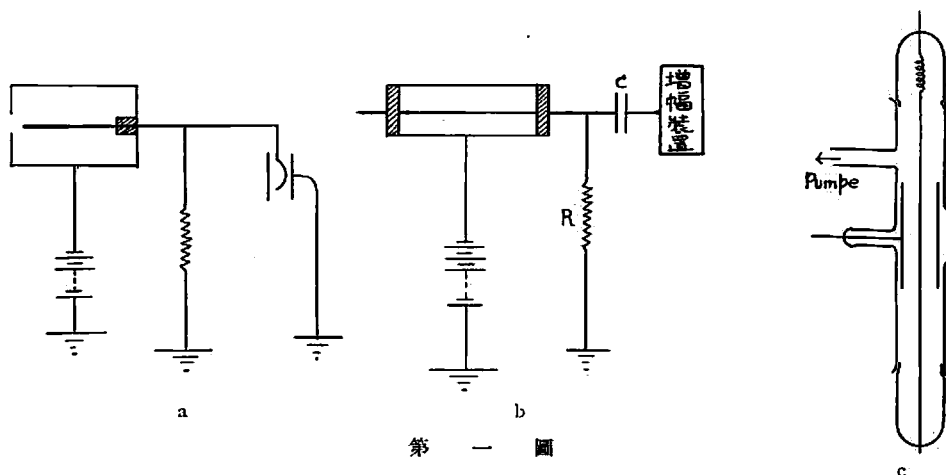


電子計數管に就て

井 街 仁

電子計數管には Spitzen 型 (第一圖 a), Zylinder 型 (第一圖 b), の2通りのものがあり, Spitzen 型のは常壓で測定が出来るので便利であるが, その有效容量が小であるために定量的測定には使用範囲が限られてゐる. 定量的測定には Zylinder 型 のものが多く用ひられ, 殊にこれを使用目的により色々に變型して例へば光電子計數管 (第一圖 c) 等が廣く使用せられ研究せられる様になつた.



第 一 圖

Zylinder 型の計數管, 所謂 Geiger-Müller 計數管^{1) 2)} によると, α 粒子, β 粒子, γ 線, X 線及び紫外線の光量子の測定に大變便利であり又簡單である. 唯使用に際して缺點としては, Resteffekt (dark rate) として, 測定せんとするもの以外より來る紫外線の影響, 放射物質の影響, 宇宙線, 地線による影響, 計數管の材料自身による影響, 更に又一つの放電が起つために起る影響等³⁾ があることである. そしてこの最後のものを除いた影響は計數管材料の吟味及び計數管全體を鐵及び鉛で被ふことによつて大部分避けることが出来るのであるが, 最後のものは内に入れた瓦斯の種類, 瓦斯の壓力等によつて種々異なるために測定のとくに一番困るものである.

結 線^{4) 5)}

結線は略圖(第一圖 b)に示せる如きものであるが, この時計數管に供給する高電壓は電池によるか, 又は交流電源によつたものを充分美しく整流し, 且つ安定な電壓でなければいけない. 又細線に結ばれた R は $10^9 \Omega$ 以上の液體抵抗, これに並列の c は $10^{-10} \sim 10^{-9}$ ファラッドのコンデンサーが必要である.

計 數 管

計數管の材料としては, その用途により色々の金屬が用ひられてゐる. 即ち Geiger 及び Müller^{1) 2)} は α -, β - 粒子測定に眞鍮, Ni を用ひ, Locher⁶⁾ は紫外線測定に Zn, Cd, Sn, Cu,

真鍮, Mg, Hg, Ag 等を用ひてゐる. 其他紫外線測定に於て感度を増すために, Cd, Zn の表面に Aniline 染料, 寫真感光剤等の膜を適當の厚さにぬるとか, 又酸化膜を使用せるものもある. 又錫の管を用ひて, これを N₂ 氣流中で表面にイオン状態の窒素を強く bombard すると,⁶⁾ 其直後數分間は可視部の光線にも感ずる様な管が出来る. 更に又アルカリ金屬の管を使用するならば相當長い波長の光にも敏感な計数管が出来るだらうと云はれてゐる. 又非金属物質⁶⁾ も陰極管として使用せられる. 即ち, 一般に膜が非常に薄いときは光電効果の影響は下地表面の性質をもつが, 厚いときは膜自身の性質であり, その中間のときはそれらと異つた特別の性質をもつものである.

次に計数管の大きさは陰極管が短いときにはその周辺に於ては鋭敏でないために, 管中の瓦斯壓及び供給電壓が定まつてゐるときには, ある大きさ以上の表面をもつ様なものでなければならぬ.^{8) 9) 10)}

陽 極 細 線

細線材料は, Cu, 鋼鐵, 白金, タングステン等が用ひられ, 表面は非常になめらかでなければいけない. 使用目的にしたがひ, 細線表面に酸化膜を作つて使用し, 又裸線で用ふ. そして或人は裸線では不可であると云ひ, 又酸化膜は不可であると云ふ人もある. 細線の直径は, 0.2mm 以下 0.02mm 程度のものが使用せられてゐる. そしてこれが小さくなるほど供給電壓は低くて間に合ふ様になるので小さい方は如何に小さなものでもよい.

