

빛전자관의 전압-전류특성에 주는 빛기전력의 영향

최운필, 조성혁

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)

외부전원의 영향을 받지 않는 빛전자관에 보임빛 또는 태양빛을 입사시키면 10^{-9} s이하의 지연시간을 가진 빛전자방출에 의하여 빛전자관의 전극에서는 무시할수 없는 일정한 전위차가 생긴다.[1]

론문에서는 외부전원의 영향을 받지 않는 빛전자관의 빛기전력이 빛전자관의 전압-전류특성에 주는 영향을 고찰하였다.

1. 빛전자관의 전원특성실험

실험에서는 빛전자관(《1P39》, Cs-Sb), 수자식전자측정기구(《DT9208A》)의 직류전압단, 검류계(《SK-5001》, ACC 2%)를 리용하였다.

빛전자관의 전원특성실험을 위한 회로도는 그림 1과 같다.

이때 빛전자관에 비침도가 50 000lx인 보임빛을 쏘였다.

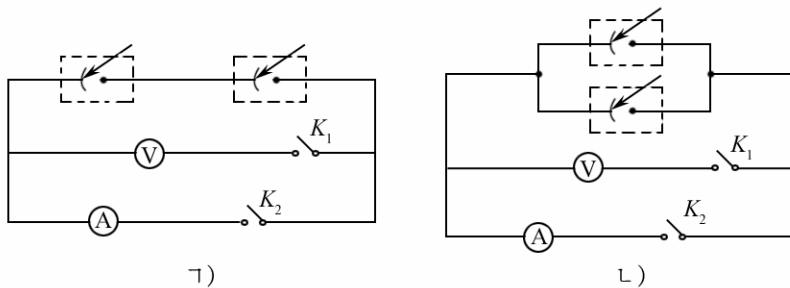


그림 1. 빛전자관의 전원특성실험을 위한 회로도

1) 직렬연결인 경우, 2) 병렬연결인 경우

그림 1에서 보는바와 같이 여단이 K_1 과 K_2 를 리용하여 빛전자관들의 연결방식에 따르는 단자전압과 빛전류를 고찰하였다.(표)

표. 빛전자관들의 연결방식에 따르는 단자전압과 전류의 특성값

빛 전자관의 수/개	직렬		병렬	
	단자전압/V	전류/ μA	단자전압/V	전류/ μA
1	0.9	5	—	—
2	1.8	5	0.9	10

표에서 보는바와 같이 외부전원의 영향을 받지 않는 빛전자관은 일반직류전원(전지)들의 연결방식(직렬 또는 병렬)에 따라 전극들에서 측정되는 단자전압과 전류의 특성을 가진다.

이로부터 빛전자관은 외부전원이 없을 때 빛전자관에 입사하는 빛흐름에 의하여 전원의 기능을 수행할수 있는 빛기전력을 가진다는것을 알수 있다.

2. 빛기전력에 의한 빛전자관의 전압-전류특성고찰

빛전자관의 전원특성을 고려하지 않는다면($\varepsilon_1 = 0$) 빛전기효과의 실험원리도에서 양극전압에 따르는 빛전류의 흐름방향은 그림 2와 같다. 그림 2에서 $U_{\text{양}}$ 은 외부전원의 단자전압과 같으며 시계바늘의 방향과 외부전원의 기전력방향이 같을 때에는 $U_{\text{양}} < 0$, 서로 반대일 때는 $U_{\text{양}} > 0$ 이다.

