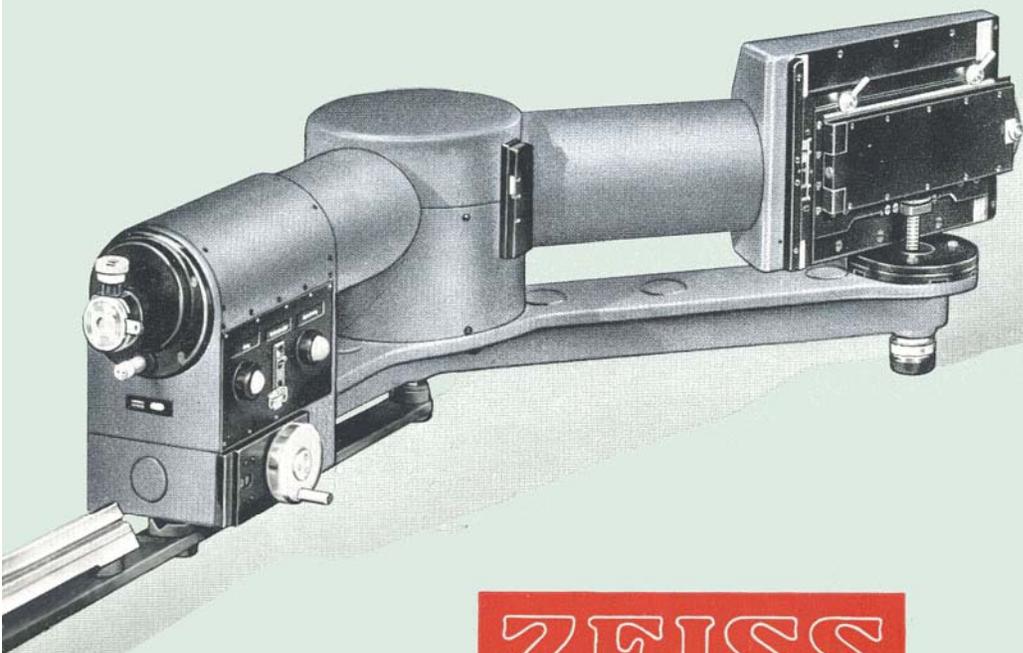


CARL ZEISS  
JENA



**ZEISS**

**UV-SPEKTROGRAPH**

„Q24“

Die Bilder sind nicht in allen Einzelheiten für die Ausführung der Geräte maßgebend. Für wissenschaftliche Veröffentlichungen stellen wir Druckstöcke der Bilder oder Verkleinerungen davon - soweit sie vorhanden sind - gern zur Verfügung. Die Wiedergabe von Bildern oder Text ohne unsere Zustimmung ist nicht gestattet. Das Recht der Übersetzung ist vorbehalten.

V E B   C A R L   Z E I S S   J E N A

Abteilung für optische Meßgeräte

Drahtwort: Zeisswerk Jena

Fernsprecher 3541

# ZEISS

## UV-Spektrograph

### „Q 24“

Unser Gerät hat schon immer eine Sonderstellung unter den UV-Spektrographen gleicher Art eingenommen und sie bis heute behauptet. Für qualitative und quantitative Emissions-Spektralanalysen hat er sich so ausgezeichnet bewährt, daß die optischen Teile mit ihrer hohen Qualität bezüglich der UV-Durchlässigkeit und des Auflösungsvermögens unverändert bleiben konnten und jetzt lediglich mechanische Verbesserungen angebracht worden sind. Mit der Neuanfertigung erfüllen wir die Wünsche zahlreicher Spektralanalytiker in Industrie- und Hochschullaboratorien, wo die spektrochemische Emissionsanalyse besonders für Serienuntersuchungen sowie für schwierige analytische Probleme, wie Spuren- und Lokalanalysen, zu einem unentbehrlichen Verfahren geworden ist.

Diese Methode hat in den letzten 20 Jahren vor allem deshalb eine so weitgehende Aufnahme in Wissenschaft und Technik gefunden, weil wir mit den zweckentsprechenden Geräten, die zu einer kompletten spektrographischen Einrichtung gehören, für quantitative Bestimmungen mit Metallelektroden auch rezeptartig ausgearbeitete Arbeitsvorschriften herausgeben, die die Einarbeitung in die Methodik sehr erleichtern (s. Druckschrift CZ 32-G 360-1).

Wir empfehlen außerdem das Studium einiger Lehrbücher, die im Schrifttumsverzeichnis aufgeführt sind.



## Daten

### Quarz-Cornu-Prisma

Höhe.....	44 mm
Basis .....	63 mm

### Objektive

Brennweite des Kollimatorobjektivs.....	540 mm (für 2558 Å)
Brennweite des Kameraobjektivs.....	500 mm (für 2558 Å)
Durchmesser beider Objektive.....	50 mm
Wirksame Öffnung .....	1 : 11,2 ••• 1 : 30

Spektralbereich..... 5800 ••• 2000 Å

Länge des Spektrums..... 223 mm

Lineare Dispersion..... s. S. 6 u. 7

### Plattenformate

in cm .....	6 × 24, 9 × 24, 9 × 12
in Zoll .....	4 × 10

Wellenlängenskale, zugelassene Abweichung

4400 Å < 5 Å
3000 Å < 2 Å
2400 Å < 1 Å
2100 Å < 0,5 Å

Symmetrischer Präzisionsspalt, Ablesung..... 0,001 mm

Länge des Spektrographen allein..... 125 cm

Länge mit Dreikantschiene..... 225 cm

Gewicht..... ≈ 90 kg

## Mechanischer Aufbau

Der mechanische Aufbau des „Q 24“ entspricht in der stabilen und praktischen Anordnung seiner Bedienungselemente den heutigen Ansprüchen der Technik. Die optischen Teile sind gegen Verstaubung und Beschädigung geschützt und so gesichert, daß keine Verlagerungen eintreten können. Das Gerät wird justiert geliefert; deshalb sind auch keine Vorrichtungen zum Nachjustieren angebracht. Verstellbar ist nur der Abstand des Spaltes von der Kollimatorlinse. Mit dem Unterteil des Spektrographen wird eine Dreikantschiene verbunden; sie dient als Träger für das Funkenstativ, die Abbildungskondensoren und andere Zusatzgeräte, die zur Durchführung verschiedener spektralanalytischer Untersuchungen erforderlich sind.

Die Verbesserungen gegenüber dem früheren Modell — besonders zur schnellen und zuverlässigen Durchführung betrieblicher Serienanalysen — bestehen im wesentlichen in folgenden Neuerungen:

- 1** Die Kassettenverstellung wird mit Hilfe eines Handrades vom Arbeitsplatz aus vorgenommen.
- 2** Die Anzahl der erfolgten Aufnahmen läßt sich an einem Zählwerk ablesen.
- 3** Eine Glimmlampe zeigt an, daß der Kleinspannungs - Transformator, über den die Beleuchtungseinrichtungen zur Skalenbelichtung und zur Elektrodenprojektion aus dem Netz gespeist werden, unter Spannung steht.
- 4** Während der Belichtung der Wellenlängenskale leuchtet eine zweite Kontrollampe so lange auf, wie das Skalennegativ infolge eines Hebeldruckkontaktes durchleuchtet wird.

