

Física

Química · Biología

Técnica



LEYBOLD DIDACTIC GMBH

12/88 -Sf-

Instrucciones de Servicio
Mode d'emploi

555 85/86

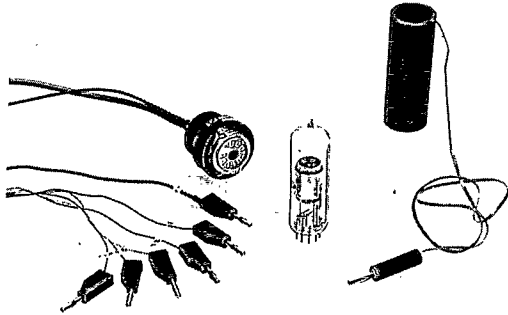


Fig. 1

Tubo de Franck-Hertz
Casquillo de conexión para el tubo
de Franck-Hertz

Tube de Franck et Hertz
Douille pour le tube de Franck et
Hertz

El tubo de Franck-Hertz sirve para la demostración de la cesión de energía discontinua de electrones libres en átomos de mercurio (experimento del choque de electrones de Franck y Hertz).

Remarque:

Pour toute information concernant l'emploi du tube de Franck-Hertz (555 85) avec l'alimentation pour tube de Franck-Hertz (555 88) qui met à disposition toutes les tensions de service requises pour l'expérience réalisée, veuillez vous référer au mode d'emploi correspondant (relevé ponctuel de la courbe de Franck-Hertz, représentation à l'oscilloscope, tracé avec un enregistreur x-y et enregistrement assisté par ordinateur)

Le tube de Franck et Hertz sert à la démonstration de la transition quantique par collisions d'électrons sur des atomes de mercure (expérience de Franck et Hertz).

Nota:

En las instrucciones de servicio para el empleo del tubo de Franck-Hertz (555 85) y la unidad de operación de Franck-Hertz (555 88), usted encontrará las informaciones acerca de todas las tensiones de operación necesarias apropiadas para los ensayos (registro punto a punto de la curva de Franck-Hertz, representación en el osciloscopio, registro con un registrador "x-y" y asistido por ordenador).

1 Notas sobre la seguridad

- ¡Tubo de vacío con relleno de mercurio (aprox. 5 g)! ¡Peligro de implosión con un golpe, caída, etc.! En caso de que se rompa el vidrio recoger el mercurio (absorbedor de mercurio, 306 83) y eliminarlo correctamente.
- No aplicar ninguna tensión al tubo frío (peligro de cortocircuito por el mercurio metálico entre los electrodos).
- Al presentarse una descarga de gas, indicada por un aumento repentino de la corriente, regular inmediatamente ambas tensiones de rejilla a 0.
- Asir los aparatos calientes con un trapo o guantes resistentes al calor.
- Controlar la temperatura (la tensión) del horno tubular para asegurar que la temperatura máxima para el tubo de Franck-Hertz no sea sobrepasada (200 °C en servicio continuo, 220 °C en servicio de corta duración).

1 Remarques de sécurité

- Tube à vide rempli de mercure (env. 5 g)! Danger d'implosion, ne pas cogner, laisser tomber etc.! En cas de fracture du verre, recueillir et éliminer le mercure (adsorbeur de mercure, 306 83).
- Ne pas appliquer de tensions sur le tube froid (risque de court-circuit par le mercure métallique entre les électrodes).
- Régler immédiatement les deux tensions de grille sur 0 en cas de décharge gazeuse, indiquée par une brusque augmentation du courant.
- Saisir les appareils brûlants avec un chiffon ou des gants résistants à la chaleur.
- Contrôler la température du four (ou sa tension) pour ne pas dépasser la température max. admissible du tube de Franck et Hertz (200 °C en permanence, 220 °C instantanément).

2 Descripción; datos técnicos

2.1 Franck-Hertz-Rohr (555 85)

- ① Tubo de vacío con sistema de electrodos dispuestos cilíndricamente, clavijas de escape para corrientes parásitas y con aprox. 5 g de mercurio metálico.
 Corriente y tensión de filamento: 3,15 V; 0,4 A (adaptada a una alimentación de 6,3 V por la resistencia en el casquillo de enchufe 555 86)
 Tensión de mando U_1 entre el cátodo y la rejilla g_1 : 0 a 4 V c.c.
 Tensión de aceleración U_2 entre la rejilla g_1 y la rejilla g_2 : 0 a 40 V c.c.
 Contratensión U_3 entre la rejilla g_1 y el colector A: aprox. 1,5 V
 Temperatura máx. admisible:
 200 °C (servicio continuo)
 220 °C (servicio de corta duración)
 Temperatura de servicio: aprox. 190 °C
 Presión de vapor del mercurio (con 190 °C): aprox. 25 mbar
 Dimensiones: longitud 95 mm, diám. 28 mm.

