

AUTOMATICKÝ REGISTRAČNÝ FOTOMETER*

DUŠAN HALAMA

Katedra technickej mikrobiológie a biochémie Slovenskej vysokej školy technickej v Bratislave

Papierová chromatografia je dnes už bežnou laboratórnou metódou, najmä v práci s materiálom biologického pôvodu. Okrem hlavnej výhody — rozdelenia zmesi látok na zložky i v malých množstvách — poskytuje aj možnosť ich kvantitatívneho stanovenia. Metód na kvantitatívne vyhodnocovanie papierových chromatogramov je veľa. Kolorimetrické stanovenie oddelených látok po elúcii ich škvŕn (alebo iné, napr. titračné stanovenie látky v eluáte), meranie plochy škvŕn a priama fotometria týchto škvŕn — to sú tri hlavné skupiny spomenutých metód. Z nich posledná sa nám zdá najvýhodnejšia pre svoju rýchlosť a možnosť zautomatizovania, čo dovoľuje vyhodnotiť veľké množstvo chromatogramov. Má však i nevýhodu v tom, že vyžaduje špeciálny prístroj alebo aspoň adaptér k inému fotometrickému zariadeniu. Keďže sa tieto zariadenia u nás nevyrábajú, v mnohých laboratóriách sa pracuje s vlastnými konštrukciami. Odhaduje sa, že najmenej v osemdesiatich laboratóriách zostrojili alebo zostrojujú vlastné konštrukcie vyhodnocovacích prístrojov [4], čo samo osebe je nepriamym dôkazom užitočnosti tejto metódy.

Na našej katedre sme zostrojili fotometrické zariadenie pre vyhodnocovanie prúžkov chromatogramov a elektroforegramov, ktoré meria a automaticky registruje intenzitu odrazeného svetla. I keď proti tomuto spôsobu merania sa namieta, že priamková časť kalibračnej krivky je oveľa menšia než pri meraní prechádzajúcim svetlom (napr. [2]), je to vyvážené skutočnosťou, že sa pri meraní odrazeného svetla nehomogenita papiera prejaví iba veľmi málo.

Pri návrhu tohto zariadenia sme vychádzali z typu, ktorý zostrojili J. F e l l e g i a L. S l á m a [3]. Z ich prístroja sa použil najmä princíp merania dvojicou obdĺžnikových fotočlánkov; svetlo dopadá na chromatogram kolmo a po odraze sa meria pri priemernom uhle 45°

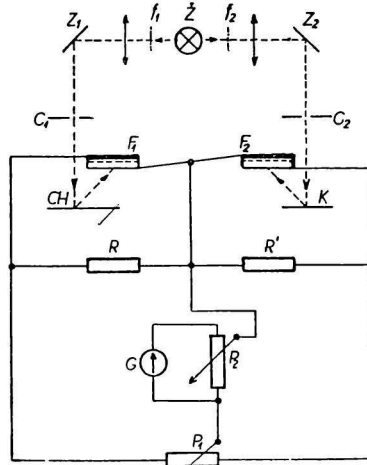
Aj elektrické zapojenie je podobné ako pri spomenutom prístroji. Trocha inak je však upravená regulácia citlivosti galvanometra a fotometer je stavaný opticky a elektricky súmerne. Okrem toho fotometer má vlastný plynule regulovateľný posun chromatogramov a vstavané odpory a potenciometre sú meniteľné. Prístroj pracuje automaticky i vyše hodiny.

Opis fotometra

P r i n c í p. Na obr. 1 je uvedená základná schéma fotometra. Svetlo žiarovky prechádza rovnako v meracej i kompenzačnej časti cez optické filtre, sústreďuje sa kondenzormi

* V skrátenej forme bolo prednesené na I. vedeckej konferencii Chemickej fakulty SVŠT v Bratislave 1956.

(spojné šošovky), odráža sa zrkadlami cez premenné clonky na pohybujúci sa chromatogram (v meracej časti) alebo na kúsok chromatografického papiera, prípadne na odraznú doštičku (v kompenzačnej časti). Odtiaľ sa pod priemerným uhlom 45° odráža na dvojice fotočlánkov (v schéme sme pre prehľadnosť zakreslili iba po jednom fotočlánku). Rozdielne osvetlenie fotočlánkov, spôsobené pohltením časti dopadajúceho svetla farebnými škvrnami chromatogramu, registruje sa pomocou zrkadlového galvanometra.



Obr. 1. Zjednodušená schéma fotometra.