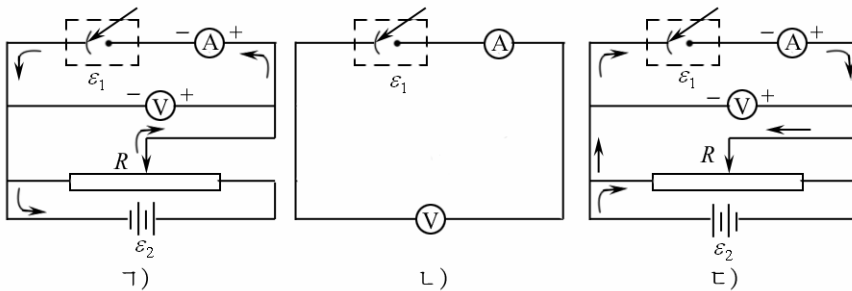


그림 2. 양극전압에 따르는 빛전류의 흐름방향

ㄱ) $U_{\text{양}} > 0$, ㄴ) $U_{\text{양}} = 0$, ㄷ) $U_{\text{양}} < 0$

그러나 적색한계파장이상의 빛이 빛전자관에 입사하면 그림 2에서와 달리 빛전류는 외부전원의 극성에 관계없이 빛전류가 령이 될 때까지 한방향으로만 흐른다.[4]

이와 같은 실험적사실은 $U_{\text{양}} \leq 0$ 일 때 빛전자관의 음극에서 초기운동에너지를 가지고 방출하는 빛전자들의 운동으로 설명하였다.[2, 3, 5]

우리는 빛전자관의 전원특성으로부터 빛전기효과의 실험원리도에서 양극전압에 따르는 빛전류의 흐름방향을 고찰하였다.

$\varepsilon_1 \neq 0$ 일 때 빛전자관에서 $U_{\text{양}}$ 에 따르는 빛전류흐름방향은 그림 3-5와 같다.

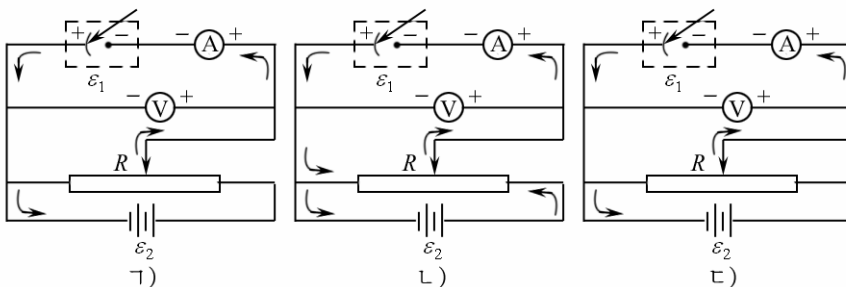
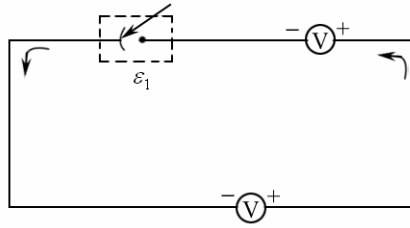
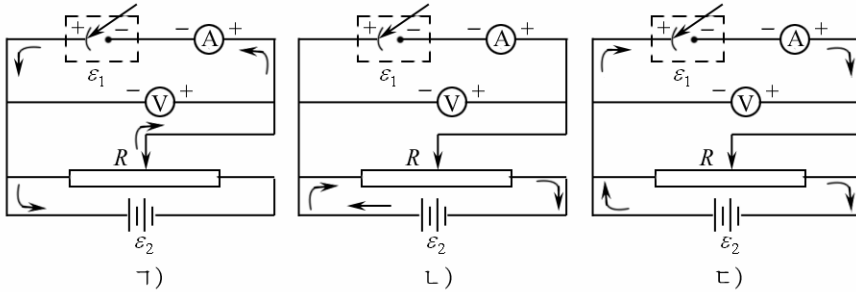


그림 3. $\varepsilon_1 \neq 0$, $U_{\text{양}} > 0$ 일 때 빛전류흐름방향

ㄱ) $U_{\text{단}} > U_{\text{양}}$, ㄴ) $U_{\text{단}} = U_{\text{양}}$, ㄷ) $U_{\text{단}} < U_{\text{양}}$


 그림 4. $\varepsilon_1 \neq 0$, $U_{\text{양}} = 0$ 일 때 빛전류흐름방향

 그림 5. $\varepsilon_1 \neq 0$, $U_{\text{양}} < 0$ 일 때 빛전류흐름방향

 ㄱ) $U_{\text{단}} > U_{\text{양}}$, ㄴ) $U_{\text{단}} = U_{\text{양}}$, ㄷ) $U_{\text{단}} < U_{\text{양}}$

그림 3-5에서 $U_{\text{단}}$ 은 빛전자관의 단자전압이다.