2.2 Casquillo de conexión para el tubo de Franck-Hertz (555 86)

- ② Casquillo con 6 líneas de conexión marcadas de diferentes colores, en un cable blindado de 5 conductores y blindaje especial para la conducción al colector A; con resistencia incorporada para reducir una tensión de conexión de 6,3 V a la tensión de filamento de 3,15 V necesaria para el tubo.
 ③ Tubo de cobre (100 mm de longitud, diám. 35 mm) para adaptar el tubo de Franck-Hertz al diámetro del horno tubular (555 81/82), así como para el blindaje del tubo contra campos eléctricos perturbadores por puesta a tierra mediante una trenza de cobre con enchufe de 4 mm; con agujero ciego (3.1) para la punta de medida de un sensor de temperatura (por ej. 383 02).

1 Description, caractéristiques techniques

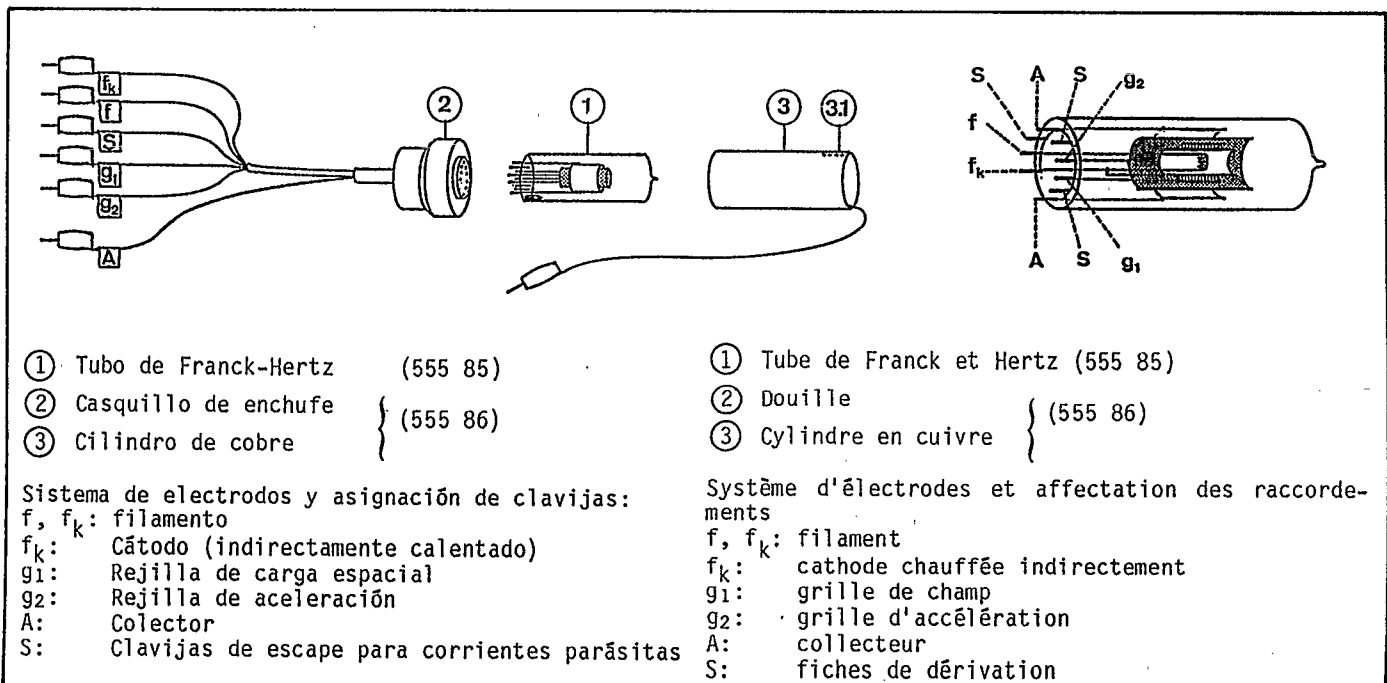
2.1 Tube de Franck et Hertz (555 85)