Z — žiarovka fotometra; f_1, f_2 — optické filtre; Z_1, Z_2 — zrkadlá; Ch — chromatogram; K — obdĺžnik chromatografického papiera (za ním i za chromatogramom sú odrazné keramické doštičky); c_1, c_2 — meniteľné clonky; F_1, F_2 — dvojice fotočlánkov (pre jednoduchosť znázornené po jednom článku); $R = R'$ — meniteľné odpory; P_1 — meniteľné potenciometre pre nastavenie nuly galvanometra; P_2 — meniteľné potenciometre pre plynulú reguláciu citlivosti galvanometra G ; G — zrkadlový galvanometer.

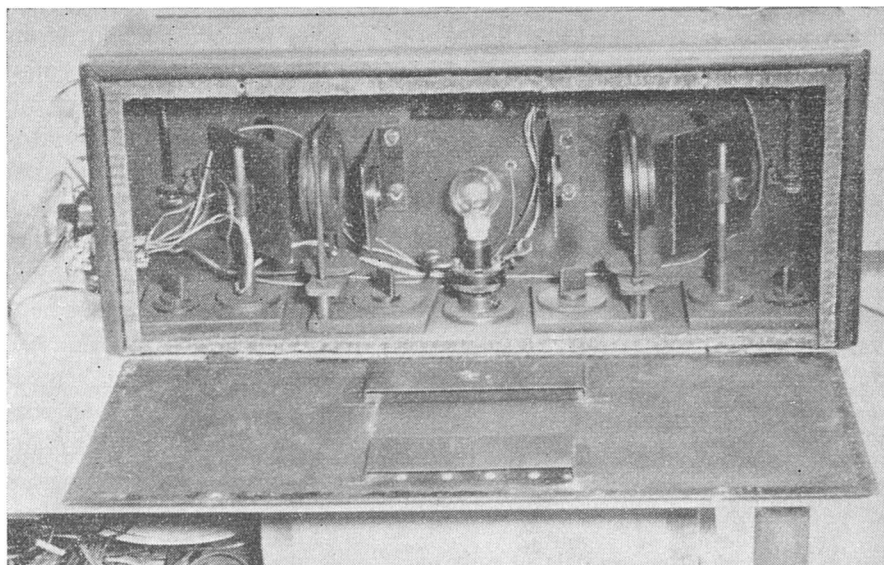
Aby sa citlivosť fotometra dala plynule meniť, galvanometer sa shuntuje potenciometrom P_2 . Potenciometer P_1 slúži na nastavenie nuly galvanometra pri začatí merania. Paralelne s fotočlánkami sú zapojené odpory (R a R'), ktoré menia súčasne charakter závislosti prúdu fotočlánkov od ich osvetlenia i citlivosť celého prístroja. Preto tieto odpory, podobne ako potenciometre, sú premenné a prepájateľné. Podrobnosti ich zapojenia a príslušné vysvetlivky sú na obr. 4.

Celé zariadenie sa skladá z viacerých častí: zo skrinky vlastného fotometra, zo zrkadlového galvanometra s lampou, optického kimografu a z regulačnej skrinky, v ktorej je sústredené ovládanie všetkých častí. Napätie zo siete sa odoberá cez magnetický stabilizátor napätia.

V l a s t n ý f o t o m e t e r je kovová skrinka o rozmeroch $20 \times 20 \times 50$ cm, rozdelená na dve časti izolačnou doskou. V jednej časti je žiarovka (6 V, 30 W), optické filtre, kondenzory, zrkadlá a skrutky na reguláciu premenných cloniek. Svetlo žiarovky po prechode filtermi a kondenzormi sa zrkadlami odráža do druhej časti fotometra. Tu sa znovu odráža zrkadlami smerom nahor, prechádza regulovateľnými clonkami a cez štrbiny v hornej ploche fotometra dopadá na pohybujúci sa chromatogram (v meracej časti) alebo na kúsok chromatografického papiera (v kompenzačnej časti). Odtiaľ sa odráža na dvojice selénových fotočlánkov pod priemerným uhlom 45° . V tejto časti fotometra sa

nachádza ďalej zariadenie pre posun chromatogramu. Zariadenie sa skladá z motora (24 V jednosmerný), ktorý cez prevody poháňa ryhovaný duralový valček. Naň sa chromatogram pritláča váhou druhého, mosadzného valčeka a pohybuje sa v žliabku hornej plochy fotometra. Na štrbinu v hornej ploche fotometra sa pritláča bielu keramickú odraznou doštičkou, ktorá súčasne odráža nazad časť lúčov presvecujúcich chromatogram, podobne ako je to pri fotometri J. Fellegiho a L. Slámu. Žliabok i štrbina sú stavané pre maximálnu šírku chromatogramov 35 mm. Vymeniteľnými plechovými vložkami sa môžu upraviť pre chromatogramy užšie (30 mm alebo 20 mm).

