowa. Została ona opisana po raz pierwszy przez Muszkatównę i polega na sporządzaniu źródła przez destylację osadu promieniotwórczego, złożonego na blaszce platynowej zwykłą metodą aktywacji w radonie lub toronie. Znaczenie destylacji wynika stąd, że, jak to wyjaśniły doświadczenia Jędrzejowskiego, grupy atomów promieniotwórczych,

¹⁾ A. W. Barton, Phil. Mag. (7) 1, 835, 1926; 2, 1273, 1926.

²⁾ K. Donat i K. Philipp, ZS. f. Phys., 45, 512, 1927; Naturwiss. 22, VI, 1928.

³⁾ A. Muszkát, Phil. Mag. (6) 39, 690, 1920.

⁴⁾ L. Wertenstein, C. R. 188, 1045, 1929.

z których składa się osad radonu lub toronu, i które w wysokim stopniu hamują odskok β , zostają podczas destylacji rozbite na atomy i w tej postaci osiadają na źródle.

Poza wspomnianymi wspólnymi cechami istnieją jednak między wymienionymi pracami różnice, w których niewątpliwie szukać należy przyczyny otrzymanych różnych wyników. Jeżeli destylację wykonywamy w tem samem naczyniu, w którem następnie badamy odskok, to *RaB* (wzgl. *ThB*) nie osiada wyłącznie na źródle, choćby ono otaczało ze wszystkich stron blaszkę platynową, lecz ulega rozproszeniu, osiadając na ściankach naczynia. Ścianki te stają się dodatkowem źródłem odskoku β ; receptor ulega „infekcji promieniotwórczej“ w stopniu, który trudno uwzględnić w obliczeniu wydajności. Jasną jest rzeczą, że infekcja prowadzi do zbyt wysokiej wartości wydajności, toteż wysiłki *Bartona* oraz *Donata* i *Philippa* skierowane były ku uniknięciu tego źródła błędu. W tym celu autorowie ci przechowują receptor podczas destylacji w części naczynia, którą można oddzielić szczelnie od części, w której zachodzi destylacja; podczas ekspozycji zbliżają go do źródła tak, że razem z nim tworzy zamkniętą całość, do której nie mogą dostać się atomy, odrzucane przez ścianki. W metodzie tej receptor chwytą atomy, wyrzucone w kącie bryłowym, zbliżonym do 2π , jest to więc metoda wyznaczania wydajności całkowitej, gdy tymczasem w doświadczeniach *Muszkatówny* i *Wertensteina* receptor tworzy ze źródłem kąt bryłowy niewielki, zawierający kierunki zbliżone do normalnej powierzchni źródła; jest to więc metoda wyznaczania wydajności w danym kącie bryłowym. Jest rzeczą możliwą, że wydajność w kierunkach skośnych jest znacznie mniejsza, z powodu małej energii odskoku β , od wydajności w kierunku prostopadłym. Okoliczność ta może tłumaczyć częściowo wspomnianą różnicę wyników.

Inna różnica w technice doświadczalnej polega na tem, że *Barton* oraz *Donat* i *Philipp* wystawiali receptor na działanie odskoku w ciągu czasu długiego, rzędu godziny, gdy tymczasem w pracach, wykonywanych w Warszawie, czas ekspozycji nie przekraczał 10 minut.

Celem niniejszej pracy było, z jednej strony, rozwinięcie wyników, otrzymanych przez *Wertensteina*, z drugiej strony wyjaśnienie wspomnianej rozbieżności w sprawie wydajności odskoku β .

2. Metoda i opis aparatury.

Jak wspomniano wyżej, głównem źródłem błędu w badaniach nad odskokiem β jest infekcja promieniotwórcza, t. j. powstawanie, obok źródła głównego, źródeł wtórnych, z których dostaje się na receptor *RaC* w ilości, nie dającej się dokładnie obliczyć. *Barton* oraz *Donat* i *Philipp* unieszkodliwiają infekcję tem, że chronią receptor od źródeł

