Werk

Label: Article

Jahr: 1917

PURL: https://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?31311028X_0046|log60

Kontakt/Contact

Digizeitschriften e.V.
SUB Göttingen
Platz der Göttinger Sieben 1
37073 Göttingen

info@digizeitschriften.de

jest poslední rovnice

$$\frac{dy}{dx} = m \lim l(1+\alpha)^{\frac{1}{\alpha}\cdot\frac{1}{x}};$$

poněvadž pak pro $\lim \Delta x = 0$ jest i $\lim \alpha = 0$, bude

$$\frac{dy}{dx} = mle^{\frac{1}{x}} = \frac{m}{x}.$$

Je-li $x = 0$, jest $\frac{dy}{dx} = \infty$, t. j. osa y jest asymptotou křivky a při $x = \infty$ jest $\frac{dy}{dx} = 0$ a tečna v bodě (∞, ∞) (asymptota) jest || s osou x.

Pro $x = m$ jest $\frac{dy}{dx} = 1$.

Je-li rovnice křivky $K \equiv x = ly$, nebo též $y = e^x$, pak jest rovnice křivky K' souměrné ku K dle osy $Y \ldots y = e^{-x}$. Vyznačíme-li na křivkách K, K' body m, m' tak, aby $x_m = x_{m'} = x$, jest $y_m = e^x$ a $y_{m'} = e^{-x}$. Bod uprostřed bodů m, m' ležící má

$$y = \frac{y_m + y_{m'}}{2} = \frac{e^x + e^{-x}}{2}.$$

Geometrické místo všech bodů, které jsou uprostřed bodů m, m', jest křivka transcedentní, jež slůje řetězovka.

Roentgenologická stanice.

Dr. **Viktor Teissler.**

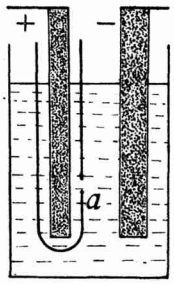
(Dokončení.)

V následujícím okamžiku stýká se hrot opět s kapalinou, proud jest spojen, jeho intensita rychle stoupá k maximální hodnotě. Pak opět následuje přerušení.

Podobného účinku se dosáhne také levnějším zařízením (Simon, Swinton): Místo platinové anody jest do zředěné kyseliny sírové vnořena skleněná zkumavka po straně opatřená malým otvorem *a*. Obr. 7. Do zkumavky sahá olověná tyčinka. V malém otvoru se přerušuje proud.

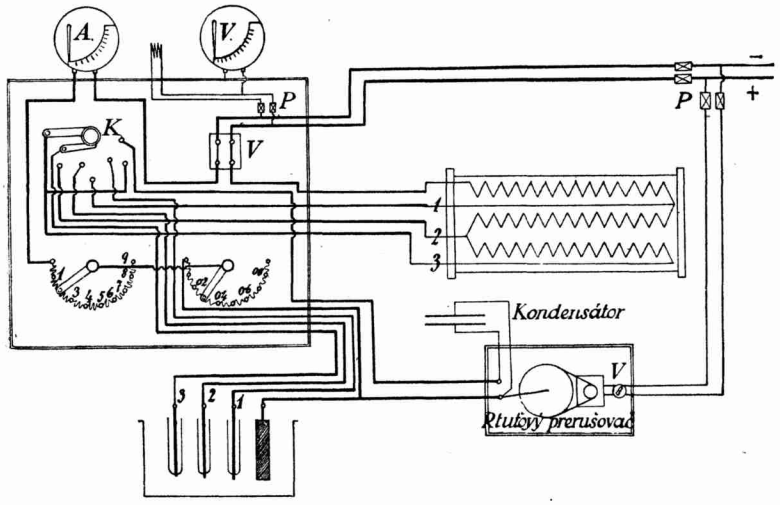
Elektrolytické přerušovače se spojují bez kondensátoru.

Samoindukce primární cívky podmiňuje jejich činnost. Při velké samoindukci děje se přerušování pomalu, při malé rychle. Pro



Obr. 7.

určitou samoindukci primární cívky je nejvýhodnější určitá velikost hrotu (nebo otvoru). Pravidelně pro velikou samoindukci se hodí hrot malý a naopak. Při induktorech s měnlivou samo-

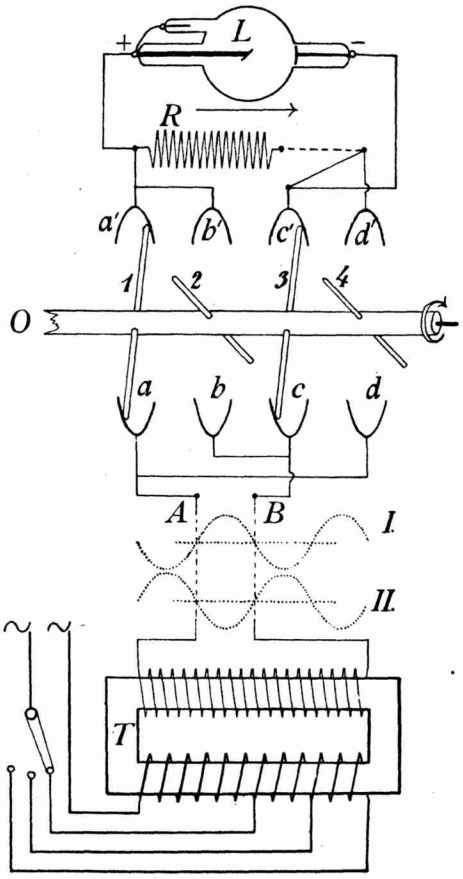


Obr. 8.

indukcí mění se délka vyčnívajícího hrotu. Aby se při práci nemusilo manipulovati na přerušovači, opatřuje se přerušovač několika hroty (1, 2, 3 až 4), které se mohou při téže olověné kathodě vepnouti do vedení. O rychlosti, s jakou se proud přerušuje,

svědčí již tón, který přerušovač vydává. Naproti tomu přerušovače rtuťové pracují zcela tiše.

Úplné spojení proudu dle Waltera* znázorňuje obr. 8. Na něm znamenají *P* pojistky, *V* vypínač jednak hlavní, pak



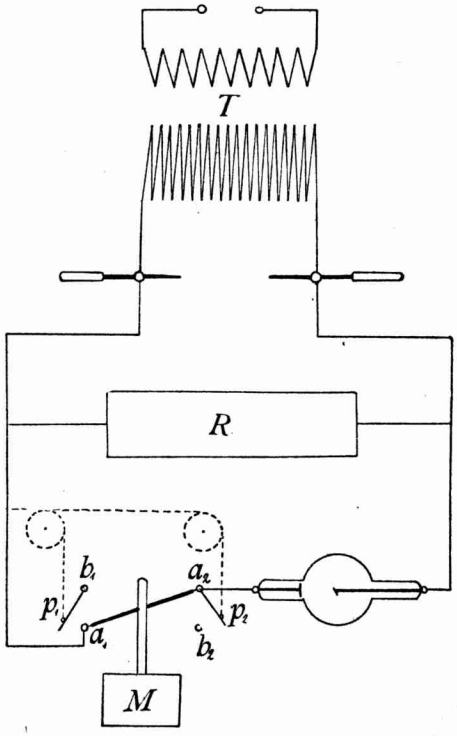
Obr. 9.