Celkový pohľad na osvetľovaciu časť fotometra je zrejmy z obr. 2.



Obr. 2. Fotometer.

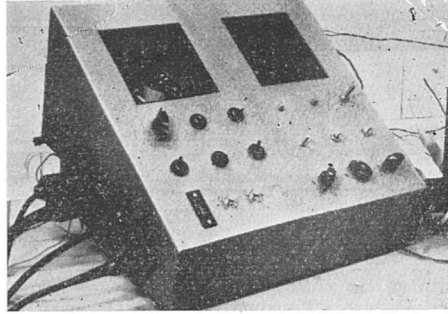
Po odklopení bočnej steny vidieť jeho osvetľovaciu časť: v strede žiarovka, po oboch stranách súmerne: optické filtre (používajú sa filtre z Langeho kolorimetra), kondenzory a zrkadlá.

V regulačnej skrinke (obr. 3) je sústredené ovládanie celého prístroja. V jej pravej časti sú odpory a potenciometre s príslušnými prepínačmi, ktoré patria k vlastnému fotometru. Podrobnosti ich zapojenia sú zrejme zo schémy na obr. 4. Optimálne hodnoty týchto odporov a potenciometrov sa zistili pokusne registráciou papiera s pravidelnými priečnymi čiarami; jeden z takýchto záznamov je uvedený na obr. 5.

Funkcia daného zapojenia sa vysvetlila pri uvádzaní princípu merania a na obr. 1. Treba pripomenúť, že na rozdiel od obr. 1 sa v schéme uvedenej na obr. 4 používa iné označenie (napr. odpory R a R' z obr. 1 sú tu uvedené ako $R_3, R_4, R_5, R_6, R_7, R_8$; podobne potenciometre P_1 a P_2 z obr. 1 ako $R_9, R_{10}, R_{11}, R_{12}, R_{13}, R_{14}$).

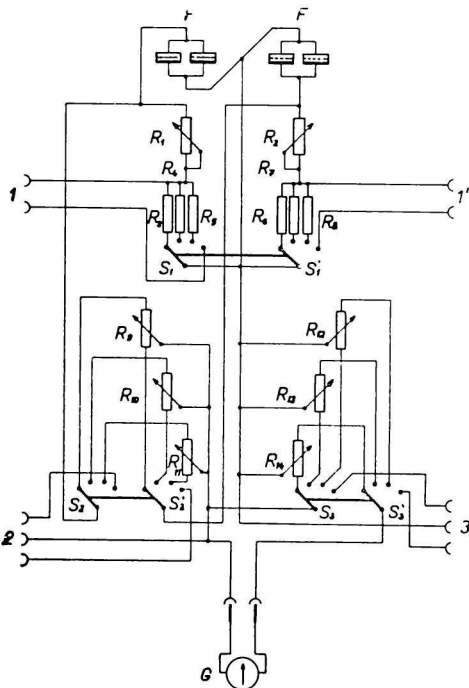
V ľavej časti regulačnej skrinky sú sústredené súčiastky „napájacej“ a ovládacej časti, zapojené podľa schémy na obr. 6.

Táto časť sa zapína tlačidlom TZ cez spínač ST a odpor R_1 ; zapnutie indikuje tlejivka D . Transformátor TR (220/24/6/6 V) sa napája cez magnetický stabilizátor napätia. Kimograf je zapojený na zástrčku δ cez vypínač S_1 . Zástrčky s napätím 220 V sú chránené poistkami P_1 až P_4 . Celé zariadenie sa vypína vypínačom TV . Skrinka vlastného fotometra je na regulačnú skrinku zapojená dvoma káblíkmi. Jedným trojpramenným káblíkom sú zapojené fotočlánky (na obr. 4 nezakreslené). Ostatné časti zariadenia sú zapojené



Obr. 3. Regulačná skrinka.

Vidieť bočný a predný panel (po odobratí štítku). V ľavej polovici sú umiestnené časti ovládacieho zariadenia, v pravej časti meracieho zariadenia. V otvore vľavo je časť transformátora a usmerňovača, vpravo súprava odporov.



Obr. 4. Schéma meracej časti fotometra.