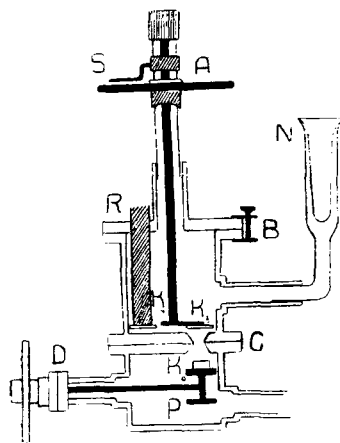
wtórnych. Ponieważ jednak źródła te powstają podczas destylacji, infekcji uniknąć można w sposób radykalny, sporządzając źródło, t. j. wykonywając destylację, w osobnym naczyniu, i przenosząc następnie to źródło do przyrządu, w którym badamy odskok. Wstępne doświadczenia Wertena okazały, że sposób ten nie powoduje zmniejszenia wydajności odskoku, chociaż podczas przenoszenia źródło styka się z powietrzem. Przyrząd do destylacji (rys. 1) składał się z rurki szklanej, zamykanej szlifowanym korkiem, w który włakowana była oprawka ebonitowa z dwoma prętami mosiężnymi, służącymi za elektrody. Do prętów przytwierdzano blaszkę platynową grubości 0,01 mm, szerokości 3 mm, całkowitej długości 20 mm, zagiętą dwa razy pod prostym kątem. Część środkowa była uprzednio z jednej dolnej strony pokryta RaB w ilości, równoważnej kilku milicurie, zapomocą zwykłego sposobu aktywacji w radonie. Nawprost blaszki, w odległości 1 mm pod jej stroną aktywną, znajdował się krążek metalowy średnicy 6 mm, który miał służyć za źródło odskoku. Po zamknięciu przyrządu i zrobieniu w nim próżni, ogrzewano blaszkę elektrycznie do temperatury, zbliżonej do $500^{\circ}C$, na przeciąg $\frac{1}{2}$ minuty, poczem otwierano przyrząd i krążek przenoszono do aparatu, w którym badano wydajność odskoku β .



Rys. 1.

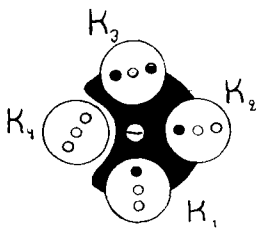
Aparat ten był skonstruowany tak, aby można było dokładnie ustalić początek i koniec ekspozycji, oraz skierowywać kolejno odskok z tego samego źródła, w tych samych warunkach, na kilka receptorów. Możliwość korzystania z tego samego źródła w kilku ekspozycjach jest koniecznym warunkiem porównawczego badania wpływu powierzchni receptora na

wydajność, gdyż mimo wszelkie starania, źródła identyczne, sporządzone w ten sam sposób, dają w tych samych warunkach wyniki zbliżone, niemniej wahające się w dość szerokich granicach. Aparat był zasadniczo przystosowany do badania czterech receptorów tego samego kształtu, w temperaturze pokojowej; zapomocą drobnej modyfikacji można było osiągnąć to, że jeden z receptorów pozostawał w temperaturze ciekłego powietrza. Rys. 2 przedstawia przekrój przyrządu z przystosowaniem do badania wpływu temperatury ciekłego powietrza. Przyrząd składa się z dwóch cylindrycznych naczyń mosiężnych, średnicy 65 mm. Pokrywa

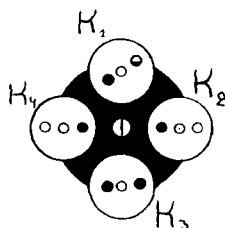


Rys. 2.