i u motoru rtuťového přerušovače. Na rozvodné desce jsou vedle lampičky měrné stroje ampermetr a voltmetr, dva klikové reostaty na hrubou i jemnou regulaci proudu. Kombinovaný vypínač *K* s dvěma klikami mění samoindukci induktoru (delší

* Gocht l. c. str. 79.

klikou) a k ní vhodně připojuje hrot v trojdílném přeršuovači Wehneltově. Vypne-li se přerušovač elektrolytický, jest možno užíti přerušovače rtuťového. —

Induktor není strojem hospodárným. Mnoho energie přichází na zmar tím, že ze železného jádra primární cívky vystupující



Obr. 10.

silokřivky překonávají značný odpor, když probíhají vzduchem do opačného pólu jádra. Tento odpor odpadá, tvoří-li jádro uzavřený železný kruh. Pak přechází induktor v obvyklý *transformátor*, ovšem se značně velikým transformačním koeficientem. Obr. 9. Zmenší-li se počet závitů primární cívky, zvyšuje se transformační koeficient, z transformátoru vychází proud o větším napětí. Vysoce napjatý proud vede se k Roentgenově lampě. Aby jí však procházel určitým směrem, musí dříve projíti *usměrňovačem.*

Usměrňovač sestává z osy O zhotovené z dobrého isolátoru, která se synchronním motorem otočí o 180° za tutéž dobu, jak udává perioda střídavého proudu. Osa nese 4 lehké vodivé jehly (1, 2, 3, 4), z nichž dvě a dvě jsou spolu rovnoběžny (1 a 3, 2 a 4), kdežto navzájem jsou si tyto dvojice kolmé. Při otáčení dotýkají se jehly čtyř párů segmentů aa', bb', cc', dd'.

Dejme tomu, že v okamžiku znázorněném na obr. 9. má kontakt a (proto také d) potenciál kladný, kontakt c (a b) potenciál záporný, jak znázorňuje současně narýsovaný diagram I.

Proud jde od kontaktu a jehlou 1 ke kontaktu a', prochází lampou L ke kontaktu c' a jehlou 3 vrací se ke kontaktu c. Otočí-li se osa O o 90°, přeruší se spojení jehlami 1 a 3, proud přechází jehlami 4 a 2; při tom zároveň změní transformátor AB polaritu dle diagramu II. Proud vstupuje kontaktem b do jehly 2, do b' a k lampě; od ní kontaktem d' jehlou 4 a kontaktem d k transformátoru A. Kdyby kontakt d' byl spojen místo s c, s reostatem R, pak by v tomto případě neprocházel proud lampou, nýbrž reostatem, lampa by odpočívala.

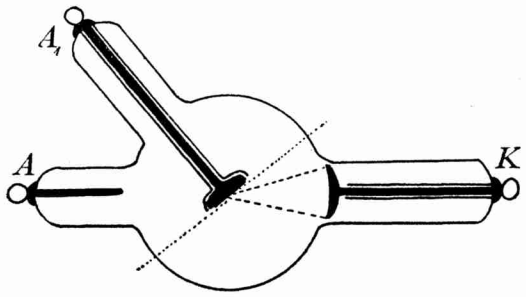
Podobné zařízení znázorňuje obr. 10. Synchronní motor M otáčí osou, která nese jedinou jehlu. V případě na obr. vyznačeném jde proud ke kontaktu a_1, jehlou k a_2 a do lampy, kdežto při otočení o 180° proud vůbec lampou neprochází, ale jde reostatem R. Při spuštěných pákách p_1 a p_2 nastává týž případ, jaký jest vyznačen obrazem 9.

Vysoce napjatý přerušovaný proud, pokud lze stejnosměrný, vede se k *Roentgenově lampě*. Dnes užívá se téměř výhradně lamp tvaru kulovitého. Obr. 11. Skleněná koule průměru 15—20 *cm* bývá opatřena několika nástavky; jedním z nich prochází *anoda A*, silnější drát aluminiový. Umístění anody jest lhostejné. Jiným nástavkem vedena jest aluminiová kathoda K, která uvnitř lampy zakončena jest kovovým konkávním zrcádkem, z něhož vycházejí kolmo na povrch paprsky kathodové. Paprsky ty nejvíce se zúžují ve středu křivosti zrcádka, kde dopadají na jinou kovovou plochu, *antikathodu* A_1. Antikathoda bývá pravidelně vně lampy kovově spojena s anodou. Elektrody jsou s vnějším povrchem lampy spojeny platinovým drátkem, jenž má přibližně

stejný koeficient roztažnosti jako sklo; venku končí platinový drátek svorkou nebo kroužkem pevně k lampě přitmeleným.

Vedle těchto nástavků různé typy lamp nesou ještě další nástavky: jeden z nich je zbytkem rourky, kudy se vyčerpávala lampa, další pak slouží k t. zv. regenerování lamp.

Od kathody šíří se kolmo k jejímu povrchu paprsky kathodové. Ty dopadajíce na nějakou překážku jednak ji zahřívají, způsobují v ní chemické změny, způsobují její fluorescenci a dle toho, jak značně jsou jí absorbovány, dělají z ní zdroj nového záření paprsků Roentgenových. Jak ještě později shledáme, jedná se při správném roentgenogramu o centrální projekci; bude proto roentgenografický snímek tím správnější, čím více

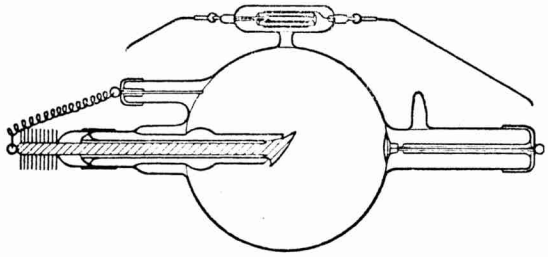


Obr. 11.

se přiblížíme tomuto požadavku. Z příčiny té má kathoda tvar úseku kulového, abychom v jeho středu dosáhli největšího zúžení paprsků kathodových — odtud také plyne název těchto lamp „fokusové“. Antikathoda — vlastně malá její část kathodovými paprsky přímo zasažená — se silně zahřívá. Aby teplota její příliš prudce nestoupala, dělá se antikathoda masivní. Paprsky kathodové se tím více absorbují, čím větší má antikathoda specifickou hmotu. Na straně přivrácené ke kathodě jest antikathoda armována platinou, iridiem nebo tantalem. Z ohniska na této ploše šíří se paprsky Roentgenovy přímočaře všemi směry. Aby se jich co možná největší počet využil, sklání se antikathoda o úhel 45° od osy kathody. Vedle toho bývá antikathoda pokud možno přesně uprostřed lampy. Od antikathody šíří se také (sekundární) paprsky kathodové, které zahřívají příslušnou polo-

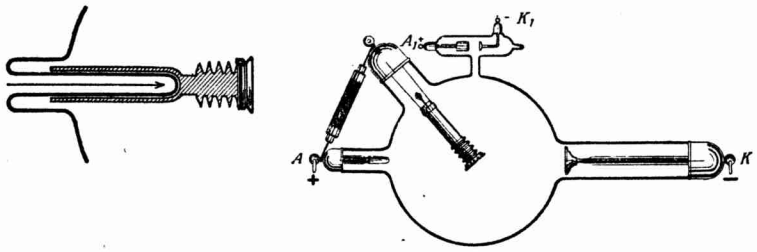
vičku lampy, způsobují její fluorescenci — zelenavou u skla draselnatého, modravou u skla olovnatého. Absorpce sklem těchto sekundárních paprsků kathodových dává vznik též druhotným paprskům roentgenovým, při fotografii nežádoucím, ježto činí snímek neostrým. Z téhož důvodu vyplňuje téměř kathoda válcovitý nástavek, aby se zabránilo vyzařování kathodových paprsků na strany a dozadu. Také antikathoda se po stranách dokonale isoluje sklem, takže zůstává na ní pouze malá volná plocha.

