Книгоиздательство Т-ва И. Д. Сытина.
ОТДѢЛЪ СРЕДНЕЙ ШКОЛЫ.

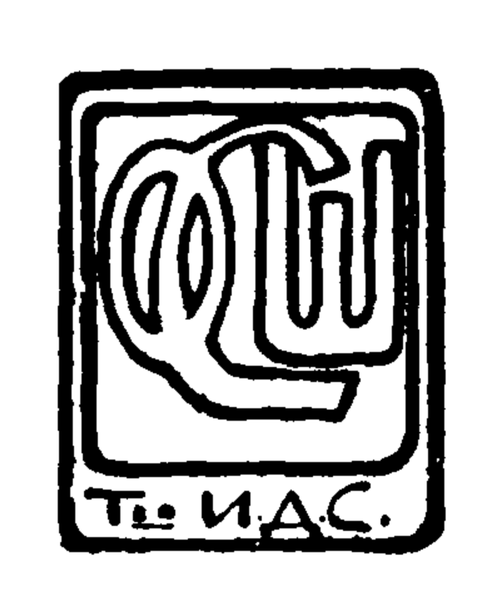
Среди природы.

Руководства для экскурсій и практическихъ занятій по естествознанію.

Проф. **И. Ф. Огневъ.**

МИКРОСКОПЪ и ПЕРВЫЯ РАБОТЫ СЪ НИМЪ.

ИЗСЛѢДОВАНІЕ ЖИВОТНЫХЪ КЛѢТОКЪ И ТКАНЕЙ.



Типографія Т-ва И. Д. Сытина. Пятницкая улица, свой домъ.
Москва.—1915.

ВВЕДЕНІЕ.

Однимъ изъ основныхъ стремленій человѣчества всегда было познать то что не доступно непосредственному опыту и чувствамъ. Человѣкъ всегда обращалъ свой взоръ къ небу и задавалъ себѣ вопросъ, что такое миріады свѣтлыхъ кружковъ, мерцающихъ каждую ночь, но только въ 17-мъ столѣтіи нашей эры, благодаря открытію Галилеемъ подзорной трубы, стало несомнѣннымъ, что свѣтлыя звѣзды суть не что иное, какъ системы солнцевъ и планетъ, подобнымъ нашему солнцу и землѣ. Земля представляетъ собою только песчинку въ безконечной вселенной.—Рядомъ съ открытіемъ безконечно великаго въ томъ же столѣтіи послѣдовало открытіе безконечно малаго, о существованіи котораго до той поры никто не подозрѣвалъ. Ученый голландскій купецъ Антоній Левенгукъ построилъ впервые микроскопъ и примѣнилъ его для изученія природы. Первая же капля крови, имъ изслѣдованная, показала существованіе множество тѣлецъ въ ней, доселѣ никому не вѣдомыхъ; въ каплѣ воды настоенной на мясѣ или травѣ Левенгукъ увидѣлъ множество новыхъ подвижныхъ животныхъ разнообразной формы; настаивая воду на разныхъ веществахъ, Левенгукъ находилъ все новыя и новыя формы этихъ названныхъ имъ «наливочными» (Infusoria) животныхъ, открылъ далѣе существованіе бактерій, сперматозоидовъ, поперечную исчерченность мышечныхъ волоконъ и сдѣлалъ

еще много подобныхъ наблюденій, перечислять которыя здѣсь было бы излишнимъ. Самъ того не сознавая, Антоній Левенгукъ своими открытіями далъ мощный толчекъ къ развитію біологическихъ наукъ, продолжающемуся отъ его дней до сихъ поръ.

Построенный имъ микроскопъ совершенствовался въ теченіе времени все болѣе и сдѣлался едва ли не важнѣйшимъ приборомъ для всякаго біологическаго изслѣдованія. Нельзя представить себѣ, какъ бы теперь безъ микроскопа могли обойтись зоологія или ботаника. Общая анатомія строится исключительно на данныхъ добытыхъ при помощи микроскопа. Повидимому настаетъ время, когда безъ микроскопа становится невозможнымъ обойтись ни въ одной области естествознанія: онъ находитъ себѣ примѣненіе не только въ химіи, но даже и въ астрономіи.

Умѣнье пользоваться микроскопомъ становится теперь доступнымъ всѣмъ, когда за небольшую цѣну можно пріобрѣсти инструментъ пригодный для самыхъ разнообразныхъ изслѣдованій. Техника самаго изслѣдованія настолько разработана и упрощена, что овладѣть ея пріемами, по крайней мѣрѣ обычными, можетъ всякій, вовсе или почти вовсе не прибѣгая къ посторонней помощи.

Эта небольшая книжка имѣетъ своей ближайшей цѣлью познакомить въ возможно простой и всѣмъ доступной формѣ съ современнымъ микроскопомъ и пріемами изслѣдованія, употребляемыми въ микроскопической анатоміи животныхъ. При описаніи микроскопа главное вниманіе обращено на практически важное и нужное, и въ этой только мѣрѣ изложеніе касается теоріи микроскопа, какъ оптическаго инструмента. Изъ множества существующихъ теперь методовъ изслѣдованія выбраны или наиболѣе простые и доступные по степени трудности и стоимости, или болѣе опредѣлен-