放 電 機 構^{7) 9) 10)}

計数管に一定の紫外線, 又は放射物質より出る放射線をあてながら陰極に供給する電壓を上げて行くと, 電壓の或る價になると放電が始まり, この放電数は電壓を更に上げると共に増加する. そして更に電壓を高めても放電の数の増加しない部分があらはれる. この部分を "Spannungsunabhängiger Bereich" と云つてゐる. この "S. u. B." は管の大きさ, 細線の太さ, 封入瓦斯の種類及び壓力により色々異なる價をもつ. この "S. u. B." は細線が充分正しく圓筒の軸に沿つて張られてゐるほど廣い範圍のものとなる. 更に電壓を高めると放電は切れ目のない暈光放電になる. 測定は放電数が電壓によつて變らないこの "S. u. B." の電壓にて行ふ. 又測定に際し Resteffekt は圓筒材料により幾分異なるが大體其表面積 1cm² に對して 1/毎分 であり, これを 20cm の厚さの鐵で被ふと約 1/3 に減ずる. こゝで面白いことは r 線をあてたときに放電数や, Resteffekt が色々な物質に於て其物質の原子番號の増す程増加してゐると云ふこと⁹⁾ である.

今, 一つの放電が発生するためには, 計数管の電場の強さは, 光又は放射線が陰極表面にあたりそこに生ぜしめた光電子及び電子が加速され細線附近に於て瓦斯原子や, 分子をイオン化するに充分のエネルギーを得る様な強さの電場でなければならぬ. 即ちこの電壓が放電の初る電壓である. こゝで "S. u. B." の出来る原因を考へると, 圓筒内の電場に於て低い電壓では兩端の電場の弱い部分が大きいが電壓が増すと共にこの部分が次第に小さくなり, 更に電壓を上げて變化が少なくなつ時に "S. u. B." が出来るのである. 故にこの "S. u. B." のことを "Sättigungsbereich" と云つてゐる. そしてこのときには圓筒内の電場が全く zylindrisch 对称でなければならぬ. 若し細線が圓筒軸よりづれてゐるときには電場の分布が變つて來るため "S. u. B." が出来なくなるのである. しかしこの電場の亂れも小さなものであり且

つ規則正しいものであるときにはあまり悪影響は及ぼさない。³⁾

瓦斯の影響³⁾

瓦斯による影響は色々の瓦斯により實驗せられて居るが、明確な説明は未だ與へられてゐない。Bosche 一派の實驗では瓦斯が純粹であるときよりも何か他の瓦斯が混入したときの方が放電の切れがよいと云つて居り、又 Trost¹⁰⁾ は他の方面、即ち “Nachimpuls” 方面よりこの影響を研究したが、充分精製された瓦斯だけのときよりも、幾分アルコール、其他の蒸氣があるときの方が放電の切れがよいと云つてゐる。次に温度による影響を見ると、例へば水素³⁾ の場合には空氣のときよりも放電數が増す。しかしこれを液體空氣で -150°C 程度に冷却すると温度の下降と共に放電數は減じ、更に温度を上げると放電數は増す。そして酸素³⁾ のときにも同様の現象がある。窒素³⁾ はしかし水素、酸素と異つてゐる。即ち、窒素では温度が室温より -150°C までの間では温度の影響がない。そしてこれは稀有瓦斯と同じ性質をもつことを示してゐる。

以上のことは、陰極表面の氣體の吸着により説明すると割に簡単に説明出来る。即ち、吸着瓦斯層の安定さが計數管の安定さに重要な役割を示してゐると考へられる。アルコール添加の實驗及び酸素、水素等に於て計數管を熱しないときには電極表面にはアルコール、水、脂肪等の膜が出来てゐて “Nachentladung” が起りにくい。そして充分熱した時の計數管はこれらの膜が前の時の様な強固なものでないので室温でも可成の高い放電數をもつてゐる。又瓦斯膜は温度が下るにしたがつて強固になるので低温のときには放電數が少いのであらう。

又窒素が酸素、水素等と異つた性質をもつことは窒素は金屬との親和力が酸素や水素より小であり、したがつて瓦斯膜が疎狀であり “Nachentladung” を通しやすいためである。

永らく使用すると計數管が安定でなくなるのもやはり、放電により電極表面の吸着膜が追出され、その追出された瓦斯が再び全部は電極表面に吸着されずに、一部が容器壁及び絶縁部分に凝着され、電極表面の膜が強固さを減するためであると云はれてゐる。

以上放電機構及び瓦斯による影響は不充分、不備の點が多く、尙今後の實驗によるところが多い。

文 獻

- | | |
|--|---|
| 1) Geiger, H. u. Müller, <i>Phys. Z.</i> , 29, 839 (1928). | 9) Medicus, G., <i>Z. Physik</i> , 103, 76 (1936). |
| 2) <i>ibid.</i> , 30, 499 (1929). | 10) Trost, A. u. Stuggert, <i>Phys. Z.</i> , 36, 801 (1935). |
| 3) Christoff, W., <i>Ann. Physik</i> , 26, 145 (1936). | 其 他 |
| 4) Ramsey, W. E. & Lipman, M. R., <i>Rev. Sci. Instr.</i> , 6, 121 (1935). | Rideal, E. K., <i>J. Chem. Phys.</i> , 3, 150 (1935). |
| 5) Evans, R. D., <i>ibid.</i> , 5, 371 (1934). | Rayewsky, B., <i>Phys. Z.</i> , 32, 121 (1931); <i>Ann. Physik</i> , 20, 13 (1934). |
| 6) Locker, G. L., <i>Phys. Rev.</i> , 42, 525 (1932). | Andersen, E. B., <i>Z. Physik</i> , 98, 597 (1936). |
| 7) Christoff, W. u. Hanle, W., <i>Phys. Z.</i> , 34, 640 (1933). | Barnothy, J. & Foris, M., <i>Phys. Z.</i> , 37, 208 (1936). |
| 8) <i>ibid.</i> , 37, 266 (1936). | |