## Spalt

Es wird ein symmetrischer Präzisionsspalt benutzt. Die größte einstellbare Spaltbreite beträgt etwa 0,3 mm, ein Trommelteil entspricht einer Einstellung der Spaltbreite von 0,001 mm. Gegen Verstaubung ist er mit einer Metallkappe geschützt, die die Quarzlinse  $f = 200$  mm enthält.

## Spaltblenden

Zur Begrenzung der Spaltlänge bzw. zur Ausblendung bestimmter Teile des Spaltes dienen die drei Spaltblenden S 10, T 10 und TV 10. — Eine neue, staubsichere Spaltkappe mit einem Blendenrevolver, in den auch Drei- und Sechsstufenfilter eingesetzt werden können, ist in Vorbereitung.

## Wellenlängenskale

Der „Q 24“ ist mit einer Wellenlängenskale versehen, die das Auffinden bestimmter Linien in den aufgenommenen Spektren erleichtert. Die Einrichtung zum Aufkopieren der Wellenlängenskale ist so konstruiert, daß das Licht der Glühlampe zur Projektion der Skale über die dem Kameraobjektiv zugekehrte Prismenfläche in die Kamera reflektiert wird. Dadurch ist gewährleistet, daß Spektrum und Skale, unabhängig von der Lage der Platte, stets die gleiche Lage zueinander haben.

## Optik

Das Kollimatorobjektiv hat einen Durchmesser von 50 mm und eine Brennweite von 540 mm, das Kameraobjektiv besitzt den gleichen Durchmesser, aber eine Brennweite von 500 mm. Die angegebenen Brennweiten gelten für die Wellenlänge 2558 Å, die in der Kameraachse abgebildet wird. Das Prisma ist ein 60°-Quarz-Cornu-Prisma von 44 mm Höhe und 63 mm Basis.

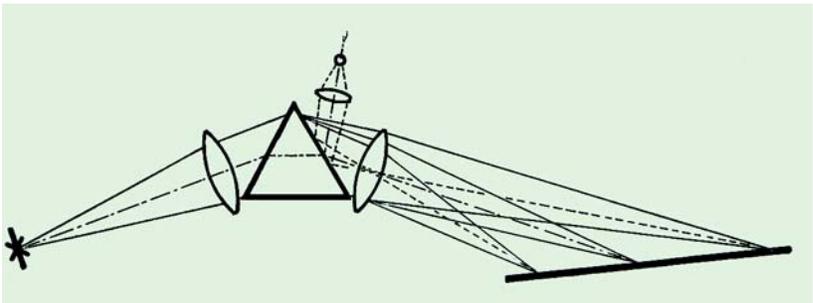


Bild 1. Schema des Strahlengangs

26451



Bild 2. Spaltkopf und Schalteinrichtung

320350/a

## Öffnungsverhältnis

Die maximale wirksame Öffnung des Spektrographen ist  $1 : 11,2$ . Eine Blenden-  
vorrichtung vor dem Kameraobjektiv ermöglicht eine Änderung des Verhält-  
nisses bis  $1 : 30$ . Bei einem mittleren Öffnungsverhältnis von  $1 : 15$ , mit dem  
der „Q 24“ in der Regel benutzt werden soll, ist die Linienschärfe über den  
gesamten Wellenlängenbereich am besten ausgeglichen.

## Ebenes Spektrum

Durch die Korrektur der Objektive ist eine fast vollkommene Bildebnung  
erreicht in dem Sinn, daß die Enden der photographischen Platte mit der  
Plattenmitte genau auf einer Geraden liegen. Um die Linienschärfe, die das  
Kameraobjektiv liefert, voll ausnutzen zu können, wird der Platte noch eine  
geringfügige Durchbiegung von wenigen zehntel Millimetern erteilt. Sie wird  
von einer Reihe genau justierter Auflagepunkte in der Kassette bewirkt und  
von jeder handelsüblichen Platte ertragen; die Verwendung besonders dünner  
Platten ist nicht erforderlich.

## Dispersion

Der Wellenlängenbereich von  $5800$  bis  $2000 \text{ \AA}$  kann mit einer einzigen Auf-  
nahme erfaßt werden (s. Reproduktion eines Funkenspektrums von 29 Elementen  
im Anhang). Er ist auf der Platte  $223 \text{ mm}$  lang. Von einer Ausdehnung des  
Spektralbereichs bis zur langwelligen Grenze des sichtbaren Gebietes wurde  
abgesehen, da sonst dieser Teil so zusammengedrängt wäre, daß er prak-  
tisch nicht benutzt werden könnte. Die Dispersion des Spektrums in  $\text{\AA} / \text{mm}$   
geht aus Bild 3 hervor.

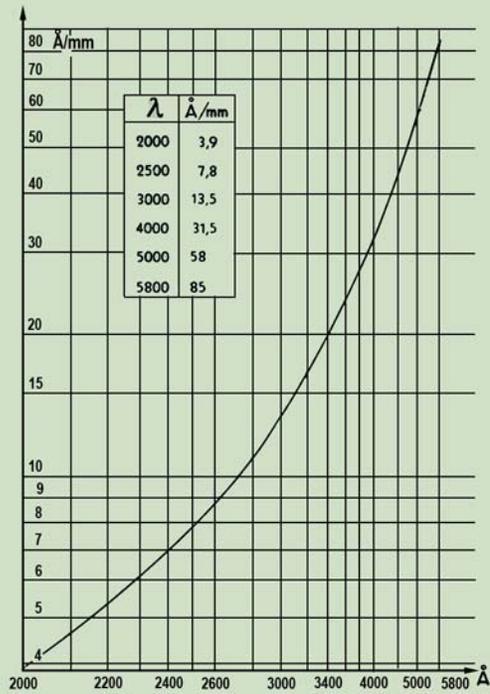


Bild 3. Dispersion des „Q 24“

26487



## Plattenformat

Die Kassetten zum „Q 24“ sind aus Metall gearbeitet. Mit einer Rollenführung des Kassettenrahmens wird eine gleichmäßige und zuverlässige Kassettenverstellung von Aufnahme zu Aufnahme garantiert. Für die Aufnahme des gesamten Spektralbereichs können Kassetten für die Plattenformate (in cm) 6×24 und 9×24 sowie (in Zoll) 4×10 geliefert werden. Wird dagegen bei Serienanalysen immer nur ein bestimmter mittlerer Spektralbereich benutzt, so kann mit einer Sonderkassette für das Format 9×12 eine wesentliche Ersparnis an Platten erreicht werden. Mit dieser Kassette läßt sich der Spektralbereich von etwa 3700 bis .2300 Å erfassen. Die einzelnen Kassetten können an derselben Kamera gegeneinander ausgetauscht werden.