그림 3-5에서 보는바와 같이 빛전자관으로 흐르는 빛전류는 $U_{\text{양}}$ 에 관계없이 한방향으로만 흐른다.

그림 3-5에 닫힌 회로에서의 키르히호프의 법칙을 적용하면 다음의 식이 성립된다.

$$\varepsilon_1 + \varepsilon_2 = I_1(R_1 + R_2) \quad (U_{\text{양}} > 0, \varepsilon_1 > \varepsilon_2) \quad (1)$$

$$2\varepsilon_1 = I_2(R_1 + R_2) \quad (U_{\text{양}} > 0, \varepsilon_1 = \varepsilon_2) \quad (2)$$

$$\varepsilon_1 + \varepsilon_2 = I_3(R_1 + R_2) \quad (U_{\text{양}} > 0, \varepsilon_1 < \varepsilon_2) \quad (3)$$

$$\varepsilon_1 = I_4 R_1 \quad (U_{\text{양}} = 0) \quad (4)$$

$$\varepsilon_1 - \varepsilon_2 = I_5(R_1 + R_2) \quad (U_{\text{양}} < 0, \varepsilon_1 > \varepsilon_2) \quad (5)$$

$$\varepsilon_1 - \varepsilon_2 = I_6(R_1 + R_2) = 0 \quad (U_{\text{양}} < 0, \varepsilon_1 = \varepsilon_2) \quad (6)$$

$$\varepsilon_1 - \varepsilon_2 = I_7(R_1 + R_2) \quad (U_{\text{양}} < 0, \varepsilon_1 < \varepsilon_2) \quad (7)$$

여기서 ε_1 , ε_2 는 빛전자관과 외부전원의 기전력, $I_1 - I_7$ 은 닫힌 회로에 흐르는 빛전류, R_1 , R_2 는 빛전자관과 외부전원의 내부저항이다.

이로부터 외부전원의 영향을 받지 않는 빛전자관에서 빛에 의하여 발생한 빛기전력은 빛전자관으로 흐르는 빛전류를 령으로 되게 하는 외부전원(기전력)의 한계와 빛전류가 령이 될 때까지의 한방향의 흐름특성을 규정한다. 다시말하여 빛전자관의 음극으로부터 방출한 빛전자에 작용하는 정전기마당의 방향은 양극전압에 관계없이 빛전자관에 흐르는 빛전류가 령이 될 때까지 변하지 않는다.

맺 는 말

외부전원의 영향을 받지 않는 빛전자관에서 빛에 의하여 발생하는 빛기전력(ε_1)이 외부전원(ε_2)의 크기와 같고 방향이 반대일 때 빛전자관으로 흐르는 전류가 영으로 된다.

참 고 문 헌

- [1] 김일성종합대학학보(자연과학), 63, 4, 61, 주체106(2017).
- [2] Т. И. Трофимова; Курс физики., Высшая школа, 376~378, 2004.
- [3] Д. Н. Матвеев; Атомная физика, Высшая школа, 439~441, 1989.
- [4] P. Lenard; Annalen der Physik, 2, 359, 1900.
- [5] W. G. Bawer et al.; University Physics with Modern Physics, McGraw-Hill, 1177~1179, 2011.

주체106(2017)년 2월 5일 원고접수

Influence of Photo-Electromotive Force on the Voltage-Current Property of Phototube

Choe Un Phil, Jo Song Hyok

The photocurrent flowing in the phototube disappears when the photo-electromotive force is equal in the magnitude of the external electric power and inverse in the direction in the phototube with no influence of external electric power.

Without the external power supply, the phototube has the property of electromotive force when there exists the light flow illuminating to that.

Key words: phototube, photo-electromotive force