

Potenciales críticos

DETERMINACIÓN DE LOS POTENCIALES CRÍTICOS DEL ÁTOMO DE HE.

- Medición de la corriente de colector I_R en dependencia con la tensión de aceleración U_A .
- Comparación de los máximos de corriente con los potenciales críticos del átomo de He.
- Identificación de la estructura doble en el esquema de niveles electrónicos del He (para-He y orto-He).

UE502050

03/13 JS

FUNDAMENTOS GENERALES

La denominación “Potenciales críticos” reúne a todas las energías de excitación y de ionización en la coraza atómica de un átomo. Los estados atómicos correspondientes pueden ser excitados, por ejemplo, por medio de choques electrónicos inelásticos. Si la energía del electrón corresponde exactamente a un potencial crítico, éste entrega al átomo toda su energía cinética durante el choque inelástico. Esta condición se utiliza en un montaje experimental, que se le atribuye a G. Hertz, para la determinación de los potenciales críticos.

En un tubo primeramente evacuado y luego llenado de He se mueven electrones libres en forma divergente en un espacio a potencial constante, después de haber pasado por una tensión de aceleración U_A . Para evitar que la pared del tubo se cargue eléctricamente, el lado interno está recubierto de un material conductor y conectado galvánicamente con el ánodo A (ver Fig. 1). En el tubo se tiene un electrodo anular R orientado de tal forma que no puede ser alcanzado por el rayo de electrones a pesar de que se encuentra a un potencial ligeramente más alto.

Se mide la corriente I_R hacia el anillo colector – en la gama de picoamperios – en dependencia con la tensión de aceleración U_A . La corriente muestra máximos característicos, porque a su paso por el tubo los electrones experimentan choques inelásticos con los átomos de He: Si su energía cinética

$$(1) E = e \cdot U_A$$

e: Carga elemental

corresponde exactamente a un potencial crítico del He, los electrones entregan totalmente su energía a los átomos de He. En este caso pueden ser absorbidos por el anillo colector y contribuyen a una corriente de colector I_R más grande.

Con una tensión de aceleración creciente pueden ser excitados más y más niveles en el átomo de He (ver el esquema de niveles electrónicos del átomo de He en la Fig. 2) hasta que al final la energía cinética del electrón alcanza para la ionización del átomo de He. A partir de este valor la corriente de colector aumenta constantemente con el aumento de la tensión de aceleración.

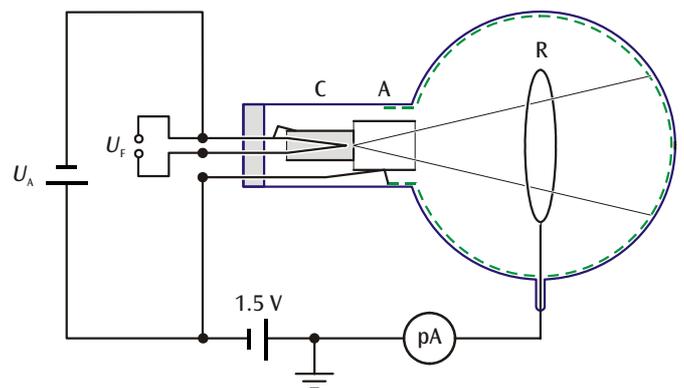


Fig. 1: Representación esquemática del tubo para el potencial crítico.

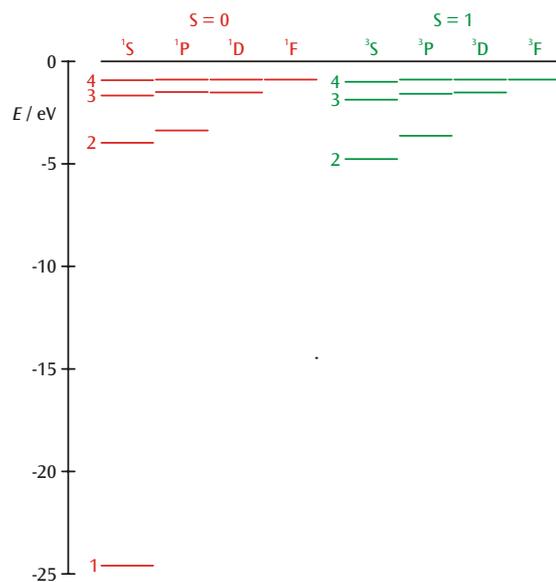


Fig. 2: Esquema de niveles electrónicos del He.
rojo: Espín total $S = 0$ (Parahelio),
verde: Espín total $S = 1$ (Ortohelio)