Wenn man die Spektrenhöhe durch eine Spaltblende von 1 mm begrenzt, können mit den 6 cm hohen Platten bis zu 45 Spektren und außerdem die Wellenlängenskale auf einer Platte aufgenommen werden. In gleicher Weise lassen sich auf den 9 cm hohen Platten bis zu 75, auf den 4 Zoll hohen bis zu 85 Spektren einschl. Wellenlängenskale aufnehmen.

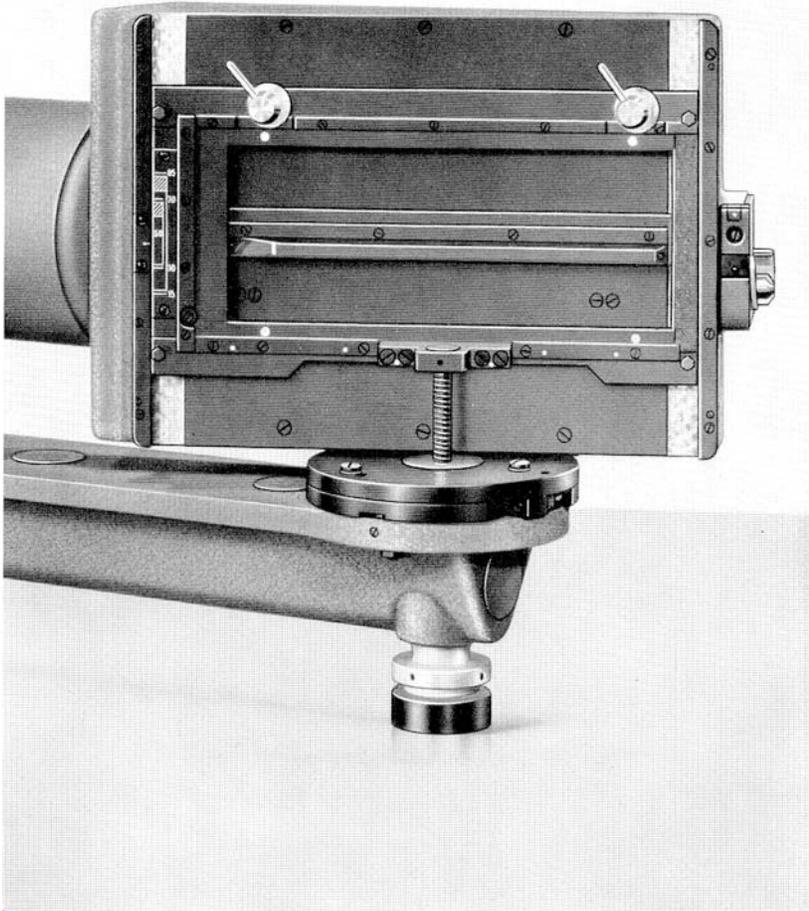
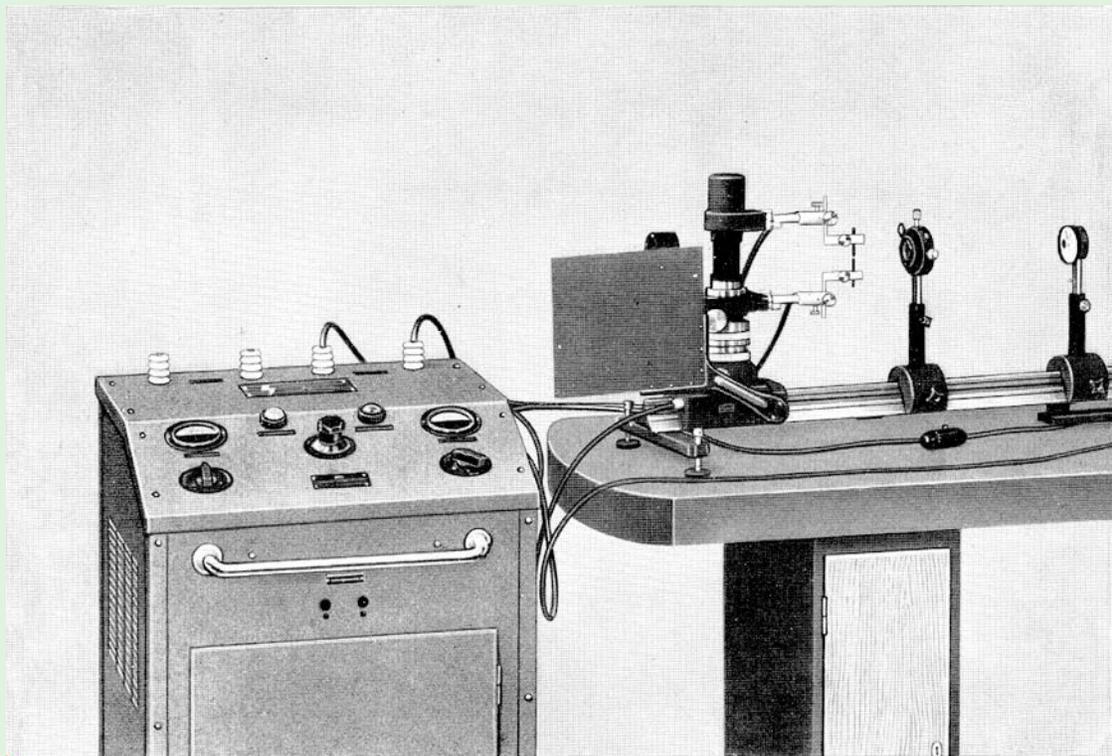
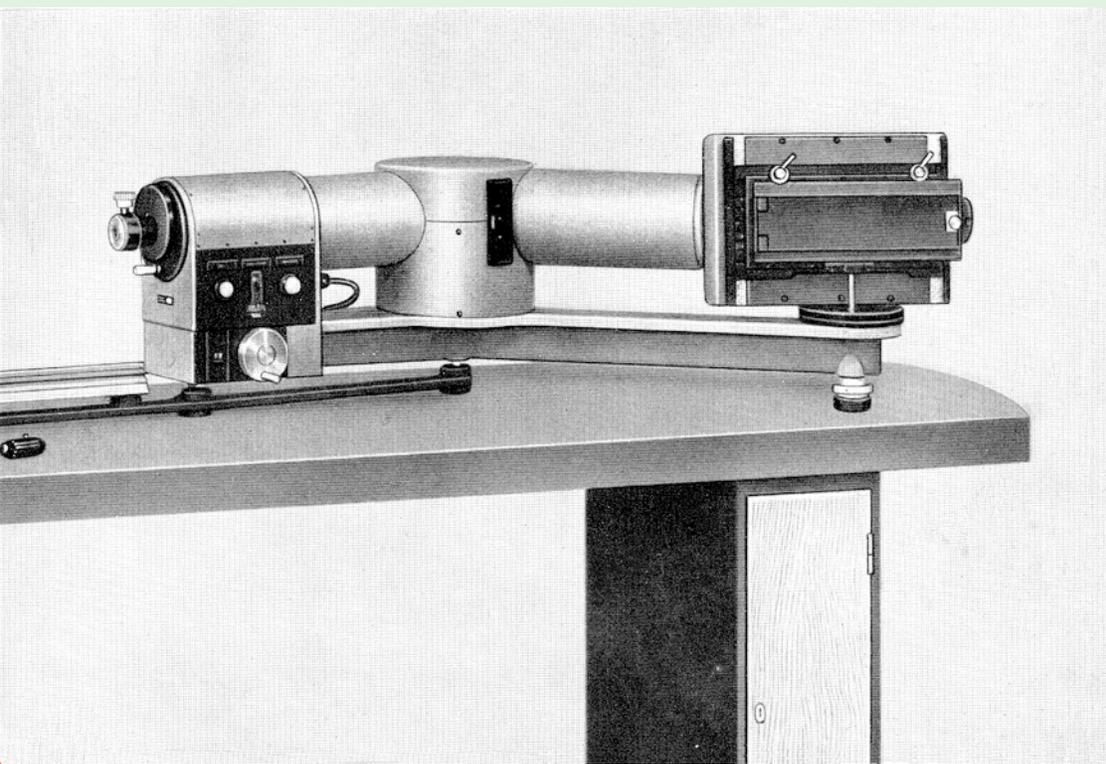