- ① Tube à vide avec système cylindrique d'électrodes, fiches de dérivation pour courants de fuite superficielle et env. 5 g de mercure métallique.
 Tension et courant de chauffage: 3,15 V; 0,4 A (adaptation à une alimentation 6,3 V par une résistance dans la douille, 555 86)
 Tension de commande U_1 entre cathode et grille g_1 : 0 à 4 V c.c.
 Tension d'accélération U_2 entre grille g_1 et grille g_2 : 0 à 40 V c.c.
 Contretension U_3 entre grille g_1 et collecteur A: env. 1,5V
 Température max. admissible: 200 °C (perm.)
 220 °C (inst.)
 Température de service: env. 190 °C
 Pression de la vapeur de mercure (à 190 °C): env. 25 mbar.
 Encombrement: longueur 95 mm, \varnothing 28 mm

2.2 Douille du tube de Franck et Hertz (555 86)

- ② Douille à 6 cordons de raccordement repérés de couleurs différentes dans un câble blindé à 5 cordons et blindage spécial pour le cordon alimentant le collecteur A; avec résistance incorporée pour réduire une tension raccordée de 6,3 V à la tension de chauffage de 3,15 V nécessaire au tube.
 ③ Tube de cuivre (100 mm de long, \varnothing 35 mm) pour adapter le tube de Franck et Hertz au diamètre du four tubulaire (555 81/82) et pour isoler le tube contre les champs électriques parasites avec une mise à la terre par une tresse en cuivre avec fiche 4 mm; avec trou borgne (3.1) pour la pointe d'une sonde de température (p.ex. 383 02)

Fig. 2



3 Mando

3.1 Medios de servicio y de medida

Aparatos adicionalmente necesarios:

1 Horno tubular eléctrico, 220 V (555 81) ó 110 V (555 82) con alimentación de tensión regulable o ajustable, 220 V (ó 110 V), por ej.

o (véase Fig. 4.2)

Transformador de regulación, 0-250 V 522 42

1 Voltímetro por ej. 531 55

o (véase Fig. 4.1)

tensión alterna de red mediante la

Caja con conexión de seguridad 502 06
con

Réostato de cursor 320 Ω (p. 220 V c.a.) .. 537 23

110 Ω (p. 110 V c.a.) .. 537 24

Voltímetro por ej. 531 55

o (véase Fig. 4.3)

tensión alterna de red (sólo 220 V c.a.) mediante
Caja con conexión de seguridad 502 06

con Aparato de medida y de regulación

para la temperatura 666 198

con sensor de temperatura 383 02

Recomendable para el control de temperatura

(cuando se trabaje sin regulación de temperatura):

Sensor de temperatura 383 02

Aparato de medida digital para temperatura 666 190

Fuentes de tensión para 0 - 30 V c.c., 6 V c.a.,

1 V - 1,5 V c.c., 1,5 V c.c.:

o (véase Fig. 3.1)

1 Alimentación estabilizada, 300 V c.c. ... 522 35

con divisor de tensión para 0-30 V c.c., por ej.

Resistencia de medida, 10 k Ω 536 19

Potenciómetro enchufable, 4,7 k Ω 577 95

o potenciómetro a motor, 4,7 k Ω 581 49

con fuente de tensión continua, aprox. 1,5 V

1 Pila monocelular, 1,5 V del 503 11

1 Soporte enchufable para pilas 576 86

o (véase Fig. 3.2)

1 Fuente de tensión estab., ± 15 V c.c. 522 30

1 Transformador 6 V, 12 V; 30 VA 562 73

2 Pilas monocelulares, 1,5 V del 503 11

2 Soportes enchufables para pilas 576 86

1 Potenciómetro enchufable, 220 Ω 577 90

Amperímetro para 10^{-9} A c.c.

a elección (véase Fig. 3.1)

1 Amplificador de medida de corriente I ... 532 00

con voltímetro con indicación análoga,

zona de medida 3 V c.c. por ej. 531 781

y adaptador BNC/4 mm, unipolar 501 09

o (véase Fig. 3.2)

1 Amplificador electrométrico 532 14

con resistencia 1 G Ω 577 02

y fuente de alimentación 12 V c.a., p.ej. 562 73

y voltímetro con indicación análoga,

zona de medida 3 V c.c. p.ej. 531 781

2 Voltímetros para 3 V c.a. y 30 V c.a., por ej.

Multímetro (para U_1) 531 55

Multímetro de demostración (para U_2) 531 91

1 Placa reticulada de enchufe, A4 576 74

1 Juego de 10 enchufes en puente 501 48

Para el registro de la curva de Franck-Hertz:

1 Registrador XY por ej. 575 662

Recomendable en el caso de que se conecte I_A a través del amplificador de medida I-D a la entrada Y del registrador (véase Fig. 3.1)

1 Condensador de nivelación 2200 μ F 538 31

Recomendable, en caso de que la tensión de aceleración U_2 no sea regulada por el potenciómetro a motor (581 49) sino a mano con el potenciómetro (577 95):