Lampa, kterou prochází delší dobu silný proud, se značně zahřívá. Tím jest ohrožena nejen existence lampy, také její



Obr. 12.

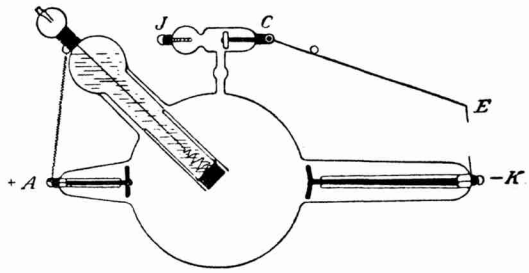
jakost se tím může v neprospěch změniti. Nejvyššímu zahřívání je vystavena antikathoda. Aby se zvýšila její tepelná kapacita



Obr. 13.

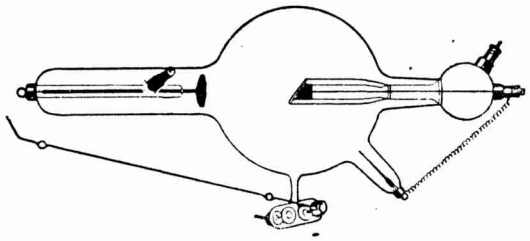
hotoví se antikathoda značně masivní. Jiný prostředek v praxi užitý znázorňuje obr. 12. Kovovou rourkou, která je zatavena do skla, prochází tyčka, jež spojuje antikathodu s žebrovitým chladičem vně lampy umístěným.

Opačné methody jest užito při lampě na obr. 13. znázorněné: Těžká měděná antikathoda obaluje skleněnou rouru, která je přímo venkovským vzduchem chlazena, nebo se k ní vede z měchu proud chladného vzduchu.



Obr. 14.

Zvlášť vydatného prostředku se užívá u lamp s t. zv. *vodním chlazením*. Antikathodou je platinový hrníček vzduchotěsně do skleněné roury zatavený. Kovovou tyčí je spojen s přívodní svorkou. Skleněná roura na otevřeném konci je natavena na kulovitý reservoirek. Obr. 14. Ten se naplní asi do $\frac{2}{3}$ studenou vodou. Antikathoda se nezahřeje mnoho nad 100° C.



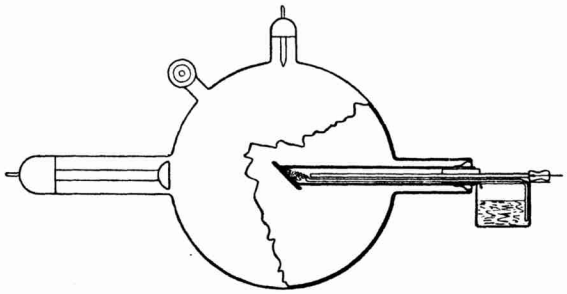
Obr. 15.

Kdyby se dostala voda do varu, je na reservoirku záklopka bránící vystřikování horké vody.

Místo platinového tyglíku užívá se levnějšího špalíčku z dobře vodivé slitiny. Aby se mohlo podobných lamp užívati také při prosvěcování ze spoda, dává se jim tvar v obr. 15. znázorněný.

Vydatného chlazení dociluje se i zařízením na obr. 16. vyznačeným. Proudem vzduchu rozprašuje se voda a stříká na antikathodu.

Důležitý je stupeň evakuace. Čím jest větší zředění, tím potřebuje lampa napiatějšího proudu. Stačí-li doskok 1 až 2 *cm* k tomu, aby lampa pěkně fluoreskovala, je *velmi měkká*, stačí na př. právě k tomu, aby ukázala stín prstů. Při doskoku 6—10 *cm* se ukazuje zápěstí, loket. Lampa je *měkká*, pak při 10—15 *cm* je *polotvrdá*, při 15—20 *tvrdá*, od 21 *cm velmi*



Obr. 16.

tvrdá; kontrastů na obraze ubývá, po případě stíny kostí se úplně ztrácejí. Takových lamp se užívá k prosvícení tlustých částí jako pánve a pod.

Leč ve všech těchto stupnicích se lampy nezhotovují. Do obchodu se nové lampy dostávají měkké. Výrobce při hotovení musí ze zkušenosti již věděti, jak silný proud musí při čerpání vésti lampou, jak značně ji při tom má zahřívati, jak značně musí vyžíhati všechny kovové součásti, které zataví dovnitř lampy, aby neobsahovaly ani mnoho pohlcených plynů ani málo, musí znát, jak má lampa při čerpání fluoreskovati, a jak ji má zatavit.

Při užívání stoupá v lampě vakuum, lampa tvrdne. Příčinou toho jest rozprašování kovových součástí uvnitř lampy. Průchodem proudu se hlavně kathoda rozprašuje, drobné částečky kovové absorbují zbytek plynu v lampě. Nejméně se rozprašuje aluminium, proto se z něho hotoví kathoda i anoda. Na antika-

thodu se aluminium nehodí (malá sp. hmota); platina, je-li kathodou, velmi značně se rozptyluje. Z důvodu toho má se co možná zameziti, aby se antikathoda nikdy nestala kathodou, což nastává nesprávným spojením lampy s induktorem nebo při jinak správném spojení v okamžiku, kdy se primární proud zavádí do induktoru (obr. 2. část $\alpha\beta$).

Induktor, jehož jiskřiště jest na jedné straně opatřeno kruhovou deskou a na druhé hrotem, nepracuje při každém směru primárního proudu stejně. Největší doskok dává tehdy, když je hrot kladný a deska záporná. Kommutuje se tudíž primární proud, aby induktor dával největší doskok; s hrotem spojí se antikathoda, s deskou kathoda.

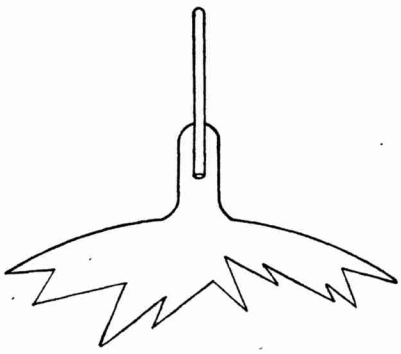
Přirozenému tvrdnutí lamp se nedá zabrániti. Může se zvolniti na př. zvětšeným objemem lampy. Ježto objem koule roste s trojmocí poloměru, zvětší se zásoba plynu v lampě při zdvojnásobení průměru osmkrát. Tím se ale zvětší současně vnitřní povrch lampy (pouze čtyřikrát), který také absorbuje v lampě uzavřený plyn. Vydatněji účinkují prostředky *regenerační*.

Dočasnému ztvrdnutí lampy napomáhá často zahřátí buď celé lampy nebo zvláště stěn poblíž kathody. Patrně na vnitřních stěnách lampy tkví částice vzduchu elektricky nabité. Zahřátím uvolní se jejich náboj, a uvolněné částice vzduchové zmenší vakuum. Podobným způsobem možno si vysvětliti zjev, že někdy lampa již dosloužívší ponechána delší dobu v klidu opět na nějaký čas může fungovati.