Bild 4. Kamerateil

320527



**Bild 5. Spektrographische Einrichtung mit  
UV-Spektrograph „Q 24“, Funken-  
stativ FS 5 und Funkenerzeuger FF20**



## Zusatzgeräte für eine komplette spektrographische Einrichtung

### Funkenstativ FS 5

Das Funkenstativ FS 5 ist zu einem stabilen Gerät umgestaltet worden, das sowohl elektrisch wie mechanisch hohen Belastungen gewachsen ist und doch die notwendige feinfühligkeit Einstellung der Elektroden während des Betriebs ermöglicht. Alle während der Justierung zu betätigenden Bedienungselemente sind bequem zu erreichen. Die durchbrochene Säule erlaubt, die Leuchte für Elektrodenprojektion hinter dem Stativ anzubringen, so daß der hochspannungsgefährdete Raum zwischen den Elektrodenhalterarmen freibleibt. Ein dunkel gefärbter, aber durchscheinender Schirm vor der Entladungsstrecke schützt die Augen vor UV-Strahlung und verhindert die zufällige Berührung der Elektroden bzw. schaltet automatisch die Hochspannung ab, wenn er beiseite geklappt wird.

### Funkenerzeuger FF 20

Der nach neuen elektrotechnischen Grundsätzen gebaute Funkenerzeuger ist bei quantitativen Analysen erforderlich, um einen konstanten und reproduzierbaren Funkenübergang zwischen den Elektroden zu gewährleisten.

Gegenüber früheren Modellen hat er folgende Vorteile:

- 1** Vergrößerte Kapazität hoher Konstanz
- 2** Hochspannungs-Transformator großer Spannungsfestigkeit
- 3** Regeltransformator und Kontrollgeräte im Primärkreis
- 4** Primärwiderstand und Widerstand quer zur Funkenstrecke
- 5** Zwischenrelais für Fernbedienung
- 6** automatische Sicherungen