F — selénové fotočlánky typu VÚPEF 20/40; $R_1=R_2=250\ \Omega$ — odpory pre vyrovnanie nerovnakých odporov fotočlánkov; R_3-R_8 — odpory zapojené paralelne s fotočlánkami (odpovedajú odporom R_1 a R_2 na obr. 8), s hodnotami: $R_3=R_6=400\ \Omega$, $R_4=R_7=1600\ \Omega$, $R_5=R_8=3000\ \Omega$; R_9-R_{11} — potenciometre pre nastavenie nulového bodu galvanometra (P_1 na obr. 8) s hodnotami: $R_9=240\ \Omega$, $R_{10}=5000\ \Omega$, $R_{11}=25000\ \Omega$; $R_{12}-R_{14}$ — bočník (shunt) pre reguláciu citlivosti, $R_{12}=10000\ \Omega$, $R_{13}=3000\ \Omega$, R_{14} — rezerva, zatiaľ nezapojené; G — zrkadlový galvanometer; $S_1=S'_1$, $S_2=S'_2$, $S_3=S'_3$ — prepínače. V skrinke fotometra sú umiestnené fotočlánky F . Odpory, potenciometre a prepínače sú v regulačnej skrinke.

Vonkajšie zdiery na preskúšanie obvodov a zapojenie ľubovoľných odporov alebo potenciometrov sú označené číslami: 1 a 1' pre zapojenie odporov (porov. R a R' na obr. 1), 2 a 3 pre zapojenie potenciometrov (porov. P_1 a P_2 na obr. 1).

sedempramenným káblikom a sedempólovou zástrčkou, ktorá je na obr. 6 vpravo dolu označená číslami 1 až 7.

Transformátor TR transformuje sieťové stabilizované napätie 220 V na 24 V a dvakrát po 6 V. 24 V prúd sa usmerňuje pomocou selénového usmerňovača U , vyrovnáva sa kondenzátorom C a cez vypínač S_5 sa používa na pohon motorčeka M posunu chromatogramov v skrinke vlastného fotometra. Otáčky tohto motorčeka sa regulujú pomocou potenciometra R_2 (zapojeného ako premenný odpor). S prevodmi posunovacieho zariadenia je spojený spínač RA , ktorý v pravidelných intervaloch uzatvára okruh v zásuvke 12 regulačnej skrinky. Na túto zásuvku je zapojená „abscisová“ lampa, ktorá takto na zázname kimografu vytvára pravidelné priečne čiary. Z nich sa potom odčíta mierka



Obr. 5. Zisťovanie optimálnych kombinácií odporov a potenciometrov.

Namiesto chromatogramu sa do žliabku fotometra umiestil pásik obyčajného papiera s pravidelnými priečnymi čiarami. Tieto sa registrovali pri rôznych hodnotách odporov a potenciometrov (R , R' , P_1 , P_2 zo schémy na obr. 1). Pre registráciu sa použila registračná časť Heyrovského polarografu.

záznamu, ktorá závisí od pomeru rýchlostí posunov chromatogramu a kimografického papiera. Žiarovka fotometra Z sa napája 6 V striedavým napätím cez vypínač S_4 . Vo vlastnom fotometri je ďalej umiestený automatický vypínač RB , ktorý po prejdení posledného chromatogramu vypne (cez 24 V spínač ST) celé zariadenie. Takto sa súčasne uzavrie okruh v zásuvke 10. Na túto zásuvku je zapojené signalizačné zariadenie, ktoré upozorní bzučiacom umiesteným mimo miestnosti s fotometrom na vypnutie prístroja.

Na zásuvku 11 cez vypínač S_3 je vyvedené napätie 6 V, ktoré sa používa pre lampu galvanometra alebo pre „abscisová“ lampu.

Zásuvka 9 s vypínačom S_2 je rezervná a môže sa používať na vypínanie lampy galvanometra kvôli jednoduchému označovaniu kriviek zaznamenaných kimografom. Pri používanom kimografe (výrobok n. p. Keramos) je lampa galvanometra napájaná z transformátora kimografu (12 V).

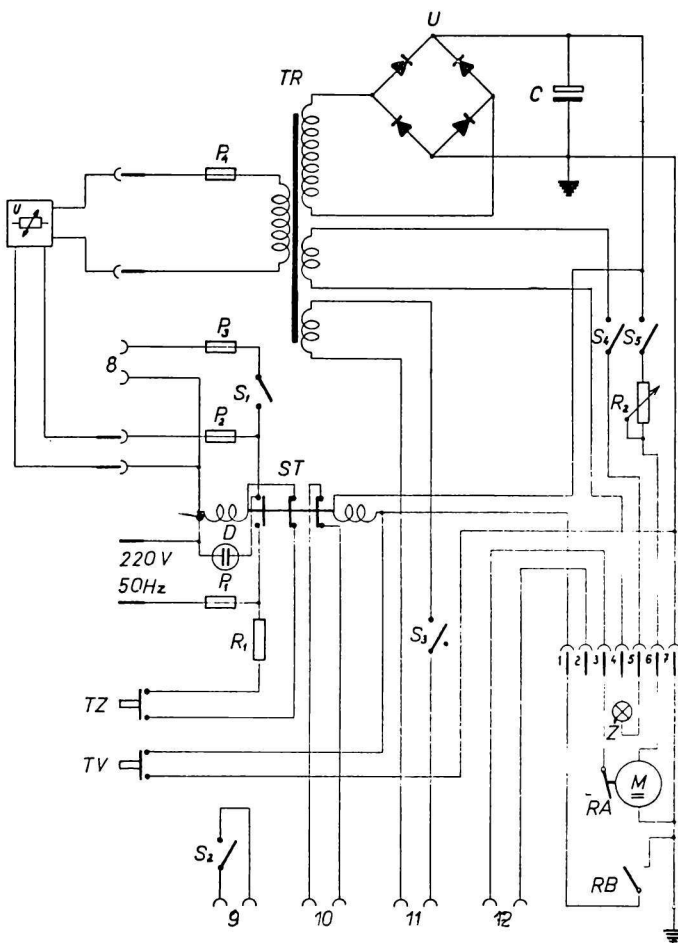
Rozmiestenie prístrojov automatického fotometra je zrejmé z obr. 7.