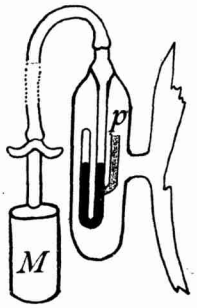
Spolehlivější jsou umělé prostředky regenerační, dnes každé lampě na její pouť životní připojené. Prostředky ty možno rozděliti na dvě skupiny dle toho, přivádí-li se lampě plyn zvenčí, nebo zda má potřebnou zásobu plynu ovšem v náležité formě uzavřenu ve svém nitru.

Do prvé skupiny náleží na př. způsob vyložený při paprscích Roentgenových v učebnici Maškově. Do nástavku Roentgenovy lampy je zatavena na vyčnívajícím konci uzavřená rourka nebo drátek z palladia. Obr. 17. Když lampa příliš ztvrdla, zahřeje se vyčnívající konec rourky do červeného žáru. Pak jím diffunduje vodík z plamene dovnitř lampy.

Daleko mladší je způsob H. Bauerem do techniky roentgenologické zavedený. „Vzduchový ventil“ Bauerův (obr. 18.) jest zavřený manometr z kapilární rourky neprodyšně zatavené do nástavku lampy. Vzduch v kapiláře je uzavřen sloupečkem rtuti. V druhém rameni manometru jest malý otvor, po případě jest k němu přitavena jiná kapilára dovnitř lampy otevřená. Otvor nebo kalibr kapiláry je vyplněn pórovitou hlinkou *p*, která rtuti nepropouští, vzduch ano. Pokud není ventil v činnosti, zakrývá rtuť pórovitou vrstvu. Má-li se lampa změkčiti, pak rychlým stisknutím měchu *M* sežene se na okamžik rtuť do uzavřené části manometru, obnaženou pórovitou vrstvou vnikne



Obr. 17.



Obr. 18.

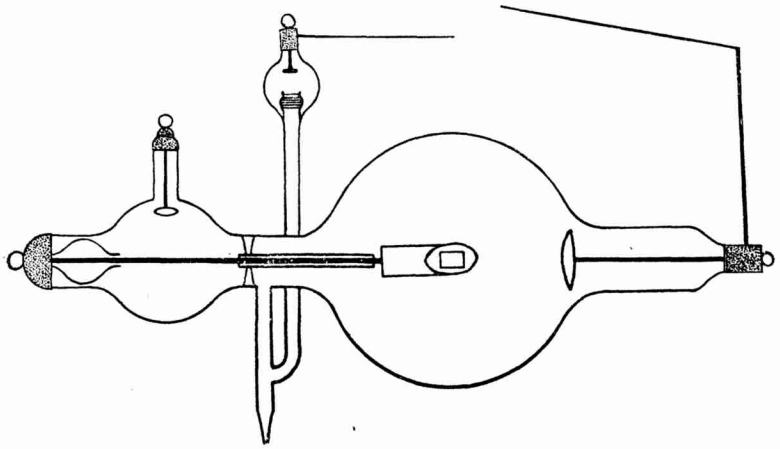
část vzduchu dovnitř lampy. V nejbližším okamžiku rtuť vrátí se do původní polohy a uzavře vzduchu cestu. Kdyby jedna dávka vzduchu nestačila, možno pochod libovolně opakovati.

Větší rozmanitostí se vyznačuje druhá skupina prostředků regeneračních. V nástavku k lampě připojeném jest uzavřena látka, jež zahřáta sama se mění v plyn nebo uvolňuje plyny absorbované. Takovou látkou jest na př. louh draselnatý, jenž zahříváním pouští krystalovou vodu, vakuum se při tom zmenšuje vodní parou; častěji se užívá slídy, v jejíchž lístcích je obsaženo dosti vzduchu; nejvýhodnější se zdá dřevěné uhlí, u kterého je možno vhodným vyžíháním před tím, než se vpraví do lampy, upraviti jednak množství i jakost absorbovaného plynu.

Dnes velice zřídka se látka regenerující zahřívá zvenčí

plamenem. Převážnou většinou zahřívá onu látku proud, jenž prochází pomocnou lampou spojenou paralelně s lampou hlavní Proud sám, automaticky reguluje vakuum třebas při práci.

U lampy (*Müllerovy*) na obr. 14. znázorněné tvoří vedlejší kathodu *C* silná vrstva slídových lístků. Spojí-li se záporný pól induktoru místo s kathodou *K* s *C*, uvolní se ve slídě část vzduchu, lampa měkne. Volnější regulace se docílí, přiblíží-li se drát *E* na vhodnou vzdálenost ke kathodě *K*. Dejme tomu, že lampa jest delší dobu v činnosti, zředění v ní stoupá, odpor lampy se zvětšuje tak, že několik jisker přeskočí mezi *K* a *E*. Tím se uvede



Obr. 19.

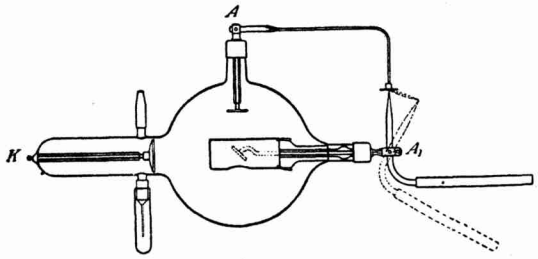
kathoda *C* v činnost, vakuum v lampě se zmenší, a také její odpor klesne. Další elektroda *I* jest určena pro ten řídký případ, že se úmyslně má zvýšiti tvrdost lampy. Pak se anoda induktoru připojí k anodě *I*, drát *E* musí býti co možná vzdálen od kathody *K*, kterou se proud odvádí. Anoda *I* jest z platinové spirálky, která se proudem rozprašuje.

Obr. 19. představuje lampu (*Rosenthalovu*), kde při regeneraci z pomocné kathody dopadající paprsky zahřívají proti kathodě upevněné preparované lístky aluminiové, jež podobně jako slída zmenšují vakuum.

Hojně jest rozšířen t. zv. kondensatorový regenerátor. Obr. 12. Dobře isolující skleněný válec je na vnitřní i vnější

straně opatřen polovodičem obsahujícím hodně plynu. Jeden přívodní drát spojí se s anodou, druhý drát se přiblíží ke kathodě tak, aby vedlejší doskok se rovnal asi polovině toho doskoku, jaký lampa vyžaduje. Stejnoměrnou regeneraci způsobuje hlavně veliký povrch účinné látky.

Na zcela jiném základě spočívá způsob v obr. 20. znázorněný. (Lampa *Dessauerova*.) Antikathoda A_1 je obklopena kovovou clonou. Ta se dopadajícími paprsky nabíjí záporně. Její záporný náboj odpuzuje záporné paprsky kathodové, takže ony zúžené procházejí osou válcovité clonky. Při tom překonávají paprsky kathodové větší odpor, než kdyby oné clonky nebylo, tím vzniklé paprsky Roentgenovy jsou tvrdší. Velikost záporného náboje



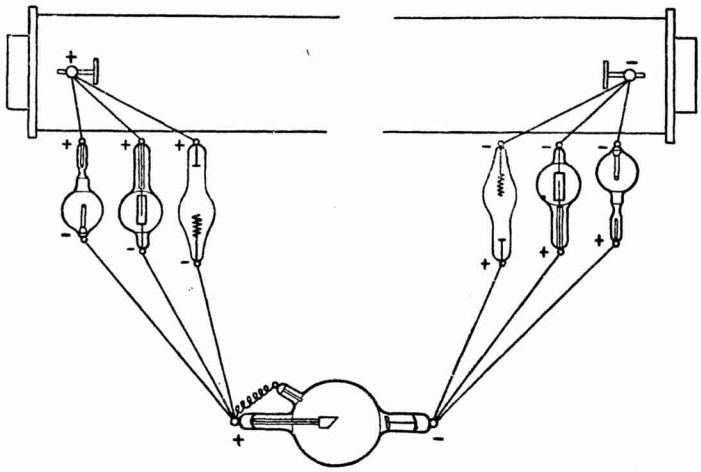
Obr. 20.

clony řídí se doskokem mezi antikathodou A_1 a anodou A, která se nalézá nad clonou.