LISTA DE EQUIPOS

1 Tubo del potencial crítico S, llenado de He	1000620
1 Soporte de tubos S	1014525
1 Unidad de control para tubos del potencial crítico (115 V o 230 V)	1000633 / 1008506
1 Fuente de alimentación de CC, 0– 20 V, 5 A (115 V o 230 V)	1003311 / 1003312
1 3B NET/og™ (115 V o 230 V)	1000539 / 1000540
1 3B NET/lab™	1000544
1 Juego de 15 cables de experimentación, 75 cm, 1 mm ²	1002840
1 PC en entorno Windows 98/2000/XP, Internet Explorer 6 o más actual y puerto de conexión de USB	

ADVERTENCIA DE SEGURIDAD

Los tubos catódicos incandescentes son ampollas de vidrio, al vacío y de paredes finas. Manipular con cuidado: ¡riesgo de implosión!

- No someter los tubos a ningún tipo de esfuerzos físicos.
- No exponer el cable del anillo colector a ninguna clase de tirones y sacudidas.

MONTAJE

- Se desliza el tubo para el potencial crítico en el soporte para tubo. Teniendo en cuenta que las espigas de contacto del tubo entren completamente y encajen en los orificios de contacto previstos en el soporte. La espiga guía central debe sobresalir un poco en la parte trasera del soporte.
- Los casquillos F3 del soporte del tubo se conectan con el polo positivo de la salida de la fuente de alimentación CC y F4 con el polo negativo.
- El casquillo C5 del soporte del tubo se conecta con el polo negativo de la salida V_A de la unidad de control y con el polo negativo de la fuente de alimentación CC.
- El casquillo A1 se conecta con el polo positivo de la salida V_A de la unidad de control y con el polo negativo de la batería de 1,5 V.
- El polo positivo de la batería de 1,5 V se conecta con el casquillo de masa de la unidad de control.
- El apantallamiento se coloca alrededor del tubo y el borde plagado se inserta en la toma del soporte del tubo, y se conecta con un casquillo de masa de la unidad de control.
- Se conecta el cable de conexión del anillo colector en la entrada de BNC de la unidad de control.

EJECUCIÓN

Preparación:

- La tensión mínima en la salida VA de la unidad de control se fija en aprox. 15 V y la máxima en aprox. 28 V, para ello se miden con el 3B NET/og™ las tensiones más bajas, reducidas en un factor 1000, entre el casquillo 3 y masa resp. entre el casquillo 4 y masa.
- Se conecta el 3B NET/og™ al computador.
- Se conecta la salida Fast 1 de la unidad de control en el entrada A, y resp. la salida Fast 2 en la entrada B de la 3B NET/og™.
- Se conecta el 3B NET/og™ y se inicia el programa de computador 3B NET/lab™.
- Se selecciona “Laboratorio de medición” y se establece un nuevo juego de datos.
- Se seleccionan las entradas analógicas A y B, ambas en el modo de tensión continua (VDC); para A el alcance de medida 200 mV, para B 2 V.
- Se anota Fórmula $I = -667 * \text{“Input_B”}$ (Unidad pA).
- Se elige: Intervalo de medida = 50 μ s, Tiempo de medida = 0,05 s y modo = estándar.
- Se activa el disparo en la entrada A con flanco de subida (20%)
- En la fuente de alimentación de CC se ajusta una tensión de caldeo de 3,5 V.