Z r k a d l o v ý g a l v a n o m e t e r sa najprv použil z Heyrovského polarografu. Teraz sa používa zrkadlový galvanometer Metra DGrZ s vnútorným odporom 460Ω , s dobou kyvu asi 2,5 sek. Rýchlosť registrácie chromatogramov je do $5 \text{ cm} \cdot \text{min}^{-1}$. *

Napätie je stabilizované magnetickým stabilizátorom napätia Tesla BM 206. Pri kolísaní napätia siete od 160 V do 260 V (preskúšané pomocou regulačného transformátora) takáto stabilizácia úplne vyhovuje.

Použitý optický kimograf je výrobkom n. p. Keramos v Brne. Rýchlosť posunu fotografického papiera má meniteľnú od $0,12 \text{ mm} \cdot \text{s}^{-1}$.

* Po napísaní tohto článku sa zmenou prevodov podarilo zvýšiť rýchlosť posunu chromatogramov na $20 \text{ cm} \cdot \text{min}^{-1}$, pre ktorú tento galvanometer ešte celkom dobre vyhovuje.



Obr. 6. Schéma ovládacej časti.

U — stabilizátor napätia Tesla BM 206; TZ , TV — zapínanie a vypínacie tlačidlo hlavného vypínača ST ; TR — transformátor 220 V/24 V, 1 A/6 V, 5 A/6 V, 5 A; C — kondenzátor k selénovému usmerňovaču; D — neónová tlejivka, $R_1 = 400 \Omega$; $P_1 - P_4$ — poisťky; $S_1 - S_5$ — vypínače: S_1 = vypínač kimografu, S_2 = vypínač lampy zrkadlového galvanometra (ak je napájaná od kimografu), S_3 = vypínač lampy zrkadlového galvanometra (ak je napájaná z regulačnej skrinky), S_4 = vypínač žiarovky fotometra, S_5 = vypínač motora M zariadenia pre posun chromatogramov, $R_2 = 80 \Omega$ potenciometer na reguláciu otáčok motora M .

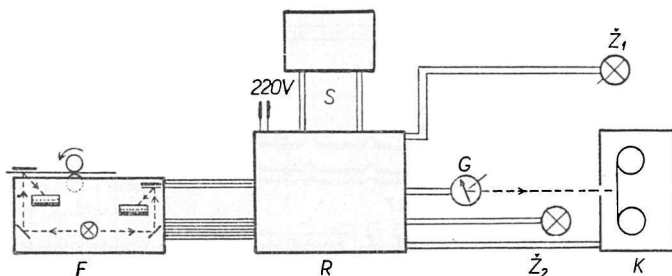
Vpravo dolu sú znázornené niektoré časti zariadenia, namontované v skrinke fotometra, ktorý je s regulačnou skrínkou spojený sedempólovou zástrčkou označenou $I-7$:

Z — žiarovka fotometra 6 V, 30 W; M — jednosmerný 24 V motor zariadenia pre posun chromatogramov; RA — vypínač, riadený prevodmi posunovacieho zariadenia, ktorý dáva pravidelné signály v intervaloch závislých od rýchlosti posunu chromatogramov; RB — vypínač, ktorý vypne celé zariadenie po prejdení posledného chromatogramu. Okrem sedempólovej zástrčky sú na prístroji aj ďalšie zástrčky označené číslami: 8 — 220 V zástrčka pre optický kimograf; 9 — rezervná zástrčka (napr. na prerušovanie svetla lampy galvanometra); 10 — zástrčka pre signalizáciu vypnutia prístroja; 11 — 6 V zástrčka; 12 — zástrčka pre „abscisovú“ lampu na signalizáciu posunu papiera.