dolnego i dno górnego naczynia są doszlifowane do siebie i posiadają po jednym ekscentrycznie umieszczonym otworze średnicy 20 mm. Przez obrót szlifu C można sprawić, by otwory te nakładały się na siebie; w naczyniu dolnym umieszcza się krążek k_0 , grający rolę źródła, który za pomocą szlifu D możemy skierować na otwór lub odwrócić o 180° . W tem ostatniem położeniu przegroda p prawie całkowicie zamyka otwór, uniemożliwiając (jak okazało doświadczenie) przedostawanie się atomów rozproszonych na receptor. Górną część możemy oddzielić w razie potrzeby, za pomocą szlifu C . W części tej znajdują się receptory k_1, k_2, k_3 , krążki o średnicy 19,5 mm, przymocowane do wyciętej podstawy, przytwierdzonej do pręta. Receptor k_1 oziębiany jest przez nalanie ciepłego powietrza do rurki R , do której dna jest przytwierdzony. Za pomocą szlifu B ustawiamy kolejno receptory ponad otwór łączący obie części aparatu. W fazie początkowej naczynie górne jest oddzielone, źródło zaś skierowane nadół. Za pomocą rurki s , połączonej z pompą molekularną G a e d e g o, robimy próżnię w obu naczyniach (górne posiada urządzenie do ewakuacji niepokazane na rysunku), poczem odwracamy krążek k_0 do góry i zaczynamy ekspozycje. Każda ekspozycja trwa dokładnie 5 minut. Ponieważ obracanie wielkiego szlifu B jest niedogodne, a było konieczne tylko w doświadczeniach nad wpływem niskiej temperatury, w innych doświadczeniach rurka R została usunięta, a zamiast wyciętej podstawy (rys. 3) z 3 receptorami, wstawiono podstawę (rys. 4) z 4 krążkami. Krążki te nastawiano na otwór przez obrót małego szlifu szklanego A , kontrolowany za pomocą wskazówki S .



Rys. 3.



Rys. 4.

Ponieważ wydajność odskoku zależy w dużej mierze od stanu próżni przeto jest rzeczą konieczną mieć nad nią ciągłą kontrolę. Zastosowano w tym celu metodę opartą na zależności przewodnictwa cieplnego powietrza od stanu rozrzedzenia. Miarą tego przewodnictwa była prędkość parowania ciepłego powietrza w naczynku D e w a r a, przyłutowanem do górnego naczynia (N , rys. 2). Naczynko po napełnieniu ciepłym powietrzem zamykano korkiem gumowym, w który wstawiona była rurka, prowadząca do jednego z ramion manometru rtęciowego (rys. 5). Powyżej po-

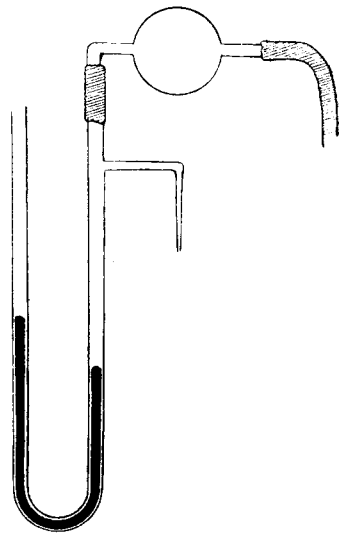
ziomu rtęci znajdowała się boczna rurka kapilarna, przez którą odpływało nazewnątrz powietrze, parujące w naczynku Dewara. Wewnątrz manometru wytwarzała się stała nadwyżka ciśnienia, proporcjonalna do prędkości parowania, a zatem do przewodnictwa cieplnego gazu między ściankami naczynka. Metoda ta okazała się bardzo czuła, gdyż pozwalała na natychmiastowe wykrycie pogorszenia się próżni. Urządzenie to było wycechowane zapomocą miarki Mac Leoda; zmianie ciśnienia o 1 bar odpowiadała zmiana ciśnienia w manometrze o 1 cm Hg.

3. Sposób wyznaczania wydajności.

Niech będzie ω kąt bryłowy, pod którym receptor widziany jest ze środka źródła, B_0 — liczba atomów RaB na źródle w chwili rozpoczęcia ekspozycji, C_1 — liczba atomów RaC w chwili — o t późniejszej — ukończenia ekspozycji. Wydajność r dana jest przez wzór

$$\frac{r}{r_0} = \frac{\omega}{4\pi C_1} \cdot \frac{B_0 b}{c - b} \left(\frac{e^{-bt} - e^{-ct}}{e^{-bt} - e^{-ct}} \right); (b, c \text{ — stałe promieniotwórcze } RaB \text{ i } RaC).$$