Ajustar los parámetros óptimos:

- Iniciar el registro de los valores de medida
- Se crea un diagrama teniendo en el eje-X “Tiempo rel. en <s>” y en el eje-Y la magnitud “I”.
- Se registran nuevamente una y otra vez los valores de medida, aumentando un poco la tensión de caldeo y variando los valores máximo y mínimo de la tensión de aceleración U_A , para optimar la curva de medida.

Calibración de la tensión de aceleración:

- En el espectro se identifica el pico 2^3S en 19,8 eV y se determina su posición t_1 en el eje de tiempos
- Se identifica el umbral de ionización en 24,6 eV y se determina su posición t_2 en el eje de tiempos
- Se anota una nueva fórmula con el nombre E y la definición $19,8 + 4,8 * (t - t_1)/(t_2 - t_1)$ (Unidad eV); tomando para t_1 y t_2 los valores numerales encontrados en [s].
- Se crea un diagrama teniendo en el eje-X la magnitud E y en el eje-Y la magnitud I.
- Se reinicia el registro de los valores de medida.

EJEMPLO DE MEDICIÓN Y EVALUACIÓN

Tab. 1: Valores bibliográficos de potenciales críticos del He

Nivel	E / eV
2^3S	19,8
2^1S	20,6
2^3P	21,0
2^1P	21,2
3^3S	22,7
3^1S	22,9
4^1P	23,7
Ionización	24,6

- Identifique en el diagrama los potenciales críticos de la tabla 1 (ver Fig 5).