Pracovný postup

Princíp

Na regulačnej skrinke sa nastavujú potrebné hodnoty odporov a potenciometrov meracej časti a rýchlosť posunu chromatogramov. Pri kimografe sa zasa nastaví potrebná rýchlosť posunu fotografického papiera. Do skrinky vlastného fotometra sa vložia potrebné optické filtre a nastavujú sa regulovateľné člonky, pričom sa nimi a potenciometrom (P_2 na obr. 1) nastaví nulová hodnota galvanometra.



Obr. 7. Rozmiestenie prístrojov automatického fotometrického zariadenia.

F — skrinka vlastného fotometra; R — regulačná skrinka; S — stabilizátor napätia Tesla BM 206 (magnetický); G — zrkadlový galvanometer Metra DGRZ; K — optický kimograf (Keramos, n. p., Brno); Z_1 — lampa k zrkadlovému galvanometru; Z_2 — „abscisová“ lampa, ktorej signály sú riadené zariadením pre posun chromatogramov.

Citlivosť fotometra sa určí podľa maximálnej intenzity škvrn chromatogramov, aby záznam nevybehol mimo štrbiny kimografu, a zmeria sa pomocou testovacích platničiek.

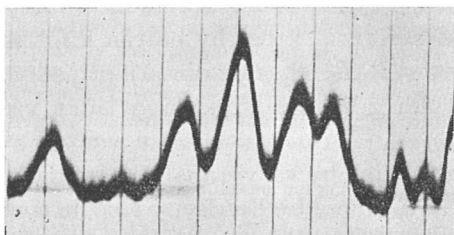
Fotometer posunuje pásik chromatogramov konštantnou rýchlosťou nad štrbinou, cez ktorú sa osvetľujú filtrovaným svetlom. Selénové fotočlánky zachycujú odrazené svetlo a jeho intenzitu (závislú od sfarbenia chromatogramu) registrujú pomocou zrkadlového galvanometra na fotografický papier optického kimografu.

Okrem chromatogramov analyzovaných vzoriek sa zaregistrujú i chromatogramy štandardných zmesí, ktoré slúžia na zistenie kalibračnej závislosti medzi množstvom danej látky a intenzitou jej škvrny (výchylkou galvanometra v mm).

Praktická časť

Chromatogramy sa postrihávajú na pásiky 35 mm alebo 30 mm široké, ktorých konce sa spolu zlepiť lepiacou páskou rovnako širokou na pásy asi 3 m dlhé. Na páske sa môže číslo chromatogramu označiť určitým usporiadaním priečnych čiar, čím sa urýchli identifikácia kriviek patriacich jednotlivým chromatogramom.

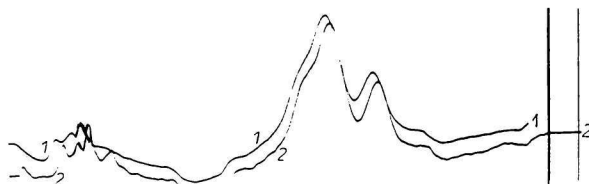
Po zapnutí hlavného vypínača sa pri vypnutom posune kimografu a chromatogramu nastaví potrebná citlivosť nastavením určitej výchylky galvanometra na dvojicu testovacích keramických platničiek; obyčajne na bielu a na šedú. Potom sa pás zlepených chromatogramov vloží do žliabku fotometra a súčasne sa zapne posun papiera kimografu a posun chromatogramov. Podľa potreby sa zapojí aj automatické vypínacie a signalizačné zariadenie. Po skončení registrácie sa fotografický papier z kimografu normálne fotograficky spracuje a vyhodnotí. Keďže pre väčšinu meraní je metóda merania maximálnej intenzity škvrn výhodnejšia, ale často aj presnejšia než iné metódy (pozri napr. [1]), je možné niekoľkonásobne spomaliť posun kimografu oproti posunu chromatogramov. Na obr. 8 je reprodukovaný takýto záznam, kde pomer rýchlostí bol 1 : 5. Re-



Obr. 8. Ukážka záznamu registračného fotometra.
Chromatogram hydroxamátov nižších mastných kyselín.

gistrované sú škvrnny železitých komplexov hydroxámových derivátov nižších mastných kyselín.

Reprodukovateľnosť kriviek je zrejmá z obr. 9.



Obr. 9. Skúška reprodukovateľnosti fotometra.

Ten istý chromatogram sa registroval pri rôznych odporoch a potenciometroch fotometra (krivka 1 a 2). Tento záznam sa urobil pomocou registračnej časti Heyrovského polarografu (namiesto kimografu).