Podobné clonky se s oblibou užívá, ježto se jí zúžují paprsky kathodové na místě, kde dopadají na antikathodu. Z malého místa antikathody, z ohniska vystupují pak paprsky Roentgenovy Čím je menší ohnisko, tím bývá roentgenogram ostřejší. Při delší exposici by vadilo ostrosti snímku, kdyby ohnisko nezůstávalo na témže místě. To může nastati, je-li lampa příliš blízko induktoru (dává se proto do vzdálenosti $1\frac{1}{2}$—2 *m*), nebo děje-li se paralelně s lampou jiný výboj, nebo nabije-li se antikathoda značněji nábojem záporným. Nejčastěji se tak děje při antikathodě úplně isolované. Aby se tak nestalo, spojuje se pravidelně antikathoda s anodou. Vůbec by stačilo přiváděti proud k antikathodě, anoda může býti bez proudu. Anody jest

zapotřebí při výrobě lampy, kdy se při vyčerpávání anodou (bez spojení s antikathodou) proud přivádí a kathodou odvádí. Platina na antikathodě by se při tom značně rozptylovala.

Na většině připojených obrázků lamp je antikathoda spojena s anodou jednoduchým drátem. Lampa na obr. 13. má spojení poněkud složitější. Drátek spojující antikathodu s anodou je navinut do cívky, v jejíž ose je železné jádro. Induktor je spojen přímo s anodou a kathodou. Statický náboj antikathody se dobře vyrovnává s kladným nábojem anody, kdežto od této



Obr. 21.

nemůže pro značnou samoindukci přecházeti proud opačné polarity vznikající při spojení primárního proudu. Antikathoda zůstává stále jenom anodou.

Toto zařízení náleží již k t. zv. *ventilům*, které slouží k tomu, aby ze střídavého proudu, který induktor dodává, propouštěly lampou proudové nárazy pouze jediného směru (od anody ke kathodě). Dokud primární proud nedosahuje značnější intensity, nevzniká u dobrého induktoru při spojení proudu tak značná elektromotorická síla ($\alpha\ \beta$ na obr. 2.), aby proud tohoto směru mohl procházeti lampou o značnějším odporu. Jakmile však primární proud dosáhne větší intensity, pak i nejlepší induktor dává střídavý proud v obou směrech značného napětí.

K potlačení proudu nežádoucího směru připojuje se k induktoru při malém doskoku pravidelně k záporné svorce *jiskřiště* sestávající z desky a proti ní postaveného hrotu. Výboj od hrotu k desce (v žádaném směru) děje se do větší vzdálenosti, kdežto v opačném směru (škodlivém) nikoliv.

Při silně zatíženém induktoru předřaděné jiskřiště nestačí. Pak připojují se k jeho pólům vydatnější ventily evakuované. Na obr. 21. vyznačeny jsou tři druhy ventilů správně s induktorem spojených. V kulovité nádobě vyčerpané až na Roentgenovo vakuum jsou zataveny elektrody, jež svým tvarem a umístěním kladou elektrickému proudu v obou směrech nestejný odpor.

Na př. v krajním ventilu (*Gundelachově*) jest kathoda uzavřena ve veliké kouli, kdežto anoda se nalézá v úzké rource. Kdyby měl jíti proud opačně, nabily by se blízké stěny úzké rourky záporně a svým nábojem by znemožnily vznik paprsků kathodových na této elektrodě.

Takovým způsobem se dociluje, že ventilem prochází proud toliko jedním směrem.

Stupeň zředění a tím jakost paprsků lampou vysílaných zkoušel původně roentgenolog na vlastním těle. Z obrazu vlastní ruky na stínítku kyanid-platnatobarnatém usuzoval na tvrdost lampy. Při častých zkouškách nabyl však bolestné zkušenosti, že způsob ten při několikerém opakování naprosto nevinný může častým opakováním trvale ohroziti jeho zdraví. Paprsky Roentgenovy (při delším působení) dráždivým účinkem na kůži způsobují vleklé těžce zhojitelné záněty.

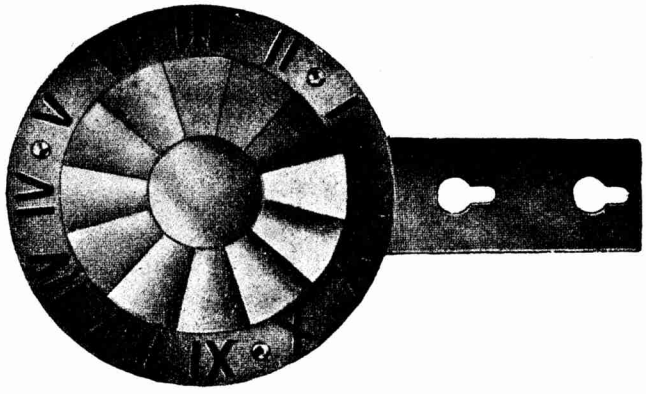
Užívá se proto raději umělých preparátů: kostry ruky, zvířecí kosti a pod.

První kvantitativní stroj v praxi použitý pochází od berlínského chirurga *Biesalskiho*. Před fluoreskujícím stínítkem bylo 36 políček přikrytých staniolem ve vrstvě jednoduché, dvojité až 36násobné. Počet viditelných políček udával tvrdost lampy.

Podobně zařízený jest přístroj *Walterův*. Olověná deska tloušťky 2 *mm* jest opatřena 8 kruhovými otvory přikrytými platinovými plíšky tloušťky 0·005, 0·01, 0·02, 0·04, 0·08, 0·16, 0·32 a 0·64 *mm*. Za nimi se nalézá stínítko. S deskou se co

možná přiblížíme k lampě kolmo na dopadající paprsky a odečteme počet viditelných políček. Na př. při 5 políčcích má lampa tvrdost 5 *W*.

Na vzdálenosti od lampy je nezávislé udání stroje od *Benoista*. Kolem stříbrného kotouče tloušťky 0·11 *mm* je dvanáct sektorů aluminiových tloušťky 1, 2, 3 . . . 12 *mm*. Pozoruje se který sektor je na stínítku za nimi postaveném stejně jasný jako stříbrný střed. Obr. 22.

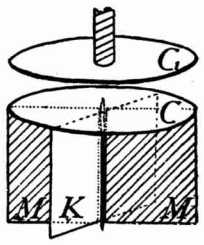


Obr. 22.

Stupnici tu poněkud změnil Walter, při čemž redukova počet sektorů na šest.

Také *Wehnelt* pozměnil přístroj Benoistův: podél stříbrné desky konstantní tloušťky se posouvá aluminiový klínek. Úzké zorné pole je zakryto fluoreskujícím stínítkem.