We wzorze tym zaniedbujemy ze względu na małe wymiary źródła okoliczność, że receptor tworzy różne kąty bryłowe z różnymi punktami powierzchni źródła. Ponieważ we wzorze występuje tylko stosunek B_0/C_1 , przeto absolutne wyznaczanie tych wielkości nie jest konieczne. Źródło jest zawsze wiele razy aktywniejsze od receptora, niemniej, w celu uniknięcia poprawek, pomiary aktywności wykonywamy w tem samym naczyniu jonizacyjnym, typu „do promieni α “, połączonym z elektrometrem i kwarcem piezoelektrycznym. Innymi słowy, porównujemy bezpośrednio ilości RaC na źródle i na receptorze. Ilość RaB na źródle wyliczamy, na podstawie krzywej rozpadu, otrzymanej doświadczalnie, zapomocą znanych wzorów¹⁾). Pomiary aktywności receptora wykonywane są natychmiast po wyjęciu z przyrządu, pomiary źródła w kilka godzin później, gdy promieniowanie RaC na źródle staje się porównywalne z promieniowaniem RaC na receptorze. Dla przykładu podaję typowe obliczenie wydajności.



Rys. 5.

¹⁾ p. np. L. Wertenstein. O analizie radioaktywnej, Sprawozd. T. N. W. 1916.

Doświadczenie z 28. X. 1930. Źródło — krążek glinowy, receptor — mosiądz. Ekspozycja — 5 minut. Funkcja $(e^{-bt} - e^{-ct}) : (c - b) = 9,88$, $\omega/4\pi = 0,0562$.

Ilość RaC na receptorze (w jednostkach względnych) w 30,5 min. po skończeniu ekspozycji — 3,558. Ilość RaC (C_1) w chwili skończenia ekspozycji — $3,558 e^{+6 \cdot 30,5} = 10,70$. „Aktywność“ Bb RaB na źródle w chwili 276,5 min. od początku ekspozycji — 0,065. „Aktywność“ — B_0b źródła (RaB) w chwili początkowej $0,065 \cdot e^{b \cdot 276,5} = 86,6$. $B_0b \cdot \omega/4\pi (e^{-bt} - e^{-ct}) : (c - b) = 86,6 \cdot 9,88 \cdot 0,0562 = 48$. Wydajność: $10,7/48 = 0,22$.

4. Doświadczenia i ich wyniki.

W pierwszej części mojej pracy badałam wpływ natury źródła i receptora na wydajność. W doświadczeniach, których celem było zbadanie wpływu natury źródła, używałam receptorów jednakowych, mianowicie krążków z mosiądzu, których powierzchnia była zdzierana na tokarni bezpośrednio przed ekspozycją. W trzech kolejnych doświadczeniach, użyłam, w charakterze źródła, świeżo staczanych krążków: glinowego, mosiężnego i srebrnego. Przeciętna wydajność na receptorach wynosiła odpowiednio: 0,195, 0,1165, 0,097.

W doświadczeniach, mających na celu wykazanie roli metalu receptora, używałam stale, jako źródła, krążka glinowego, dającego największą wydajność. Receptorami były świeżo staczane krążki z glinu, cynku, mosiądzu, ołowiu, niklu, żelaza, miedzi, bizmutu, srebra, złota. Nie były to metale chemicznie czyste: nabywane były w składach technicznych. Przeciętne wydajności r wyliczone z wielkiej liczby doświadczeń, zebrane są w tabelce I.

Tabelka I.

Metal	glin	cynk	mosiądz	olów	nikiel	żelazo	miedź	bizmut	srebro	złoto
r	0,112	0,165	0,164	0,194	0,24	0,25	0,28	0,32	0,51	0,62

Uszeregowanie metali według wzrastającej wydajności jest niemal identyczne z tem, jakie spotykamy w szeregu Volt'y. Na uwagę zasługuje także okoliczność, że metale, które dają większą wydajność, jako receptory, dają mniejszą wydajność, jako źródła. Całkowite wyjaśnienie zauważonych efektów wychodzi poza ramy niniejszej pracy; nasuwają się jednak pewne uwagi natury ogólnej. Energia kinetyczna atomów odskoku β jest niewielka; górną jej granicę możemy wyliczyć, zakładając podobnie, jak to czynimy w rozważaniach nad odskokiem β , że pęd atomu równy jest pędowi cząstki β , która wyrzucona jest w uważanej przemianie. Ponieważ prędkości cząstek β wahają się w szerokich

