

외부전원의 영향을 받지 않는 빛전자관의 특성

최 문 필

위대한 령도자 김정일동지께서는 다음과 같이 교시하시였다.

《기초과학에 대한 근시안적인 관점을 버리고 기초과학연구에 계속 힘을 넣어 첨단과학기술을 비롯한 과학기술발전의 원리적, 방법론적기초를 튼튼히 다져나가야 합니다.》
(《김정일선집》 증보판 제22권 22페이지)

빛전기현상의 기본법칙들은 빛전자관의 전압-전류특성에 의하여 검증된다.[3] 그러나 외부전원이 없을 때 빛전자관과 측정회로로 흐르는 빛전류의 특성은 정전기학이나 직류전기회로의 기본법칙(키르히호프의 법칙)으로는 설명할수 없다.

론문에서는 빛전기현상의 검증에 리용되는 빛전자관측정회로의 특성을 외부전원과의 호상련관속에서 고찰하였다.

1. 실험적고찰

주어진 광원(수은등 또는 러광관을 리용하는 백열등)에서 빛전자관의 전압-전류특성은 가변저항을 통하여 두 전극의 전위차를 변화시키면서 연구한다.

빛전자관의 측정원리도와 전압-전류특성곡선은 그림 1과 같다.

상사식전류계대신 수자식전자 측정기구(《DT9208A》)를 리용하여 보임빛대역의 스펙트르를 가지는 빛전자방출재료(Cs-Sb)를 음극으로 하는 빛전자관(《1P39》)의 전압-전류특성에 대한 측정과정을 몇번 반복하면 수자식전자측정기구에서 전류측정단(mA 또는 μA 대역)이 파괴된다. 이와 같은 실험적사실로부터 상사식 또는 수자식측정수단을 리

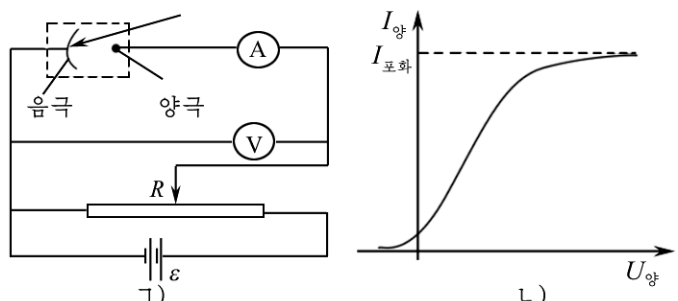


그림 1. 빛전자관의 측정원리도(㉠)와
전압-전류특성(㉡)

용하여 빛전자관의 전압-전류특성을 연구하는 측정원리를 구체적으로 분석하여야 한다는것을 알수 있다. 그것은 빛전자관의 전압-전류특성들이 광원과 빛전자방출재료(음극)의 종류에 관계없이 같은 모양을 가지며 외부전원의 영향을 받지 않는 상태($U_{\text{양}} = 0$)에서 빛전자관속으로 흐르는 빛전류는 적색한계파장이상의 빛에 의하여 음극으로부터 초기속도를 가지고 방출한 빛전자들이 양극으로 향하는 흐름으로서 빛전자관의 두 전극으로부터 그 어떤 정전기마당의 영향도 받지 않는다는것과 관련된다.[1, 2, 4]

2. 측정원리의 모의분석과 정성적검증

빛전자관에서 전압-전류특성의 측정원리도는 그림 2와 같다.

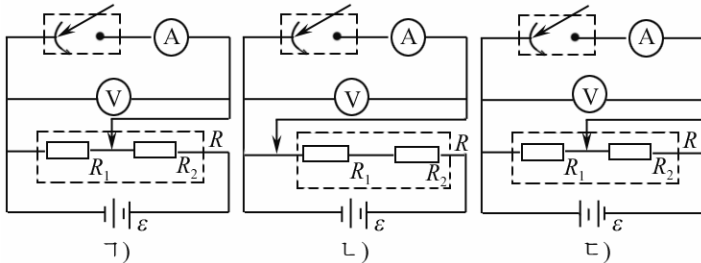


그림 2. 빛전자관에서 전압-전류특성의 측정원리도

ㄱ)-ㄷ)는 $U_{\phi} > 0, U_{\phi} = 0, U_{\phi} < 0$ 인 경우

적색한계파장이상의 빛을 빛전자관의 음극에 비추주면 빛전자방출이 일어나도 두 전극의 전위차는 령이라는것을 보여주고있다.

만일 음극으로부터 10^{-9} s의 지연시간을 가진 빛전자들의 련속적인 방출에 의하여 빛전자관의 두 전극에 무시할수 없는 전위차가 계속 유지된다면 전위가 같은 두 점에서의 전하흐름을 측정하는 전류계는 $U_{\phi} = 0$ 일 때에는 전위가 다른 두 점에 전류계가 직렬련결되어있다고 볼수 있다.