Udání těchto strojů závisí na individualitě pozorovatelově. Objektivně měří *Heinz-Bauerův* Qualimetr. Obr. 23. Jest to vlastně elektrometr, sestávající z pevné desky *M* u které jsou dvě volně otáčivá křídla *K* Jedno z nich nese ukazatele podél stupnice Rozestup elektrometru se mění s potenciálem. Aby se elektrometr přiměřeně nabíjel, je spojen s kondensátorem. Jeho deska C_1 se může šroubem libovolně vzdalovati a je spojena s vedením k lampě.



Obr. 23.

Srovnání stupnic podává tabulka:

	označení	čísla stupnice							
Jiskr. doskok		1–4 *cm*	3—6	5—10	6—12	7—15	8—18	10—25	12—30
Walter	W	2—3	3—4	4—5	5—6	6	6—7	7	7—8
Benoist	B	2	$2\frac{1}{2}$	3	4	5	6	7	8
Benoist-Walter	B-W	1	2	3	4	$4\frac{1}{2}$	5	$5\frac{1}{2}$	6
Wehnelt . . .	We	1·8	3·3	4·9	6·5	7·3	8·0	8·8	9·6
Heinz-Bauer .	HB	3	4	5	6	7	8		9

U přístroje *Christenova* měří se klínem ona tloušťka isolační látky bakelitu, která absorbuje právě polovičku na ni dopadajícího záření. Ke srovnání slouží pole ozářené paprsky, jež procházejí olověným sítem tak dírkovaným, že plocha dírek se rovná polovině plochy síta.

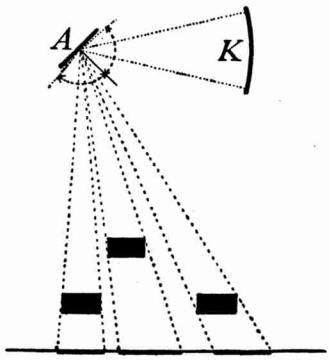
Tyto přístroje nemusí býti vždy samostatné; velmi často jsou zcela nenápadně připojeny k fluoreskujícímu stínítku s kyanidem platnatobarnatým, kterého roentgenolog stále potřebuje.

Před fotografováním prohlédne pravidelně lékař pacienta používaje fluoreskujícího stínítka. Při tom mění směr, ve kterém pacienta pozoruje, pohybuje lampou i stínítkem. Je to sice práce přípravná, leč právě snadným pohybem umožňuje lékaři dobrou orientaci. Zřídka kdy však zůstane lékař při tomto vyšetření. Fluoreskující stínítko, jež pozůstává z pokud možno stejně velikých krystalků kyanidu platnatobarnatého, nemůže ukázati nejjemnějších detailů, protože je zrnité. Fotografie může býti daleko přesnější. Proti obrazu na stínítku je fotografický snímek *trvalý* a může býti vhodným dokumentem při pozdějším vyšetřování po operaci, někdy i při vzniklých sporech. — Konečně správný fotografický snímek umožňuje též účelnou dělbu práce: Při velikém návalu práce pravidelně odborník-roentgenolog zhotovuje roentgenogramy a odborník-operatér užívaje správného roentgenogramu jako pomůcky operuje.

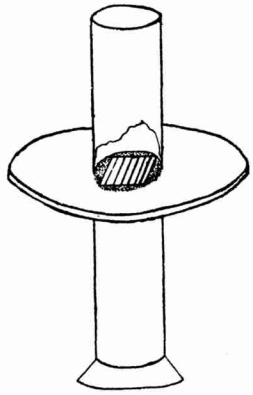
Dobrý *roentgenogram* má býti ostrý. To záleží v přední řadě na jakosti lampy.

Zdrojem Roentgenových paprsků je malá oválná plocha antikathody, ve které tato protíná kužel na ni dopadajících pa-

prsků kathodových. Od této plošky šíří se Roentgenovy paprsky přímočaře téměř všemi směry se stejnou intensitou. Hlavní úbytek intensity omezuje se na kraje ozářeného prostoru, na ty paprsky, jež s kolmicí na antikathodu vztýčenou svírají $\sphericalangle 89-90^0$. Při stínokresbě, jakou na roentgenogramu pozorujeme, je patrno, že stín je tím podobnější předmětu, čím jest zdroj Roentgenových paprsků, t. zv. ohnisko menší. Obr. 24. Tvar a velikost této plošky dá se posouditi z fotografie antikathody pořízené olověnou dírkovou komorou. Jednodušším prostředkem jest na př. *fokometr* Walterův nebo Dessauerův. Obr. 25. Přes čtver-



Obr. 24.



Obr. 25.

cový výřez v olověné desce jest napjato 6 drátů různé tloušťky. Trubicí 10 *cm* dlouhou přiloží se přístroj těsně na lampu, kdežto na druhém konci od drátů 20 *cm* vzdáleném nalézá se stínítko z kyanidu platnatobarnatého, na kterém se pozoruje stín drátů. Počet viditelných drátů jest měrou ostrosti ohniska. — Bez podobných přístrojů jest možna zkouška s fotografií několika různě silných jehel položených na dřevěný špalíček třebas 10 *cm* tlustý.

Ovální ohnisko může se při šikmé projekci jeviti jako menší kroužek. Proto jest výhodnější při exposici nestaviti antikathodu v $\sphericalangle 45^0$ k fotografické desce, nýbrž strměji, ale vždy tak, aby nejdůležitější část fotografovaného předmětu a ohnisko lampy byly na téže kolmici na fotografickou desku vztýčené.

Ohnisko bývá u tvrdých lamp větší nežli u měkkých, po-

dobně u lamp, kterými prochází příliš silný proud, a tehdy, když antikathoda není vodivě spojena s anodou, takže se záporně nabíjí. Poslední okolnost má i další rušivý vliv na ostrost snímku, protože pak ohnisko nezůstává na svém místě, během exposice mění svoji polohu. Totéž nastává, děje-li se paralelně s lampou jiný výboj, nebo je-li lampa blízko u induktoru nebo ventilů. Ventily umísťují se poměrně blízko k induktoru, kdežto lampa bývá od něho vzdálena $1\frac{1}{2}$—2 metry.

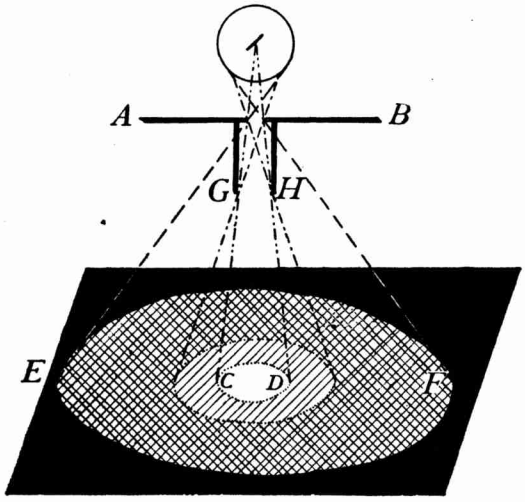
Ostrost snímku závisí dále na vzájemné poloze citlivé desky, fotografovaného předmětu a ohniska lampy. Z obr. 24 jest patrno, že na desce vznikne stín tvarem i velikostí tím více podobný fotografovanému předmětu, čím jest předmět blíže k fotografické desce, čím jest předmět s deskou dále od lampy a čím je blíže kolmici z ohniska na desku spuštěné. — Jde-li na příklad o fotografii páteře, pokládá se pacient zády na desku, jedná-li se o prsní stranu, pak hrudí. Přílišné vzdalování předmětu od lampy je omezeno tím, že též účinků paprsků Roentgenových ubývá se čtvercem vzdálenosti. Aby se při větší vzdálenosti exposice příliš neprodlužovala, bylo by zapotřebí zvlášť silného induktoru s vydatnou lampou.