granicach, możemy ustalić tylko średnią wartość maksymalnej energii kinetycznej atomów odskoku; w przypadku atomów *RaC* jest ona rzędu wielkości 1,6 wolt-elektronów, a zatem rzędu wielkości energii wiązań chemicznych. Stąd wynika, że energia kinetyczna atomu, opuszczającego powierzchnię, która go przyciąga siłami chemicznymi lub adsorpcyjnymi, musi być mniejsza od owej energii maksymalnej a nawet zdarzyć się może, gdy siły te są znaczne, że część atomów nie będzie w stanie oderwać się od powierzchni. Im siły adsorpcyjne są większe, tem mniejszy ułamek atomów będzie zdolny je przewyciężyć, tem mniejsza będzie wydajność odskoku. Z drugiej strony, atomy odskoku, padające na receptor, zachowują się, ze względu na swą małą energję kinetyczną, jak atomy pary metalu (w danym przypadku *Bi*), i prawdopodobieństwo schwywania ich przez receptor jest tem większe, im większe są siły adsorpcyjne, wywierane na nie przez powierzchnię receptora. W ten sposób rozumiemy łatwo, dlaczego „dobry receptor jest złem źródłem i odwrotnie“. Natomiast w dzisiejszym stanie wiadomości o kondensacji par metali, nie mamy dosyć materiału do zrozumienia, dlaczego siły adsorpcyjne rosną w tym samym porządku, co potencjał elektrochemiczny.

Następna część pracy dotyczyła wpływu niskich temperatur na wydajność. W doświadczeniach, poświęconych temu zagadnieniu, jeden receptor był utrzymywany w temperaturze ciekłego powietrza, pozostałe — w temperaturze pokojowej. W jednej serii doświadczeń receptory były z mosiądzu, w innej — z bizmutu. Żadnego wyraźnego wpływu oziębienia nie dostrzegłam, co stoi w sprzeczności z wynikami *Donata* i *Philippa*, którzy otrzymywali 10-krotny wzrost wydajności na receptorze, oziębionym do temperatury ciekłego powietrza.

Wykonałam kilka doświadczeń, mających na celu wyjaśnienie rozbieżności między mojami wynikami, a wynikami *Donata* i *Philippa*; w doświadczeniach tych ograniczyłam się do sprawy wydajności w temperaturze normalnej. Nasuwała się myśl, że mała wydajność, jaką otrzymywali ci autorowie, stoi w związku z długością czasu ekspozycji. Można było np. przypuszczać, że w źródle zachodzą czasem pewne zmiany, wyrażające się we wzroście sił adsorpcyjnych, a zatem prowadzące do spadku wydajności. Celem sprawdzenia tego przypuszczenia, wykonywałam z tem samem źródłem 4 ekspozycje, jednak nie następujące bezpośrednio po sobie, lecz oddzielone odstępami 15 minutowej przerwy. Okazało się, że żadne regularne zmniejszenie wydajności nie zachodzi. Wobec tego wykonałam kilka seryj doświadczeń, w których ekspozycje następowały po sobie bezpośrednio, trwały jednak coraz dłużej (1, 5, 10, 25, 52 min.). Okazało się, że istotnie wydajność spada w sposób wybitny, gdy czas ekspozycji wzrasta. Ekspozycje najdłuższe dawały wydajność tego samego rzędu (0,015), co w doświadczeniach *Bartona*

oraz Donata i Philippa. Wynik ten jest o tyle zadowalający, że usuwa sprzeczność między moją pracą i pracami cytowanymi, natomiast jego interpretacja nasuwa poważne trudności. Jest rzeczą niezrozumiałą, dlaczego np. 4 kolejne ekspozycje 5-minutowe dają razem na 4-ech receptorach o wiele więcej RaC , niż jedna ekspozycja 20-minutowa na jednym receptorze. Do wyjaśnienia tej sprawy niezbędne są nowe doświadczenia.

Praca niniejsza została wykonana w pracowni radiologicznej im. Mirosława Kernbauma Towarzystwa Naukowego Warszawskiego. Kierownikowi pracowni, prof. dr. L. Wertensteinowi, składam serdeczne podziękowanie za wskazanie mi tematu i za wskazówki, udzielane mi w toku wykonywania pracy.

Rękopis otrzymany dn. 23 stycznia 1932.