3 Utilisation

3.1 Accessoires de service et de mesure

Sont nécessaires en outre:

1 Four électrique, 220 V (555 81) ou 110 V (555 82) avec source de tension variable ou ajustable, 220 V (ou 110 V), par ex.

soit (voir Fig. 4.2)

Transformateur variable 0 - 250 V 522 42

Voltmètre p.ex. 531 55

soit (voir Fig. 4.1)

Tension alternative du secteur par

Boîte de raccordement de sécurité 502 06
connectée au

Rhéostat 320 Ω (pour 220 V c.a.) 537 23

110 Ω (pour 110 V c.a.) 537 24

Voltmètre p. ex. 531 55

ou (voir Fig. 4.3)

Tension secteur (seulement 220 V c.a.) par

Boîte de raccordement de sécurité 502 06

connectée au appareil de mesure et

réglage de température 666 198

avec sonde de température 383 02

Conseillé pour le contrôle de la température

(quand on travail sans réglage de température):

Sonde de température 383 02

Thermomètre digital 666 190

Sources de tension pour 0 à 30 V c.c., 6 V c.a.,

1 V à 1,5 V c.c., 1,5 V c.c.

soit (voir Fig. 3.1)

1 Alimentation stabilisée, 300 V c.a. 522 35

avec diviseur de tension pour 0 à 30 V c.c., p.ex.

Résistance de mesure, 10 k Ω 536 19

Potentiomètre enfichable, 4,7 k Ω 577 95

soit Potentiomètre motorisé 4,7 k Ω 581 49

avec source de tension continue, env. 1,5 V c.c.

1 Pile, 1,5 V du 503 11

1 Porte-pile 576 86

ou (voir Fig. 3.2)

1 Source de tension stabilisée, ± 15 V c.c. 522 30

1 Transformateur 6 V, 12 V; 30 VA 562 73

2 Piles, 1,5 V du 503 11

2 Porte-piles 576 86

1 Potentiomètre enfichable, 220 Ω 577 90

Ampèremètre pour 10^{-9} A c.c.,

à élection (voir Fig. 3.1)

1 Amplificateur de mesure D 532 00

avec voltmètre analogique,

zone de mesure 3 V c.a. p. ex. 531 781

et adaptateur BNC/4 mm, 1-pôle 501 09

ou (voir Fig. 3.2)

1 Amplificateur électrométrique 532 14

avec résistance 1 G Ω 577 02

et source de tension 12 V c.a. p.ex. 562 73

et voltmètre analogique,

zone de mesure 3 V c.c. p.ex. 531 781

2 Voltmètres pour 3 V c.a. et 30 V c.a., par ex.

Multimètre (pour U_1) 531 55

Multimètre de démonstration (pour U_2) ... 531 91

1 Plaque à réseau, A4 576 74

1 Jeu de 10 cavaliers 501 48

pour enregistrer la courbe de Franck-Hertz

1 enregistreur XY p.ex. 575 662

Recommandé si I_A est appliqué, par l'amplificateur

D de mesure I, sur l'entrée Y de l'enregistreur

(cf. fig. 3.1)

1 condensateur électrolytique 220 μ F 538 31

équipement conseillé si la tension d'accélération

U_2 n'est pas réglée par le potentiomètre motorisé

(581 49) mais manuellement par le potentiomètre

(577 95):

1 Condensador nivelador, en paralelo a la entrada X del registrador, por ej. Condensador enchufable, 100 μF 578 39

1 condensateur de lissage, parallèle à l'entrée X de l'enregistreur, p. ex. condensateur enfichable, 100 μF 578 39

3.2 Preparación del montaje para el registro de la curva de Franck-Hertz

3.2 Préparation du dispositif pour l'enregistrement de la courbe de Franck et Hertz

! Importante en montajes como en la fig. 3.1:

- Como la fuente de tensión, 300 V c.c. (522 35) suministra tensiones peligrosas al contacto, modificar el circuito solamente con el aparato desconectado.
- No conectar la placa reticulada de enchufe a tensiones superiores de 30 V c.c.

! Important pour montages comme dans la fig.3.1:

- Comme l'alimentation stabilisée 300 V c.c. (522 35) fournit une tension dangereuse au toucher arrêter l'appareil avant toute intervention dans les circuits.
- Ne pas appareiller la plaque à réseau avec des tensions supérieures à 30 V c.c.