Dosud jsme předpokládali, že účinné paprsky šíří se pouze z ohniska antikathody. Tomu však není tak. Celý fluoreskující povrch lampy, vzduch a tělo zasažené intensivními paprsky Roentgenovými vyzařují sekundární paprsky, které také působí na desku a tím fotografii zhoršují.

Vada ta se zmírňuje vhodnými *clonkami* z olověného plechu opatřeného kruhovým nebo čtvercovým otvorem. Obr. 26. Vložením centrované clonky AB se značně zúží prostor paprsky Roentgenovými prozařovaný. Na fotografickou desku dopadají nejintensivnější paprsky v části CD. Ovšem kolem se ještě šíří slabší paprsky vycházející z celé lampy EF. Ty se mohou také z velké části odstraniti, opatří-li se clonka AB rourovitým nástavkem olověným GH.

Clonka AB může býti sestrojena na způsob zasouvacích clonek užívaných ve fotografii nebo irisových clonek. Průměr její se mění mezi 2—8 *cm*. Nástavek GH může býti tak prodloužen, že se těsně nasazuje na fotografované tělo, čímž pojišťuje zároveň jeho nehybnost během exposice

Pohyblivost fotografovaného předmětu samozřejmě vadí ostrosti snímku. Užívá se proto mnoha prostředků k fixování pacienta počínaje jednoduchými plátěnými vaky naplněnými pískem, jež jako těžítka se kladou přes fotografovanou končetinu, nebo složitých obvazů, jež pacienta těsně vážou ke kasetě s exponovanou deskou: přece nelze zabrániti automatickým pohybům vnitřních orgánů jako srdce, plic, střev a pod. Má-li se v tom případě dosíci ostré fotografie, nezbývá než zkrátiti exposici na dobu nejkratší.



Obr. 26.

Exposiční doba závisí na mnoha činitelích: na primárním proudu, jak rychle se mění jeho intensita, na efektu induktoru, na jakosti lampy, zda jest přiměřeně zatížena, na jakosti předmětu; jiné exposice vyžadují na př. končetiny, jiné hruď, hlava, pánev a pod. I kosti mohou býti u různých lidí paprskům Roentgenovým různě prostupné. Továrny, které dodávají zařízení stanice, připojují též návod k exposici. Z uvedených důvodů může býti tento návod pouze přibližný. Jinak volba správné exposice jest čistě věcí zkušenosti.

Exposice rozeznává se buď časová trvající až asi 2 minuty, exposice momentní kolem $\frac{1}{20}$ vteřiny a t. zv. blesková trvající po

dobu jediného výboje. V chirurgii zhotovují se nejčastěji snímky časové. Aby se při tom zkrátila exposiční doba, užívá se leckdy na místě jediné fotografické desky dvou desek přiložených k sobě citlivými vrstvami. Průchodem první deskou se mnoho fotografický účinek Roentgenových paprsků nezmenší, takže druhá deska současně se exponuje. Položíme li vyvolané desky správně vrstvami na sebe, docílíme tím krytí téměř dvakráte tak silného jako u desky jediné. — Podobného způsobu se užívá často i k jiným účelům. Místo nákladnějších desek a choulostivějších při uschování užívá se často papírů bromostříbrnatých Lékař do svého archivu uloží jeden snímek, kdežto druhý odevzdá pacientovi. Ušetří si tím zdlouhavé kopírování jediného originálu.

Jiná methoda zkracující značně exposici spočívá v tom, že se na fotografickou desku položí fluoreskující stínítko svojí účinnou vrstvou na citlivou stranu desky. Jest pak cesta roentgenových paprsků následující: Z lampy vystupující paprsky pronikají nejprve tělem pacientovým, jdou fluoreskujícím stínítkem, které jejich účinkem září, vnikají do citlivé vrstvy fotografické desky, kterou na straně skla opouštějí. Paprsky jednak přímo účinkují na fotografickou desku, vedle nich však světlo z fluoreskujícího stínítka napomáhá jejich účinku. Tím se může zkrátit exposice až na $\frac{1}{10}$ proti exposici bez stínítka.

Stínítko s kyanidem platnatobarnatým se k tomuto účelu dobře nehodí. Má příliš hrubé zrno, takže zkrácení exposice by se dálo na útraty ostrosti snímku. Jedno z nejstarších stínítek, která se v tomto ohledu osvědčila, zhotoveno jest na návrh *Edisonův* z kyselého volframanu vápenatého, rozemletého na jemný prášek. Dnes jest toto stínítko předstiženo výrobky některých továren, které postup své výroby a složení zachovávají v tajnosti. Jsou to tenké listy, nejčastěji homogenní, tedy ne fluoreskující látka nalepená na lepenkový podklad. Folie taková musí býti dobře přitisknuta k citlivé vrstvě fotografické desky, aby nikde od ní nedostávala a tím nezavinila neostrosti snímku.

Někdy se užívá současně stínítek dvou, mezi něž se uloží fotografická deska. Exposice se tím ještě více zkrátí.

Posledně uvedeného prostředku k docílení ostrého snímku t. zv. „bleskové“ exposice užívá se v chirurgii poměrně málo. Budiž učiněna o ní jen stručná poznámka. Při snímcích, při

kterých by samovolný pohyb na př. srdce, tepen a pod. vadil, byla by i zkrácená exposice na $\frac{1}{20}$ sekundy značně dlouhou Nějaké momentní uzávěrky, třeba ve fotografii oblíbené štěrbinové uzávěrky, zde použíti z důvodů technických nelze; nezbývá, leč nechati lampu zářiti po dobu nutnou k exposici. Toho docílí se tím, že se stejnosměrný proud vede do primární cívky induktoru. Jeho intensita poměrně zvolna stoupá; jakmile dosáhne krajní hodnoty, musí se náhle přerušiti. Tím vznikne v sekundární cívce proudový náraz, jenž se vybíjí lampou. Čím rychlejší přerušení primárního proudu, tím větší efekt proudu sekundárního. Rychlého přerušení se dociluje tím, že do primárního vedení jest vepnuta zvláštní pojistka, která se při určité intensitě proudu přepálí a zároveň exploduje. Explosí se uspíší dokonalé přerušení.

Při vojenských roentgenologických stanicích jest nejčastějším úkolem zjištění polohy buď roztříštěných kostí nebo cizích vniklých těles, projektilů. Závadou při tom jest, že hotový roentgenogram jest pouhou rovinnou stínokresbou bez prostorového dojmu. Úsudek o tom, v jaké hloubce se cizí předmět v těle nalézá, je stížen neznalostí o jeho velikosti. O prostorovém rozdělení předmětů, jež svůj stín vrhají na fotografickou desku nebo fluoreskující stínítko, možno nabýti představy vzájemným pohybováním lampy, těla pacientova nebo stínítka. Na tom vesměs spočívají methody, které mají zjistiti polohu projektilu nebo úlomků kostí vzhledem k normální poloze zdravých kostí nebo jiných orgánů.