Ausführliche Druckschrift: CZ 32-428-1

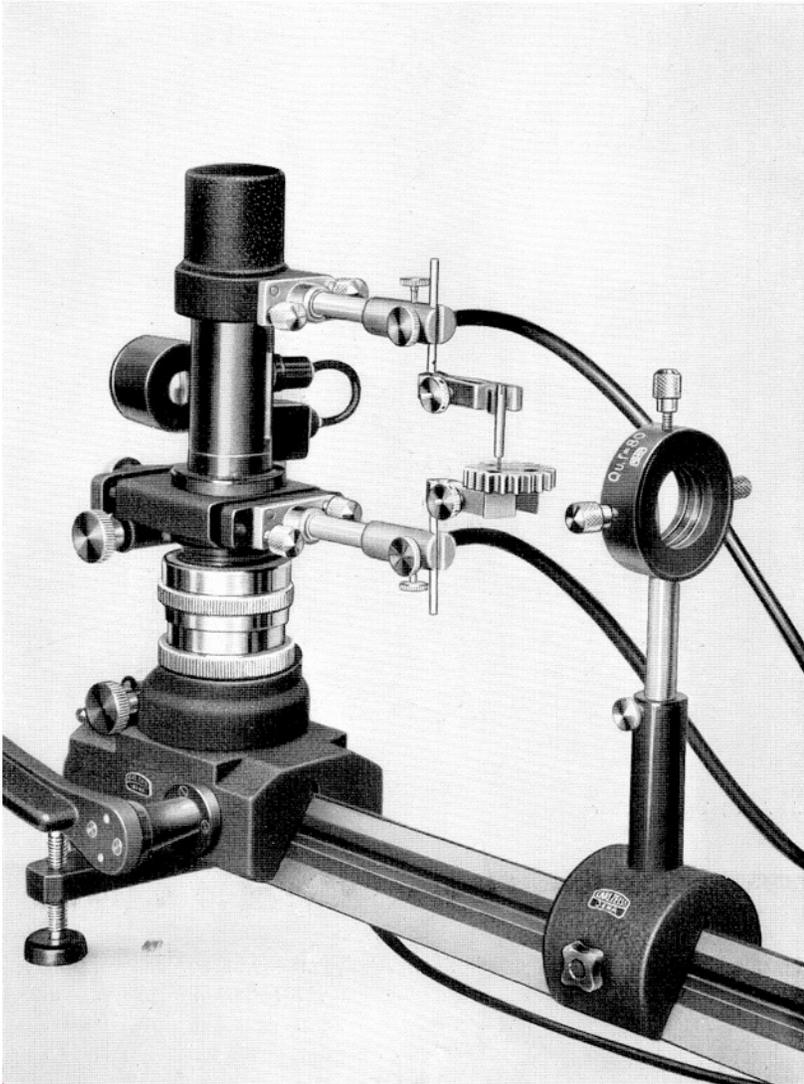


Bild 6. Funkenstativ FS 5 mit Probe und Gegenelektrode

320528

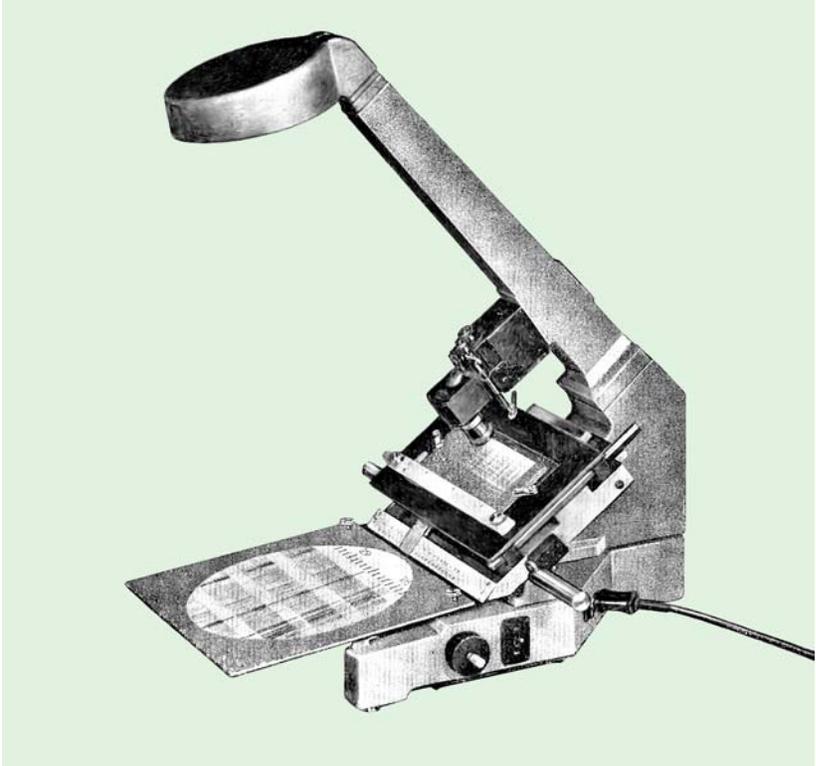


Bild 7. Spektrenprojektor

## Spektrenprojektor

Zu qualitativen und halbquantitativen Analysen sowie zur Auswertung von Absorptionsspektren ist die Betrachtung des vergrößerten Spektrums unentbehrlich. Ausschnitte davon werden 20fach vergrößert auf eine weiße Tischplatte projiziert. Der Beobachter läßt, lediglich durch Betätigen einer Fern-einstellung, das vergrößerte Spektrum an seinem Auge vorüberziehen.

Ausführliche Druckschrift: CZ 32 - 470a-1

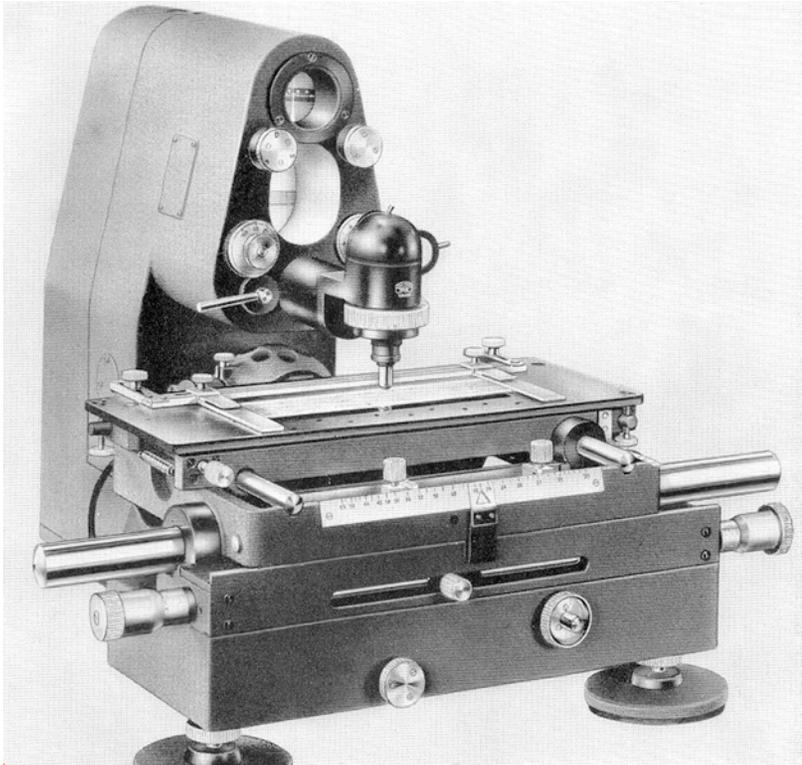


Bild 8. Schnellphotometer

## Schnellphotometer

Mit dem Gerät können genaueste quantitative Bestimmungen zuverlässig durchgeführt werden. Es ist nach den neuesten Erfahrungen so durchkonstruiert, daß es allen Anforderungen entspricht. Die Messungen erfolgen objektiv über ein Photoelement und ein hochempfindliches Spiegelgalvanometer. Vom Arbeitsplatz des Beobachters aus können die Spektrenplatte, der Spalt, auf dem die zu messenden Spektrallinien abgebildet werden, und die Skale zur Ablesung des Galvanometerausschlags übersehen werden.

Ausführliche Druckschrift: CZ 32-616-1



## Auszug aus dem Schrifttum

### Lehrbücher

Gerlach, Wa. u. Schweitzer, E.: Die chemische Emissions-Spektralanalyse, I.: Grundlagen und Methoden.

Leipzig: 1930

Gerlach, Wa. u. Gerlach, We.: Die chemische Emissions-Spektralanalyse. II.: Anwendung in Medizin, Chemie und Mineralogie.

Leipzig: 1933

Moritz, H.: Spektrochemische Betriebsanalyse. Praktische Ratschläge für die Ausführung spektrochemischer Analysen im Betriebslaboratorium.

Stuttgart: 1940

Mandelstam, S. Li Einführung in die Spektralanalyse. 2. Aufl.

Moskau: 1946 (russ.)

Brode, W. R.: Chemical spectroscopy. 5. Aufl.

New York: 1949

Harrison, E. R., Lord, R. C. u. Loofbourow, J. R.: Practical spectroscopy.

New York: 1948 u. 1949

Seith, W. u. Ruthardt, K.: Chemische Spektralanalyse.

Heidelberg: 1949

Twyman, F.: Metal-Spectroscopy.

London: 1951

Leutwein, F.: über die Anwendung der Spektrochemie in der Metallurgie und Montanindustrie.

Berlin: Technik 1953

Scheller, H.: Einführung in die angewandte spektrochemische Analyse.

Berlin: Technik 1953

Löwe, F.: Optische Messungen des Chemikers und des Mediziners. 6. Aufl.

Dresden: Steinkopff 1954

### Tabellen

Lundegårdh, H.: Die quantitative Spektralanalyse der Elemente.