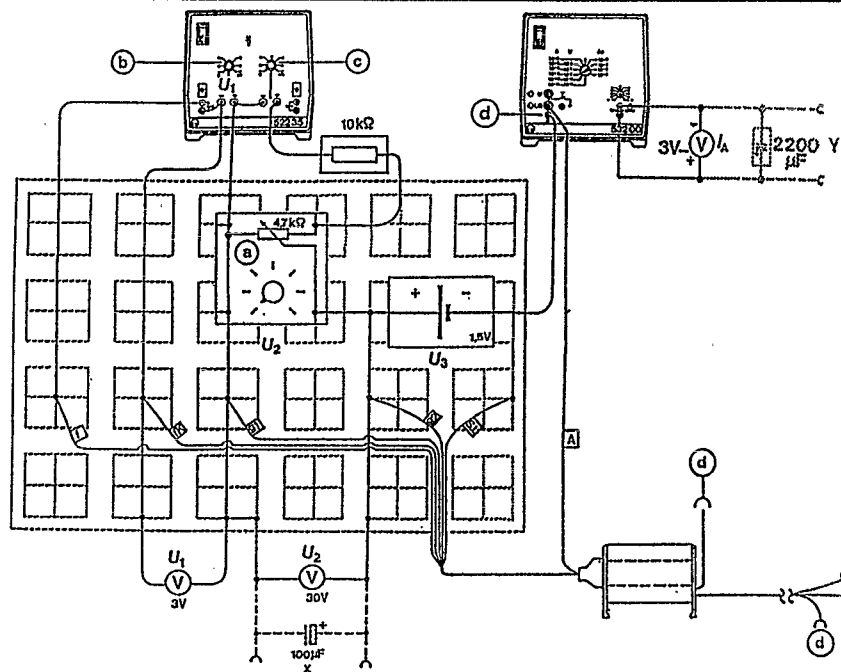


Fig. 3.1

Fig. 3.1/3.2: Montajes para registrar la curva de Franck-Hertz con un registrador; para el registro puntiforme de la curva no efectuar la parte dibujada en trazos del circuito.

Fig. 3.1/3.2: Dispositif pour l'enregistrement de la courbe de Franck-Hertz avec un enregistreur; pour un enregistrement point par point ne pas réaliser la partie hachurée du circuit.

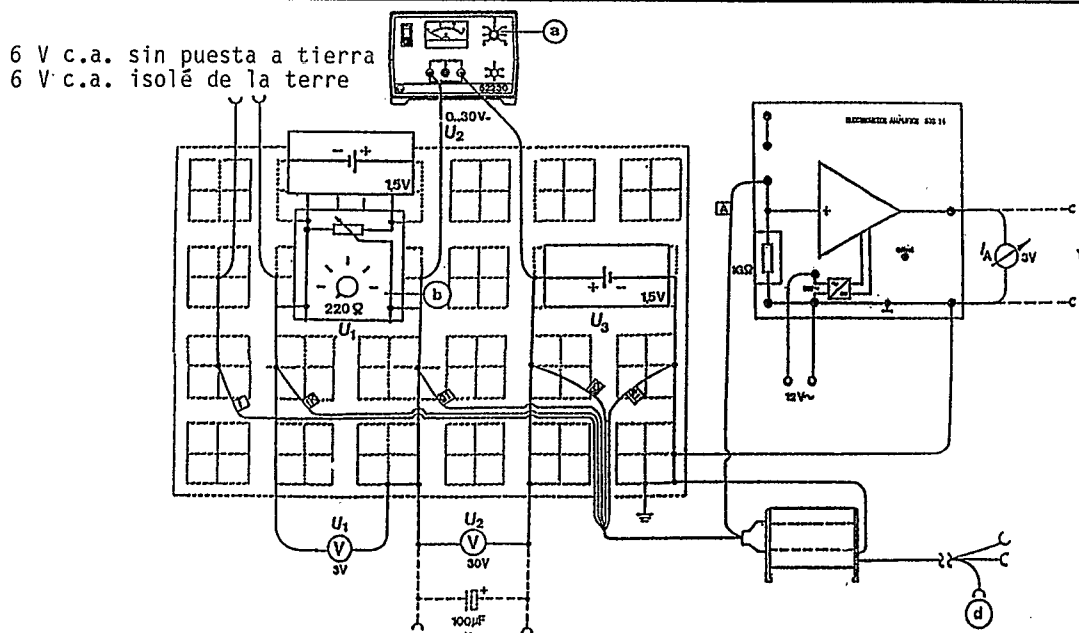


Fig. 3.2

Fig. 4:
Alimentación en tensión del horno tubular para el calentamiento del tubo de Franck-Hertz en aprox. 190 °C.

Fig. 4
Alimentation en tension du four tubulaire pour chauffer le tube de Franck et Hertz jusqu'à la température de service d'env. 190 °C.