	P_1	R_1	$S(P_2)$
1.	100	230	∞
2.	20 000	10 000	1342

Výkon prístroja je pomerne dobrý. Za osemhodinový pracovný deň sa vyhodnotí 40—80 chromatogramov (podľa dĺžky chromatogramov). Pracuje sa na ďalšom urýchlení posunu. Prístroj sa s úspechom použil na stanovenie nižších i vyšších mastných kyselín, aminokyselín a cukrov. Je len poľutovaniahodné, že podobné zariadenie sa u nás nevyrába. Domnievame sa, že by bolo najvýhodnejšie takýto prístroj konštruovať ako laboratórny stavebnicový prístroj. Skladal by sa z týchto častí:

1. *Vlastný fotometer.* Meranie dvoma dvojicami selénových fotočlánkov, osvetlenie chromatogramov 220 V žiarovkou, posun chromatogramov 220 V motorčekom s prevodmi, možnosť merania v dopadajúcom i prechádzajúcom svetle; možnosť merania i dvojrozmerných chromatogramov.

2. *Registračné zariadenie.* Optický kimograf spolu so zrkadlovým galvanometrom postačuje. Výhodnejšie sú však zariadenia s priamym zaznamenávaním na papier (napr. atramentom).

3. *Stabilizovaný zdroj napätia 220 V* (prípadne i nižších napätí).

4. *Malá „regulačná skrinka“*, ktorá by patrila k fotometru a obsahovala by odpory a potenciometre (R , R' , P_1 , P_2 z obr. 1), prípadne i zásuvky a vypínače, ktoré by takto dovolili z jedného miesta ovládať všetky spomenuté časti zariadenia.

Vlastný fotometer, pokiaľ by sa vyrábal ako základný typ bez motora pre posun chromatogramov, mohol by byť lačný a spolu s citlivejším mikroampérmetrom by dovoľoval jednoduché meranie intenzity škvŕn chromatogramov. Takéto „ručné“ meranie a registrácia pri použití metódy maximálnej intenzity škvŕn za predpokladu ich dobrého oddelenia je jednoduché a rýchle. Ostatné časti zariadenia (zdroj stabilizovaného napätia a registračný prístroj) sa môžu používať pre najrozličnejšie účely v laboratórnej praxi.

Ďakujem inž. J. F e l l e g i m u a inž. L. S l á m o v i z Výskumného ústavu priemyslu celulózy v Bratislave za láskavé poskytnutie údajov a skúseností o práci s ich prístrojom.

Súhrn

Opisuje sa meracie zariadenie, automaticky registrujúce intenzitu sfarbenia pásikov papierových chromatogramov. Meranie dvojicou selénových fotočlánkov a princíp zapojenia sú podobné ako pri prístroji, ktorý opísali J. F e l l e g i a L. S l á m a [3].

Zariadenie sa skladá: 1. z vlastného fotometra so žiarovkou, filtrami, kondenzormi, clonkami, s posunovacím zariadením a z dvoch dvojíc selénových fotočlánkov; 2. z registračnej časti, t. j. zrkadlového galvanometra s lampou a optického kimografu; 3. zo stabilizátora napätia; 4. z regulačnej skrinky, v ktorej je sústredené ovládanie celého zariadenia.

Prístroj pracuje na základe merania odrazeného svetla úplne automaticky a používa sa vyše jedného roka bez poruchy. Postup práce je uvedený podrobnejšie.

АВТОМАТИЧЕСКИЙ РЕГИСТРАЦИОННЫЙ ФОТОМЕТР

ДУШАН ГАЛЯМА

Кафедра технической микробиологии и биохимии Химического факультета
Словацкой высшей технической школы в Bratislave

Выводы

В статье описан автоматически действующий прибор для количественной оценки бумажных хроматограмм. Прибор работает следующим образом (рис. 1):

Свет лампы Z проходит через оптические фильтры f (применяются фильтры от колориметра «Ланге») и направляется кондензаторами и зеркалами Z через диафрагмы c на хроматограмму Ch или, в компенсационной части фотометра, на полосу хроматографической бумаги K . Хроматограмма движется в желобке при помощи электромотора постоянного тока и передач с регулируемой скоростью. На отверстии желобка придерживается керамической пластинкой, которая одновременно отражает часть света, про-

ходящего хроматограммой. Подобная пластинка находится тоже в компенсационной части. Отраженный свет падает под средним углом 45° на два селеновые фотоэлементы. В принципе это подобно прибору, который описали Я. Феллеги и Л. Слама [3]. Параллельно с фотоэлементами F включены сопротивления R . Фототок проходит потенциометром P_1 (которым устанавливается нулевая точка гальванометра) и регистрируется зеркальным гальванометром G при помощи оптического кимографа. Чувствительность гальванометра регулируется потенциометром P_2 . Величины R , P_1 и P_2 являются переменными.