Ideálním zdá se prostředek *Grasheyův*, který používá přímo při operaci paprsků Roentgenových. Lampa Roentgenova nalézá se pod deskou operačního stolu, na níž leží pacient. Lékař operuje při obyčejném světle, dívaje se pouze jedním okem, kdežto na druhém oku má přidělaný kryptoskop — ve vhodné vzdálenosti od oka fluoreskující stínítko chráněné před vnějším světlem. Dle potřeby rozsvítí Roentgenovu lampu kontaktem, jejž ovládá kolenem. Podobným způsobem může i pohybovati lampou pod pacientem.

Velmi řídký jest způsob, který při vyšetřování užívá stroboskopu: Zdrojem paprsků jsou dvě lampy, nebo jediná lampa

s dvěma antikathodami vzdálenými asi 120 *mm*. Vhodným kommutatorem (na př. obr. 9. nebo 10.) rozsvěcuje se střídavě levá nebo pravá antikathoda. Vyšetřující lékař dívá se na stínítko kukátkem, ve kterém synchronní motor souhlasně s antikathodami mu zavírá průhled pravým nebo levým okem. Při rychlém kommutatoru splynou různé obrazy naskytující se oběma očím v plastický dojem.

Podobně zřídka se užívá stereoskopu Wheatstoneova, ve kterém se pozorují dva roentgenogramy pořízené postupně lampou, jež se mezi oběma snímky posunula o 7 nebo 12 až 15 *cm*.

Na podobném principu spočívají další způsoby, které užívají dvou snímků zhotovených na jediné desce; stereoskopický dojem se nahražuje výpočtem nebo konstrukcí. Methodu tu zavedl turinský roentgenolog *R. Galeazzi*.

Při popisu omezím se na způsob, který na základě zkušeností během světové války nabytých modifikoval a v Časopise lékařů českých r. 1915 popsal J. Rejsek: Na svislém podstavci *A* jsou upevněny dva vodorovné rámy *B* a B_1. Do rámu *B* vkládá se fluoreskující stínítko, na které se může položiti deska z ochranného skla olovnatého, po případě se může užíti skla bez fluoreskujícího stínítka.

Spodní rám B_1 nese Roentgenovu lampu *L*. kterou lze na sáňkách posunouti ve dvou na sobě kolmých směrech. Pohybuje se lampa celkem z rohu do rohu čtverce o straně 15 *cm*.

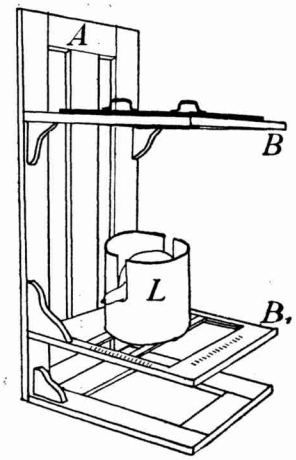
Antikathoda lampy jest od stínítka vzdálena přesně 50 *cm*. Stativ přisune se ke stolu, na němž leží pacient, takže se lampa nalézá pod stolem, stínítko leží nad pacientem. Na skle, kterým je stínítko přikryto, jest nakreslen shodný čtverec s rohy přesně nad krajními polohami antikathody. Obr. 27.

Dejme tomu, že při poloze lampy pod rohem *a* objeví se stín hledaného předmětu v bodě a_1. (Obr. 28.) Z centrální projekce, o jakou zde jde, vyplývá, že cizí předmět se bude nalézati ve svislé rovině proložené antikathodou lampy, body *a* i a_1 na stínítku. Polohu obrazu a_1 a přímku, v níž ona svislá rovina protíná rovinu stínítka, označíme na skleněné desce mastnou tužkou.

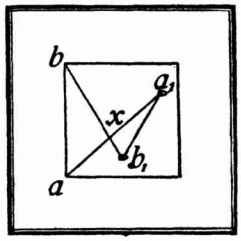
Podobně si počínáme, když lampu pošineme pod roh *b*. Hledaný předmět se bude opět nalézati ve svislé rovině procha-

zející antikathodou a body b, b_1 t. j. bude svisle pod průsečíkem x přímek aa_1, bb_1. Na postranních měřítkách hořejšího rámu změří se poloha bodu x.

Kontrola provede se tím způsobem, že se lampa ve spodním rámu, také měřítky opatřeném, přivede do téže polohy, jakou má bod x. Pak při prosvícení musí stín předmětu souhlasiti s bodem x.



Obr. 27.



Obr. 28.

Potom se s hořejšího rámu odstraní stínítko i skleněná deska a položí se naň pravítko v obr. 29. vyznačené. Měřítko B postaví se do polohy bodu x a spustí se až na tělo pacientovo. Zjistí se tím jednak vzdálenost povrchu těla od stínítka h a pak označí se na kůži pacientově bod, pod kterým svisle se nalézá hledaný předmět. Značka se dělá vlhkým lapisem, načež se kůže potře fotografickou vývojkou.

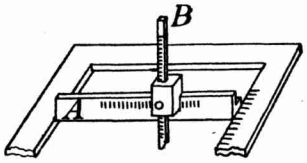
Jedná se ještě o to určiti, v jaké hloubce jest předmět pod značkou vyleptanou na kůži. Obr. 30. představuje obojí polohu lampy A, B a obraz, který při tom zároveň vzniká na skleněné desce. P jest hledaný předmět, jeho hloubka pod stínítkem budiž H, V značí vzdálenost lampy od stínítka. Na skleněné desce změříme vzdálenost $\overline{a_1 b_1}$. Pak z podobných trojúhel-

níků vyplývá: $\overline{a_1 b_1} : \overline{AB} = H : V - H$, z čehož

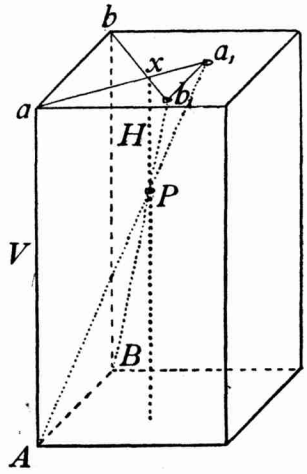
$$H = \frac{\overline{a_1 b_1} V}{\overline{AB} + \overline{a_1 b_1}}.$$

Kdyby na př. při $V = 50\ cm$ činila vzdálenost $\overline{a_1 b_1}$ $10\ mm$, vychází $H = 31{\cdot}25$, hloubka předmětu pod kůží je $H - h$. K usnadnění práce sestaveny jsou hodnoty H pro různá $\overline{a_1 b_1}$ v tabulku.

Přednosti modifikace p. Rejskovy, dle jeho mínění, jsou hlavně tyto: Celé určování a označení polohy trvá 2, nejvýš 5 minut,



Obr. 29.



Obr. 30.

poněvadž odpadá fotografování, vyvolávání desek a pod. Při tom však fotografování není znemožněno. Dále zdůrazňuje snadnost, s jakou se označuje poloha předmětu na povrchu těla, jakož i snadnou kontrolu správného určení. U method, při kterých pacient leží na kasetě, a lampa se nalézá nad ním, stlačí se, po případě sešine se spodní část těla. Okolnost ta může zavdati příčinu k nesprávnému určení vzdálenosti předmětu od fotografické desky. Když se měří v opačném směru od svrchního stínítka volným povrchem těla k předmětu, pak možnost oné chyby odpadá.