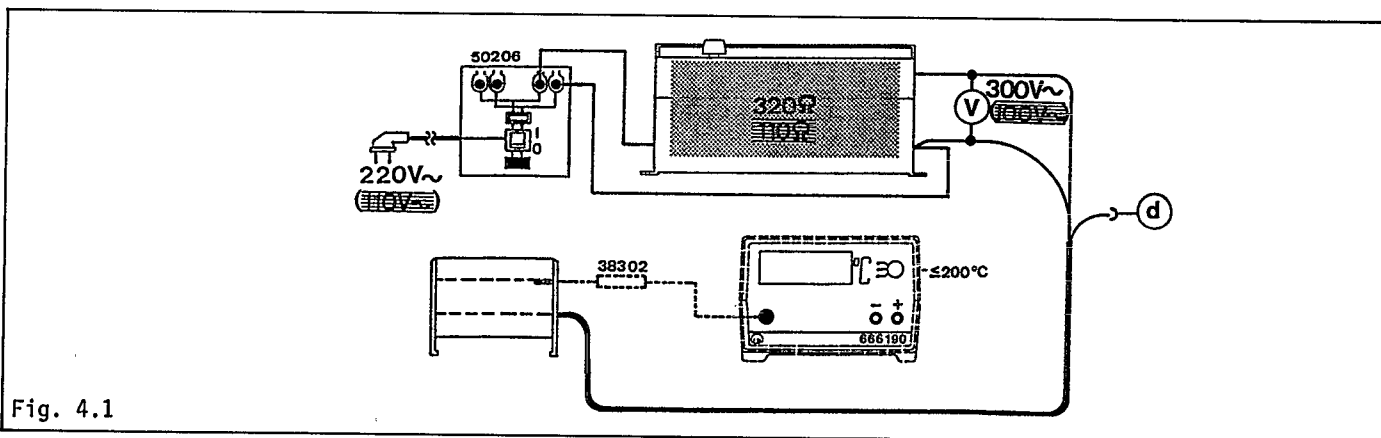


Fig. 4.1

Fig. 4.1/4.2
Réglage de la température par la tension de service du four; contrôle de la température de préférence avec une sonde introduite par l'alésage du four dans le trou borgne (3.1) du tube de cuivre.

Fig. 4.1/4.2:
Regulación de la temperatura por medio de la tensión de servicio del horno tubular; control de la temperatura mediante el sensor de temperatura, que se coloca a través del taladro del horno tubular en el agujero ciego (3.1) del cilindro de cobre.