Metallwirtsch., Metallwiss., Metalltechn- 17 (1938)

Harrison, E. R.: Wavelength Tables.  
New York: Technology Press 1939

Kayser, H.: Tabelle der Hauptlinien der Linienspektren aller Elemente, nach Wellenlängen geordnet. 2. Aufl., bearb. von R. Ritschi.  
Berlin: 1939

Meggers, W. F.: Neue Tabelle der letzten Linien. In: Notes on the Physical Basis for Spectrographic Analysis.  
J. Opt. Soc. Amer. **31** (1941) S. 39-46

Gerlach-Riedl: Tabellen zur qualitativen Analyse, III. 2. Aufl.  
Leipzig: 1942

Zaidel, A. N-, Prokofjew, V. K. u. Raikii, S. M.: Tabelle der Spektrallinien.  
Moskau-Leningrad: Staatsverlag technisch-theoretischer Literatur 1952

## Atlanten

Scheibe, G., Linström, C. F., Limmer, H. u. a.: Tabelle des Funken- und Bogenspektrums des Eisens. Teil I. Berlin: 1933  
Teile II u. III. Berlin: 1935

Gatterer, A. u. Junkes, J.: Atlas der Restlinien von 30 Elementen, jede Linie in drei Stärken, in Berührung mit dem Fe-Spektrum.  
Rom: 1936

Löwe, F.: Atlas der Analysenlinien der wichtigsten Elemente mit Tabelle, jede Linie in drei Stärken mit  $\lambda$ -Teilung. 2. Aufl.  
Dresden: Steinkopff 1936

Gatterer, A.: Spektralreines Eisen.  
Pontif. Acad. Sci. Teil I. Rom: 1937  
Teil II. Rom: 1938

Gössler, F.: Bogen- und Funkenspektrum des Eisens von 4555 bis 2227 Å mit gleichzeitiger Angabe der Analysenlinien der wichtigsten Elemente.  
Jena: Fischer 1942

## Bestellliste

Benennung	Gewicht kg	Bestell- nummer	Bestell- wort
<b>Ausrüstung</b>			
UV-Spektrograph „Q 24“ mit Metallkas- sette für Platten 6×24, Quarzkondensor f = 200 mm zum Aufsetzen auf den Spalt, 1 Satz Spaltblenden, Justierkappe und Drei- kantschiene von 1 m Länge.....	103,000	32 33 60	<i>Uleam</i>
Spezial-Transportkiste .....	60,000	32 93 07	<i>Ulhis</i>
Dreistufenfilter mit 10, 100 und 50% Durch- lässigkeit, auf Quarzkondensor f = 200 mm, in Behälter.....	0,100	32 86 01	<i>Ujzzo</i>
Ibsorverschluß mit Drahtauslöser, auf Säule mit Reiter .....	1,300	32 76 50	<i>Uethy</i>
Quarz-kondensor f = 160 mm, Ø = 15 mm, in Fassung mit Blendscheibe, auf Säule mit Reiter .....	1,500	32 81 06	<i>Uleco</i>
Quarz-kondensor f = 80 mm, Ø = 40 mm, in Justierfassung mit Quarzschutzscheibe in Aufsteckfassung, auf Säule mit Reiter .....	1,500	32 81 05	<i>Uledp</i>
Aplanatische Einschlaglupe 10× .....	0,050	60 60 11	<i>Eebge</i>
Funkenstativ FS 5 mit 2 Elektrodenhaltern, auf Reiter .....	9,200	32 70 14	<i>Uleer</i>
1 Paar Elektrodenhalter extra .....	0,160	32 70 23	<i>Ueynz</i>
Beleuchtungseinrichtung zur Projektion der Elektroden, mit Zuleitung, Schalter und Stecker .....	1,200	32 70 21	<i>Ulefs</i>
Funkenerzeuger FF 20 mit eingebauten Kon- densatoren 9000 pF und Fernschaltleitung	165,000	32 77 06	<i>Ulegt</i>
Regelbarer Zusatzwiderstand 2,2 ••• 4 A 100 Ω mit Skale zur Einstellung der Wider- standswerte mit Anschlußleitung .....	4,500	32 75 10	<i>Uetef</i>

Benennung	Gewicht kg	Bestell- nummer	Bestell- wort
Spezial-Transportkiste zum Funkenerzeuger	167,000	32 93 06	<i>Ulhjt</i>
Atlas „Bogen- und Funkenspektrum des Eisens“ von F. Gößler.....	1,230	32 34 31	<i>Ukilt</i>
Spektrenprojektor .....	40,000	32 60 32	<i>Ulhku</i>
Schnellphotometer mit Spiegelgalvanometer	50,000	32 40 31	<i>Ulcym</i>
Perfol-Schutzhülle zum Schnellphotometer	0,200	32 96 15	<i>Ulgfp</i>
Transportkiste zum Schnellphotometer .....	150,000	32 94 05	<i>Ulekx</i>
Ausrüstung für Wechselstrom 220 V .....	740,000	32 33 01	<i>Ulcod</i>
<b>Ergänzungsteile</b>			
Metallkassette für Platten 9×24 .....	1,300	32 34 33	<i>Ulemz</i>
Metallkassette für Platten 9×12 .....	1,200	32 34 35	<i>Ulena</i>
Sechsstufenfilter mit 100, 40, 16, 10, 6 und 4% Durchlässigkeit, auf Quarzkondensator f = 200 mm, in Behälter .....	0,100	32 86 04	<i>Ukibi</i>
Quarz-Platinfilter mit 10% Durchlässigkeit, Ø = 17 mm, in Fassung, zum Aufstecken auf Quarzkondensator f = 160 mm .....	0,050	32 86 07	<i>Uhbal</i>
Quarz-Platinfilter mit 30% Durchlässigkeit, Ø = 17 mm, in Fassung, zum Aufstecken auf Quarzkondensator f=160 mm .....	0,050	32 86 08	<i>Uhbdo</i>
Reiter zur Beleuchtungseinrichtung für Rückwärtsprojektion mit dem Funkenstativ FS 5	1,000	32 70 33	<i>Uleob</i>
dazu Zusatzlinse, in Fassung .....	0,050	32 70 34	<i>Ulepc</i>
Zusatz-Kondensatoren 3000 pF zum FF 20	4,000	32 77 72	<i>Ulerd</i>
Zusatz-Kondensatoren 6000 pF zum FF 20	8,000	auf Anfrage	

Die angegebenen Gewichte sind nur annähernd und unverbindlich.