이와 같은 모의분석에 대한 정성적검증을 위하여 그림 2의 ㄷ)에서 백열등과 수자식전자측정기구의 직류전압측정단을 리용하여 빛이 입사하는 빛전자관의 두 전극에서 단자전압을 측정하였다. 직류전압 200mV대역에서 수십mV의 단자전압이 빛전자관의 두 전극에서 측정되었으며 측정시간에서는 변함이 없었다. 또한 고립된 빛전자관에 태양빛(비침도 50 000lx)을 비추주면 두 전극에서의 단자전압은 수V(2V이하)로 측정되며 빛전자관에 입사하는 태양빛의 비침도변화에 따라 두 전극의 단자전압은 변화되지만 주어진 비침도에서 측정시간에 단자전압의 변화가 없었다.

이로부터 외부전원의 영향을 받지 않는 상태에서 빛전자들의 련속적인 방출에 의하여 빛전자관의 두 전극에 무시할수 없는 전위차가 계속 유지된다는것을 알수 있다. 여기로부터 상사식전류계와 전류검출방법이 다른 수자식전자측정기구(전류측정단)를 리용하면 빛전자관에 전류계가 직렬련결되어있기때문에 전류측정단(mA 또는 μ A대역)으로는 한계이상의 정상전류가 흐르고있다고 볼수 있다.

3. 결 과 분 석

실험에 리용된 상사식전류계와 수자식전자측정기구에서 전류단의 내부저항을 실험적으로 평가하면 다음과 같다.

상사식전류계(《HLD-2》; 1~1 500 μ A)는 1 500, 150, 15 μ A대역에서 동일한 내부저항(80 Ω)을 가지고있지만 수자식전자측정기구에서 전류단의 내부저항은 200, 20mA, 20 μ A대

그림 2에서 보는바와 같이 R_1 과 R_2 는 $U_{\phi} > 0$ 또는 $U_{\phi} < 0$ 일 때 빛전자관의 두 전극에 작용하는 외부전원의 크기를 결정한다. 또한 $U_{\phi} = 0$ 일 때에는 빛전자관의 두 전극에 전류계가 가변저항이 없이 직렬련결되어있다. 이것은 $U_{\phi} = 0$ 일 때 빛전자관과 전류계로만 구성된 닫힌회로에서

역에서 각각 3.8, 12.7, 10k Ω 이다. 그리고 이론적으로 평가한 상사식전류계의 한계전류는 6mA이지만 수자식전자측정기구의 전류단에서 한계전류는 200, 20mA, 20 μ A대역에서 각각 150, 44mA, 50 μ A이다. 따라서 빛전자관에 적색한계파장이상의 빛이 입사하면 빛전자방출에 의하여 형성된 두 전극의 전위차에 의하여 직렬연결된 수자식전자측정기구의 전류단(mA 또는 μ A대역)으로는 맞닿이전류가 흐른다. 즉 20 μ A대역에서는 한계전류값(50 μ A)보다 큰 전류가 흐른다고 볼수 있다. 그러므로 수자식전자측정기구의 전류단을 리용하여 빛전자관의 전압-전류특성을 연구하자면 반드시 그림 3에서와 같이 보충저항을 리용하여야 한다.

스위치 k 는 $U_{\text{양}} = 0$ 일 때 단락시켜 수자식전자측정기구의 전류단으로 흐르는 전류를 대단히 작게 한다. 이때 $R_{\text{보}}$ 는 20 μ A대역의 내부저항보다 대단히 작을수록 좋다.

이와 같이 빛전자관의 전압-전류특성을 연구할 때는 반드시 빛전자방출에 의하여 외부전원의 영향을 받지 않는 빛전자관의 두 전극에서 측정되는 단자전압과 측정기구의 기술적특성을 고려하여야 한다.

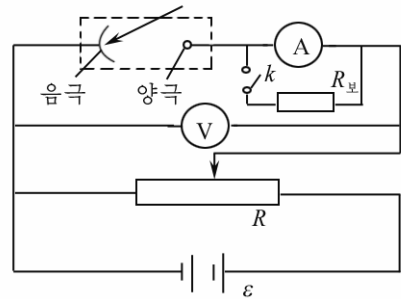


그림 3. $R_{\text{보}}$ 를 리용한 빛전자관의 전압-전류특성 측정원리도

맺 는 말

1) 외부전원의 영향을 받지 않는 상태의 빛전자관에 보임빛이 작용할 때 두 전극에는 10^{-9} s의 지연시간을 가진 빛전자방출에 의하여 무시할수 없는 전위차가 발생한다.

2) 수자식전자측정기구(전류측정단)를 리용하여 빛전자관의 전압-전류특성을 측정할 때에는 반드시 전류측정단의 내부저항보다 작은 보조저항($R_{\text{보}}$)을 병렬연결하여야 측정기구의 안정성을 담보할수 있다.

참 고 문 헌

- [1] Д. Н. Матвеев; Атомная физика, Высшая школа, 439~441, 1989.
- [2] Т. И. Трофимова; Курс физики, Высшая школа, 376~378, 2004.
- [3] P. Lenard; Annalen der Physik, 2, 359, 1900.
- [4] W. G. Bawer et al.; University Physics with Modern Physics, McGraw-Hill, 1177~1179, 2011.

주체105(2016)년 12월 5일 원고접수

Characteristics of the Photoelectric Tube with no Influence of the External Electric Power

Choe Un Phil

There occurs the potential difference of about 1V to both electrodes by photoelectron emission with the delay time of 10^{-9} second during the action of the visible light to the photoelectric tube with no influence of the external electric power.

Key word: photoelectric tube