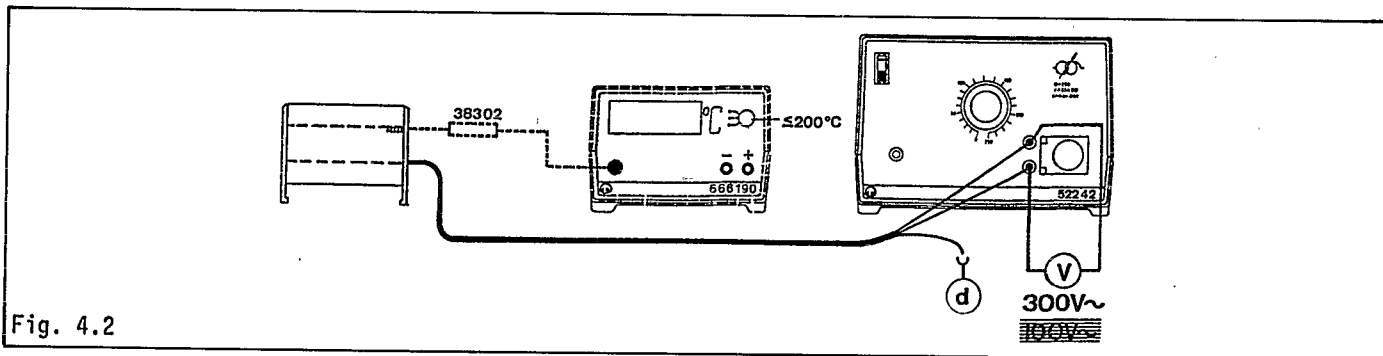


Fig. 4.2

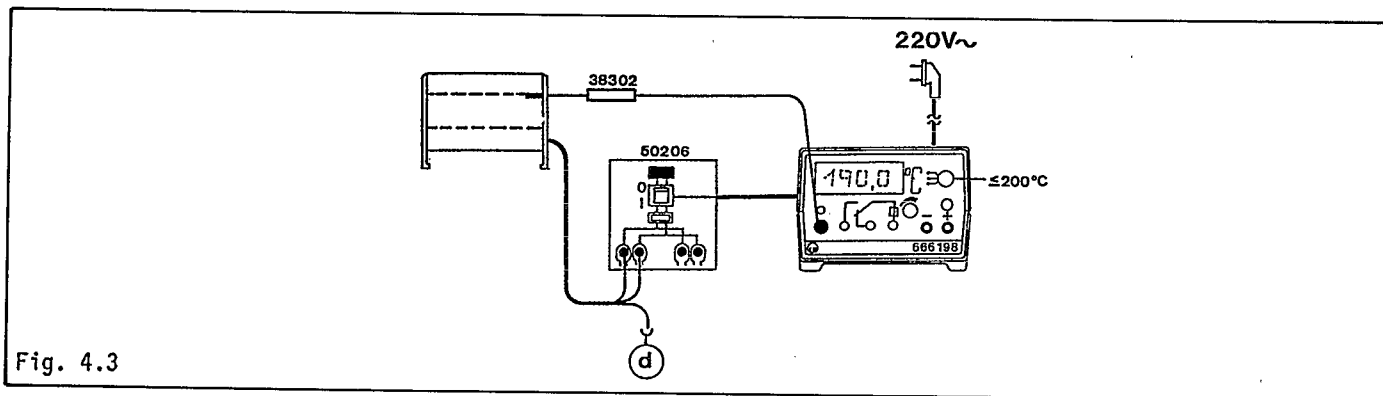


Fig. 4.3:
Regulación de la temperatura con el sensor de temperatura y con el aparato regulador (666 198).

Fig. 4.3
Régulation de la température avec sonde et régulateur (666 198).

Efectuar el montaje como se indica en las Figs. 3 y 4, pero sin conectar el registrador.

Monter le dispositif comme dans les fig. 3 et 4 mais ne pas encore raccorder l'enregistreur.

Medir y ejecutar por el orden indicado antes de conectar el registrador:

Exécuter les opérations suivantes dans l'ordre indiqué avant de raccorder l'enregistreur:

- a) Accionar el horno (cilindro de cobre y tubo introducidos) primero 5 min con 220 V c.a. (ó 110 V) y luego 10 min con 90 V c.a. (ó 45 V) o regular la temperatura nominal a 190 °C con el aparato de medida y de regulación de temperatura y accionar el horno durante aprox. 20 min.

- a) Chauffer le four (cylindre de cuivre et tubes engagés) soit d'abord pendant 5 min en appliquant 220 V c.a. (ou 110 V) et ensuite pendant 10 min en appliquant 90 V c.c. (ou 45 V) soit à une température de consigne de 190 °C pendant env. 20 min, par le truchement du régulateur de température.