# ZEISS

## FERTIGUNGSPROGRAMM

Mikroskope	Phototheodolit
Mikrophotographische Geräte	Sfereokomparator
Mikroprojektionsgerät	Spiegelstereoskop
Lumineszenzeinrichtung	Photozellen
Zusatzgeräte für Mikroskopie	Photoelemente
Elektronenmikroskop	Sekundärelektronen-Vervielfacher
Kolposkope	Optische Teile aus synthetischen Kristallen
Operationsmikroskop	Schwingquarze
Ohrlupe	Ultraschallgeräte
Beleuchtungseinrichtungen für Operationssäle	Photographische Objektive
Mundleuchte	Kino- Aufnahme- und Projektionsobjektive
Geräte zur Untersuchung der Augen	Reproduktionsoptik
Geräte zur Bestimmung und Prüfung von Brillen	Prismenvorsätze für Stereoaufnahmen
Lupe	Tonkinokoffer-Anlagen 35 mm und 16 mm
Refraktometer	Stummfilmkoffer 16 mm
Laboratoriums-Interferometer	Epidiaskope
Handspektroskope	Kleinbildwerfer
Spiegelmonochromator	Röntgendiaskop
UV-Spektrograph Q 24	Röntgenschirmbildkameras
Lichtelektrische Photometer	Aufnahme- und Lesegeräte für Dokumentation
Pulfrich-Photometer	Schreibprojektor
Polarimeter	Feldstecher
Konimeter	Theatergläser
Abbe-Komparator	Zielfernrohre
Skalengalvanometer	Refraktoren
Schleifengalvanometer	Astrographen
Elektrometer	Spiegelteleskope
Schlierengerät	Schulferröhre
Mechanische Geräte für Längen- und Gewindemessungen	Aussichtsfernrohre
Zahnradprüfgeräte	Kuppeln
Optisch-mechanische Geräte für Längen-, Gewinde- und Profilmessungen	Spektrographen
Geräte für Winkel-, Teilungs- und Fluchtungsprüfungen	Passagegeräte
Profilprojektoren	Großplanetarium
Interferenzkomparator	Kleinplanetarium
Endmaße	Punktal-, Uro-Punktal- und Umbral-Brillengläser
Nivelliere	Katragläser
Theodolite	Zweistärkengläser
Reduktions-Tachymeter	Haftgläser
Zusatzeinrichtungen	Fernrohrbrillen
	Lupebrillen

*Druckschriften stellen wir gern zur Verfügung*



Druckschriften Nr. **CZ 32-360-1**

Waren-Nr. 37183500

III-18-78 A 300/54/DDR



**Reproduktionen einiger  
mit dem „Q 24“ aufgenommenen Spektren**



# Spektrum des Fe-Bogens

(etwa 40fache Vergrößerung des Originals)  
Öffnungsverhältnis 1:15 - Spaltbreite 0.005 mm



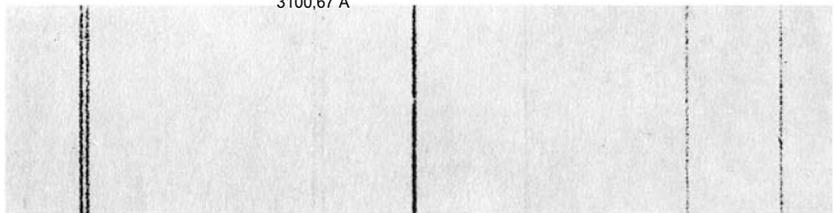
2383,06 Å  $\Delta = 0,19$  Å  
2383,25 Å

2373,62 Å  $\Delta = 0,11$  Å  
2373,73 Å



3099,97 Å  $\Delta = 0,34$  Å  
3100,31 Å  $\Delta = 0,36$  Å  
3100,67 Å

3083,75 Å



3305,98 Å  $\Delta = 0,38$  Å  
3306,36 Å

3286,76 Å

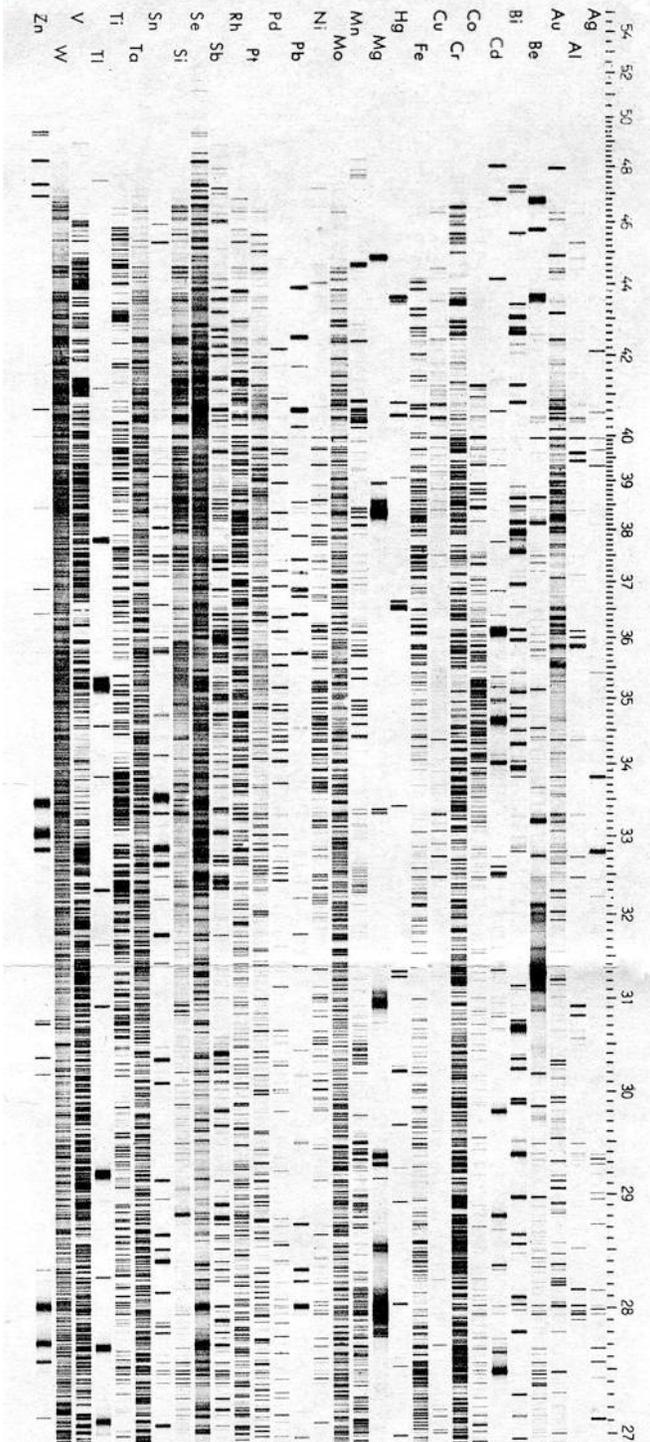


3922,92 Å

3886,29 Å  $\Delta = 0,76$  Å  
3887,05 Å

# Funkenspektren von 29 Elementen

(etwa 1,8fache Vergrößerung des Originals)