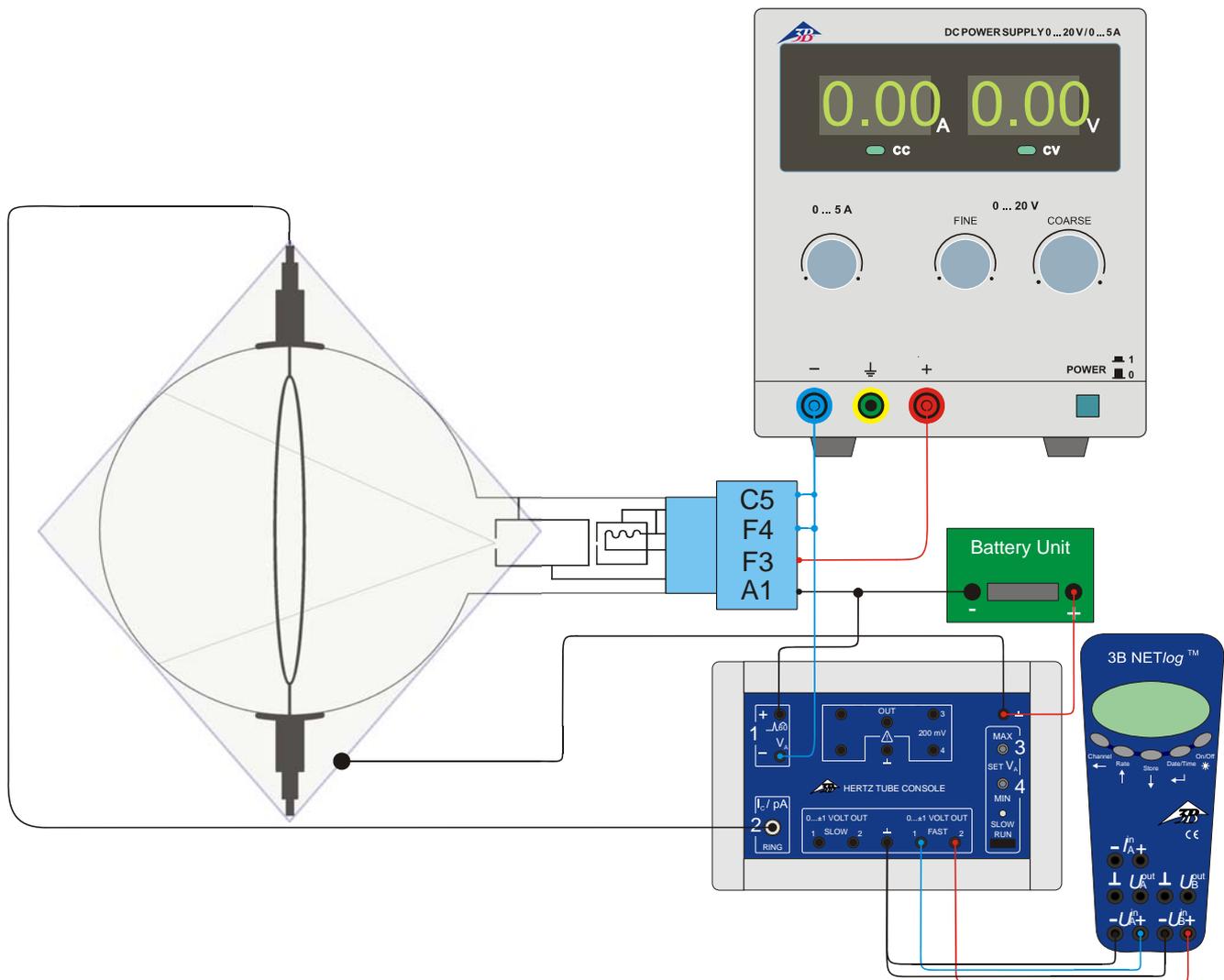


Fig. 3: Montaje de medición para la determinación de los potenciales críticos del Helio