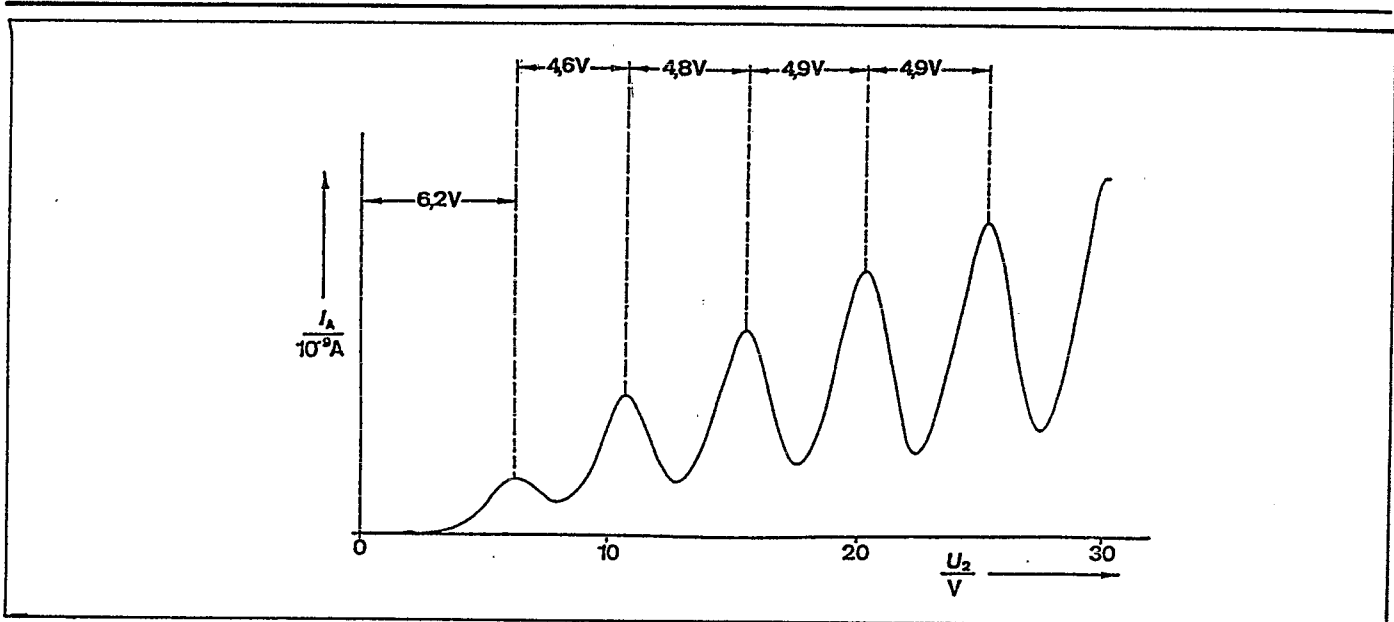


Fig. 5:
 I_A como función de la tensión de aceleración U_2
 (diagrama del registrador)

Fig. 5
 I_A en fonction de la tension d'accélération U_2
 (diagramme de l'enregistreur).

- b) Conectar la calefacción del cátodo.
- c) Solamente necesario con la fuente de tensión estabilizada (522 35) según la fig. 3.1: Poner (a) al valor máximo; aplicar por medio del potenciómetro (c) una tensión U_2 de por ej. 3 V y retrocederla con el potenciómetro (a) inmediatamente a 0.
- d) Después de calentar el cátodo durante 1 min aprox., aumentar lentamente la tensión U_2 con el potenciómetro (a); si la corriente aumenta de forma lenta y continua o si ya muestra el transcurso típico de Franck-Hertz, proseguir con el párrafo g).
- e) Con un aumento repentino (descarga de gas debido a un tubo demasiado frío), retroceder U_2 inmediatamente a 0. Aumentar la tensión del horno por 5 V o el valor nominal en aprox. 2 °C; después de 5 min. proseguir como en d). En caso necesario seguir aumentando la corriente del horno, hasta que la corriente I_A muestre el transcurso descrito en la sección d).
- f) Si la corriente I_A sólo aumenta lentamente al pasar por la tensión U_2 , retroceder la tensión del horno en aprox. 5 V o reducir la temperatura nominal por 2 °C; después dejar enfriar el horno durante unos 10 min y proseguir como en d); en caso necesario seguir reduciendo la temperatura hasta que I_A muestre el transcurso descrito en d).
- g) Pasar por U_2 con diferentes tensiones de mando (aumentar U_1 en pasos de 0,1 V con el potenciómetro (b)), hasta que la corriente muestre por lo menos 4 máximos pronunciados.
- h) En caso dado, conectar el registrador.
 Calibración:
 Eje X: 1 V cm⁻¹; var.
 Eje Y: 1 V cm⁻¹; var.

Después de terminar el experimento, primero desconectar la tensión de servicio y luego retirar el tubo del horno.

- b) Commuter le chauffage de cathode.
- c) Uniquement nécessaire avec l'alimentation stabilisée (522 35) comme dans la fig. 3.1: Mettre (a) au maximum; avec le potentiomètre (c) appliquer une tension U_2 de p.ex. 30 V et remettre immédiatement le potentiomètre (a) à 0.
- d) Après de chauffer la cathode pendant env. 1 min augmenter progressivement la tension de chauffage de la cathode U_2 avec le potentiomètre (a); continuer à la section g) si le courant augmente alors lentement et continuellement ou se présente sous la forme Franck-Hertz typique.
- e) Si le courant augmente brutalement (décharge gazeuse due au tube trop froid), remettre immédiatement U_2 à 0. Augmenter la tension du four de 5 V ou la température de consigne d'env. 2 °C; continuer comme dans d) au bout de 5 min. Si nécessaire, augmenter encore la température du four jusqu'à ce que le courant I_A se présente sous la forme décrite dans la section d).
- f) Si le courant I_A n'augmente que très lentement en fonction de la tension U_2 il faut diminuer la tension du four d'env. 5 V ou la température de consigne de 2 °C; continuer comme décrit dans d) après un temps de refroidissement d'env. 10 min; si nécessaire diminuer encore la température jusqu'à ce que le courant I_A se présente comme décrit dans la section d).
- g) Parcourir U_2 à différentes tensions de commande (augmenter U_1 par le potentiomètre (b) par pas de 0,1 V) jusqu'à ce que le courant présente au moins 4 maxima bien définis.
- h) Raccorder éventuellement l'enregistreur; calibrage:
 axe X: 1 V cm⁻¹; var.
 axe Y: 1 V cm⁻¹; var.

Après l'expérience, couper d'abord les tensions de service et retirer ensuite le tube du four.