27  
26  
25  
24  
23  
22  
21

1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
10  
11  
12  
13  
14  
15  
16  
17  
18  
19  
20  
21  
22  
23  
24  
25  
26  
27  
28  
29  
30  
31  
32  
33  
34  
35  
36  
37  
38  
39  
40  
41  
42  
43  
44  
45  
46  
47  
48  
49  
50  
51  
52  
53  
54  
55  
56  
57  
58  
59  
60  
61  
62  
63  
64  
65  
66  
67  
68  
69  
70  
71  
72  
73  
74  
75  
76  
77  
78  
79  
80  
81  
82  
83  
84  
85  
86  
87  
88  
89  
90  
91  
92  
93  
94  
95  
96  
97  
98  
99  
100  
101  
102  
103  
104  
105  
106  
107  
108  
109  
110  
111  
112  
113  
114  
115  
116  
117  
118  
119  
120  
121  
122  
123  
124  
125  
126  
127  
128  
129  
130  
131  
132  
133  
134  
135  
136  
137  
138  
139  
140  
141  
142  
143  
144  
145  
146  
147  
148  
149  
150  
151  
152  
153  
154  
155  
156  
157  
158  
159  
160  
161  
162  
163  
164  
165  
166  
167  
168  
169  
170  
171  
172  
173  
174  
175  
176  
177  
178  
179  
180  
181  
182  
183  
184  
185  
186  
187  
188  
189  
190  
191  
192  
193  
194  
195  
196  
197  
198  
199  
200  
201  
202  
203  
204  
205  
206  
207  
208  
209  
210  
211  
212  
213  
214  
215  
216  
217  
218  
219  
220  
221  
222  
223  
224  
225  
226  
227  
228  
229  
230  
231  
232  
233  
234  
235  
236  
237  
238  
239  
240  
241  
242  
243  
244  
245  
246  
247  
248  
249  
250  
251  
252  
253  
254  
255  
256  
257  
258  
259  
260  
261  
262  
263  
264  
265  
266  
267  
268  
269  
270  
271  
272  
273  
274  
275  
276  
277  
278  
279  
280  
281  
282  
283  
284  
285  
286  
287  
288  
289  
290  
291  
292  
293  
294  
295  
296  
297  
298  
299  
300  
301  
302  
303  
304  
305  
306  
307  
308  
309  
310  
311  
312  
313  
314  
315  
316  
317  
318  
319  
320  
321  
322  
323  
324  
325  
326  
327  
328  
329  
330  
331  
332  
333  
334  
335  
336  
337  
338  
339  
340  
341  
342  
343  
344  
345  
346  
347  
348  
349  
350  
351  
352  
353  
354  
355  
356  
357  
358  
359  
360  
361  
362  
363  
364  
365  
366  
367  
368  
369  
370  
371  
372  
373  
374  
375  
376  
377  
378  
379  
380  
381  
382  
383  
384  
385  
386  
387  
388  
389  
390  
391  
392  
393  
394  
395  
396  
397  
398  
399  
400  
401  
402  
403  
404  
405  
406  
407  
408  
409  
410  
411  
412  
413  
414  
415  
416  
417  
418  
419  
420  
421  
422  
423  
424  
425  
426  
427  
428  
429  
430  
431  
432  
433  
434  
435  
436  
437  
438  
439  
440  
441  
442  
443  
444  
445  
446  
447  
448  
449  
450  
451  
452  
453  
454  
455  
456  
457  
458  
459  
460  
461  
462  
463  
464  
465  
466  
467  
468  
469  
470  
471  
472  
473  
474  
475  
476  
477  
478  
479  
480  
481  
482  
483  
484  
485  
486  
487  
488  
489  
490  
491  
492  
493  
494  
495  
496  
497  
498  
499  
500  
501  
502  
503  
504  
505  
506  
507  
508  
509  
510  
511  
512  
513  
514  
515  
516  
517  
518  
519  
520  
521  
522  
523  
524  
525  
526  
527  
528  
529  
530  
531  
532  
533  
534  
535  
536  
537  
538  
539  
540  
541  
542  
543  
544  
545  
546  
547  
548  
549  
550  
551  
552  
553  
554  
555  
556  
557  
558  
559  
560  
561  
562  
563  
564  
565  
566  
567  
568  
569  
570  
571  
572  
573  
574  
575  
576  
577  
578  
579  
580  
581  
582  
583  
584  
585  
586  
587  
588  
589  
590  
591  
592  
593  
594  
595  
596  
597  
598  
599  
600  
601  
602  
603  
604  
605  
606  
607  
608  
609  
610  
611  
612  
613  
614  
615  
616  
617  
618  
619  
620  
621  
622  
623  
624  
625  
626  
627  
628  
629  
630  
631  
632  
633  
634  
635  
636  
637  
638  
639  
640  
641  
642  
643  
644  
645  
646  
647  
648  
649  
650  
651  
652  
653  
654  
655  
656  
657  
658  
659  
660  
661  
662  
663  
664  
665  
666  
667  
668  
669  
670  
671  
672  
673  
674  
675  
676  
677  
678  
679  
680  
681  
682  
683  
684  
685  
686  
687  
688  
689  
690  
691  
692  
693  
694  
695  
696  
697  
698  
699  
700  
701  
702  
703  
704  
705  
706  
707  
708  
709  
710  
711  
712  
713  
714  
715  
716  
717  
718  
719  
720  
721  
722  
723  
724  
725  
726  
727  
728  
729  
730  
731  
732  
733  
734  
735  
736  
737  
738  
739  
740  
741  
742  
743  
744  
745  
746  
747  
748  
749  
750  
751  
752  
753  
754  
755  
756  
757  
758  
759  
760  
761  
762  
763  
764  
765  
766  
767  
768  
769  
770  
771  
772  
773  
774  
775  
776  
777  
778  
779  
780  
781  
782  
783  
784  
785  
786  
787  
788  
789  
790  
791  
792  
793  
794  
795  
796  
797  
798  
799  
800  
801  
802  
803  
804  
805  
806  
807  
808  
809  
810  
811  
812  
813  
814  
815  
816  
817  
818  
819  
820  
821  
822  
823  
824  
825  
826  
827  
828  
829  
830  
831  
832  
833  
834  
835  
836  
837  
838  
839  
840  
841  
842  
843  
844  
845  
846  
847  
848  
849  
850  
851  
852  
853  
854  
855  
856  
857  
858  
859  
860  
861  
862  
863  
864  
865  
866  
867  
868  
869  
870  
871  
872  
873  
874  
875  
876  
877  
878  
879  
880  
881  
882  
883  
884  
885  
886  
887  
888  
889  
890  
891  
892  
893  
894  
895  
896  
897  
898  
899  
900  
901  
902  
903  
904  
905  
906  
907  
908  
909  
910  
911  
912  
913  
914  
915  
916  
917  
918  
919  
920  
921  
922  
923  
924  
925  
926  
927  
928  
929  
930  
931  
932  
933  
934  
935  
936  
937  
938  
939  
940  
941  
942  
943  
944  
945  
946  
947  
948  
949  
950  
951  
952  
953  
954  
955  
956  
957  
958  
959  
960  
961  
962  
963  
964  
965  
966  
967  
968  
969  
970  
971  
972  
973  
974  
975  
976  
977  
978  
979  
980  
981  
982  
983  
984  
985  
986  
987  
988  
989  
990  
991  
992  
993  
994  
995  
996  
997  
998  
999  
1000