Прибор автоматизирован и может непрерывно регистрировать хроматограммы, которые склеиваются в полоски длиной в 3 м (или больше). При употребляемом гальванометре регистрация проходит со скоростью 5 см.мин^{-1} . Работа ведется дальше для увеличения этой скорости.

На рис. 4 приводится комплектная схема измерительной части, на рис. 6 схема регуляционной части прибора. Все части прибора схематически изображены на рис. 7. На рис. 8 видны денситометрические кривые, записанные прибором.

В статье приводится подробное описание прибора и инструкция для работы с ним.

Поступило в редакцию 8. 9. 1958 г.

AUTOMATISCHES REGISTRIERPHOTOMETER

DUŠAN HALAMA

Lehrstuhl für technische Mikrobiologie und Biochemie der Chemischen Fakultät
an der Slowakischen Technischen Hochschule in Bratislava

Zusammenfassung

In dem vorliegenden Artikel wird eine automatische Vorrichtung für die quantitative Auswertung von Papierchromatogrammen beschrieben. Diese Vorrichtung arbeitet in folgender Weise (Abb. 1):

Das Licht der Glühlampe Z durchläuft optische Filter f (es werden Filter aus dem „Lange“-Kolorimeter verwendet) und wird mittels Kondensatoren und Spiegeln Z durch Blenden c auf das Chromatogramm Ch , oder im Kompensationsteil des Photometers auf ein Band aus chromatographischem Papier K projiziert. Das Chromatogramm bewegt sich in einer kleinen Rinne des Photometers mittels eines Gleichstrommotors mit Übersetzungen, u. zw. mit regulierbarer Geschwindigkeit. An die Öffnung der Rinne wird es mittels eines keramischen Plättchens, welches gleichzeitig einen Teil des durch das Chromatogramm hindurchgegangenen Lichts reflektiert, festgehalten. Ein ähnliches Plättchen befindet sich auch im Kompensationsteil. Das reflektierte Licht fällt unter einem Durchschnittswinkel von 45° auf ein Selenphotozellenpaar. Es ist dies im Prinzip eine ähnliche Vorrichtung jenes Geräts, welches J. F e l l e g i und L. S l á m a [3] beschrieben haben. Parallel zu den Photozellen F werden Widerstände R angeschlossen. Der Strom der Photozellen durchläuft das Potentiometer P_1 (mittels welchem der Nullpunkt des Galvanometers eingestellt wird) und wird durch das Spiegelgalvanometer G mittels eines optischen Kimographen registriert. Die Empfindlichkeit des Galvanometers wird durch das Potentiometer P_2 reguliert. Die Werte R , P_1 und P_2 sind veränderlich.

Dieses Gerät ist automatisiert und imstande, die Chromatogramme, welche zu 3 m langen Bändern (oder zu noch längeren) zusammengeklebt werden, kontinuierlich zu registrieren. Mit Hilfe des verwendeten Galvanometers wird mit einer Geschwindigkeit von 5 cm. min^{-1} registriert. Es wird an einer weiteren Erhöhung dieser Geschwindigkeit gearbeitet.

In Abb. 4 wird das komplette Schema des Messteils, in Abb. 6 das Schema des Regulier-
teils dieses Geräts angeführt. Sämtliche Teile dieser Vorrichtung werden schematisch in
Abb. 7 aufgezeichnet. In Abb. 8 sind die mit diesem Gerät aufgenommenen densitometris-
schen Kurven ersichtlich.

Diese Arbeit enthält eine ausführliche Beschreibung und eine Anleitung für die Bedie-
nung dieses Geräts.

In die Redaktion eingelangt den 8. 9. 1958

LITERATURA

1. B l o c k R. J., D u r r u m E. L., Z w e i g G., *A Manual of Paper Chromatography
and Paper Electrophoresis*, New York 1955. — 2. F a l t a W., *Ueber die Auswertung von
Papierelktrophoresestreifen und ein hierfür bestimmtes einfaches Zusatzgerät zum Pulfrich-
Photometer*. Jenaer Jahrbuch 1955, 2. Teil, 212—246. — 3. F e l l e g i J., S l  a m a E.,
*Jednoduchy fotometer na kvantitativne vyhodnocovanie papierovych chromatogramov v odra-
zenom svetle*, Chem. zvesti 10, 314—321 (1956). — 4. H a i s I. M., *Osobne oznamenie*,
Praha 1957.

Došlo do redakcie 8. 9. 1958

Adresa autora:

Inž. Dušan H a ľ a m a, Bratislava, Kollárovo nám. 2, Chemický pavilón.