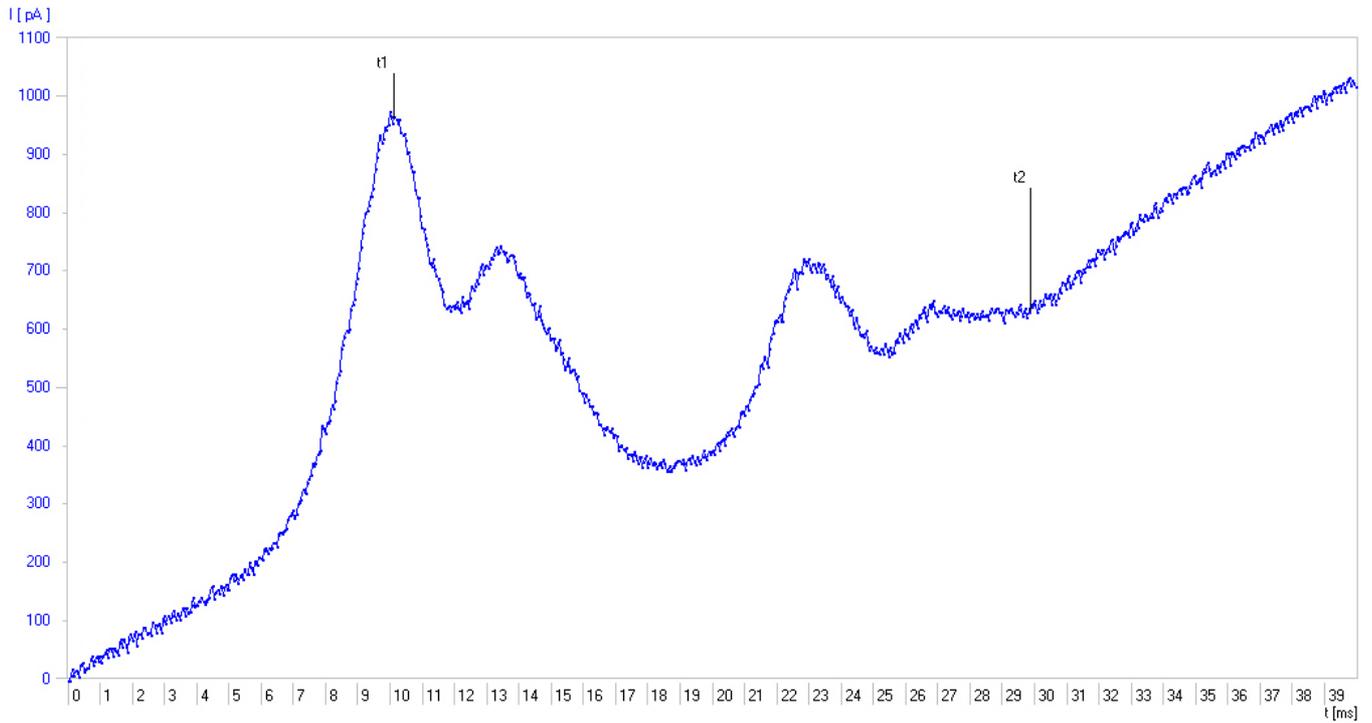


Fig. 4: Corriente de colector I_R en dependencia con el tiempo t .

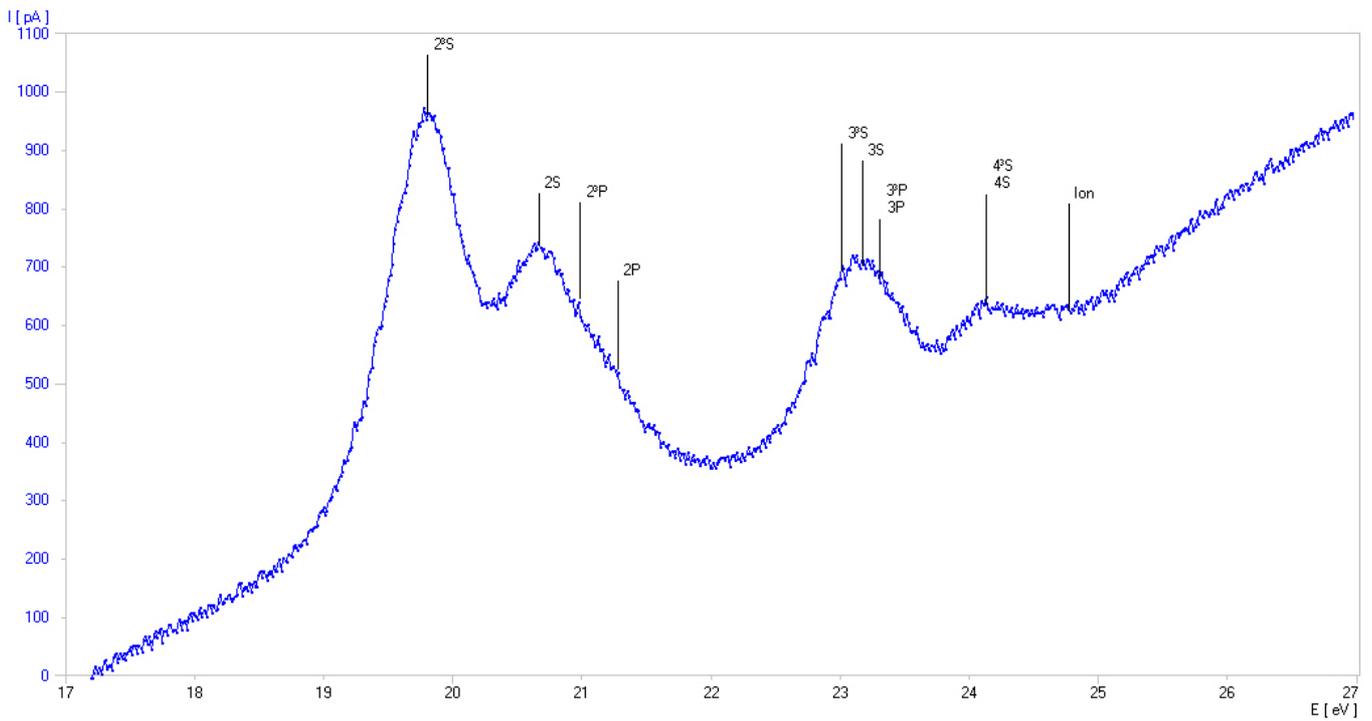


Fig. 5: Corriente de colector I_R en dependencia con la tensión de aceleración U_A .