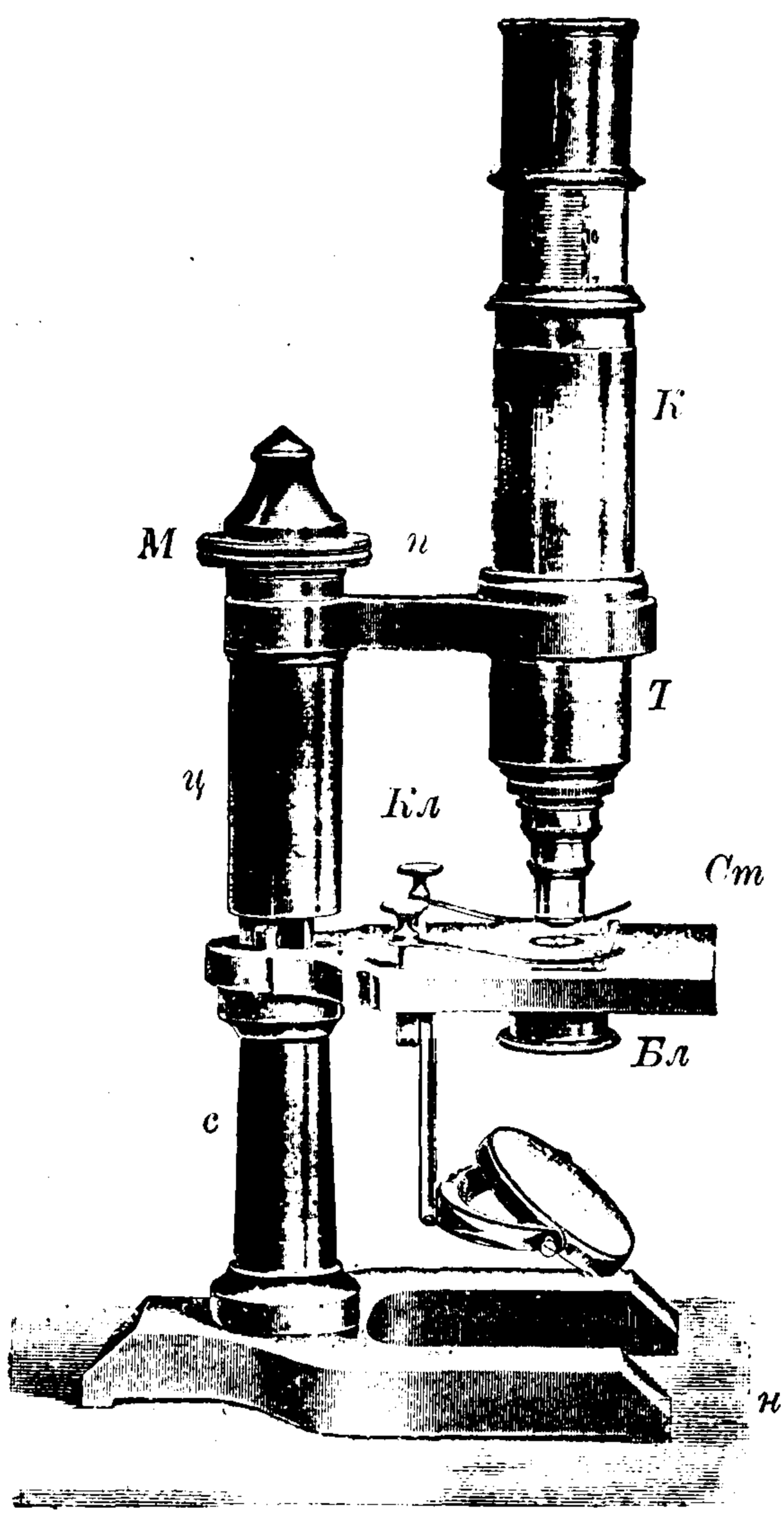
ные по результатамъ и не зависящіе отъ случайностей, иногда трудно уловимыхъ. Читатель не найдетъ здѣсь изложенія ученія о клѣткѣ и тканяхъ—для этого существуютъ другія руководства—но найдетъ, какъ возможно доступными и прямо ведущими къ цѣли средствами самому изготовить препараты клѣтокъ и тканей. Вездѣ въ сжатой формѣ, но насколько позволяло мѣсто, обстоятельно описаны эти препараты. Иллюстрирующія изображенія въ большинствѣ случаевъ взяты также съ такихъ препаратовъ. Такимъ образомъ, безъ особыхъ затрудненій можно будетъ разобраться въ изготовленныхъ препаратахъ безъ помощи, по крайней постоянной, какого-либо руководителя. Проникнуть въ міръ недоступныхъ невооруженному глазу простѣйшихъ существъ, ознакомиться съ ихъ жизнью, разнообразіемъ и красотой ихъ формъ не только поучительно въ высокой мѣрѣ, но доставляетъ и большое наслажденіе и радость.

Обратимся теперь къ описанію микроскопа.

Часто въ учебникахъ различаютъ микроскопы простые и сложные; подъ именемъ первыхъ разумѣютъ обыкновенно простыя лупы, а подъ вторыми—такіе оптическіе приборы, въ которыхъ увеличенное дѣйствительное изображеніе данное одной системой стеколъ (объективомъ) разсматривается и увеличивается другой системой (окуляромъ). Теперь, однако, подъ именемъ микроскопа почти исключительно разумѣютъ одни лишь сложные микроскопы. Конструкціи послѣднихъ бываютъ весьма различны и притомъ то болѣе просты, то болѣе сложны. Какова бы ни была однако эта сложность, въ каждомъ микроскопѣ различаютъ *штативъ* и собственно *оптическія части*.

Штативы бываютъ очень разнообразны по своей величинѣ и массивности и различнымъ, имѣющимся у

нихъ, приспособленіямъ. Мы опишемъ здѣсь болѣе простые штативы, пригодные для элементарныхъ работъ и дадимъ изображеніе болѣе совершенныхъ, удовлетворяющихъ болѣе обширнымъ требованіямъ.



Фиг. 1.

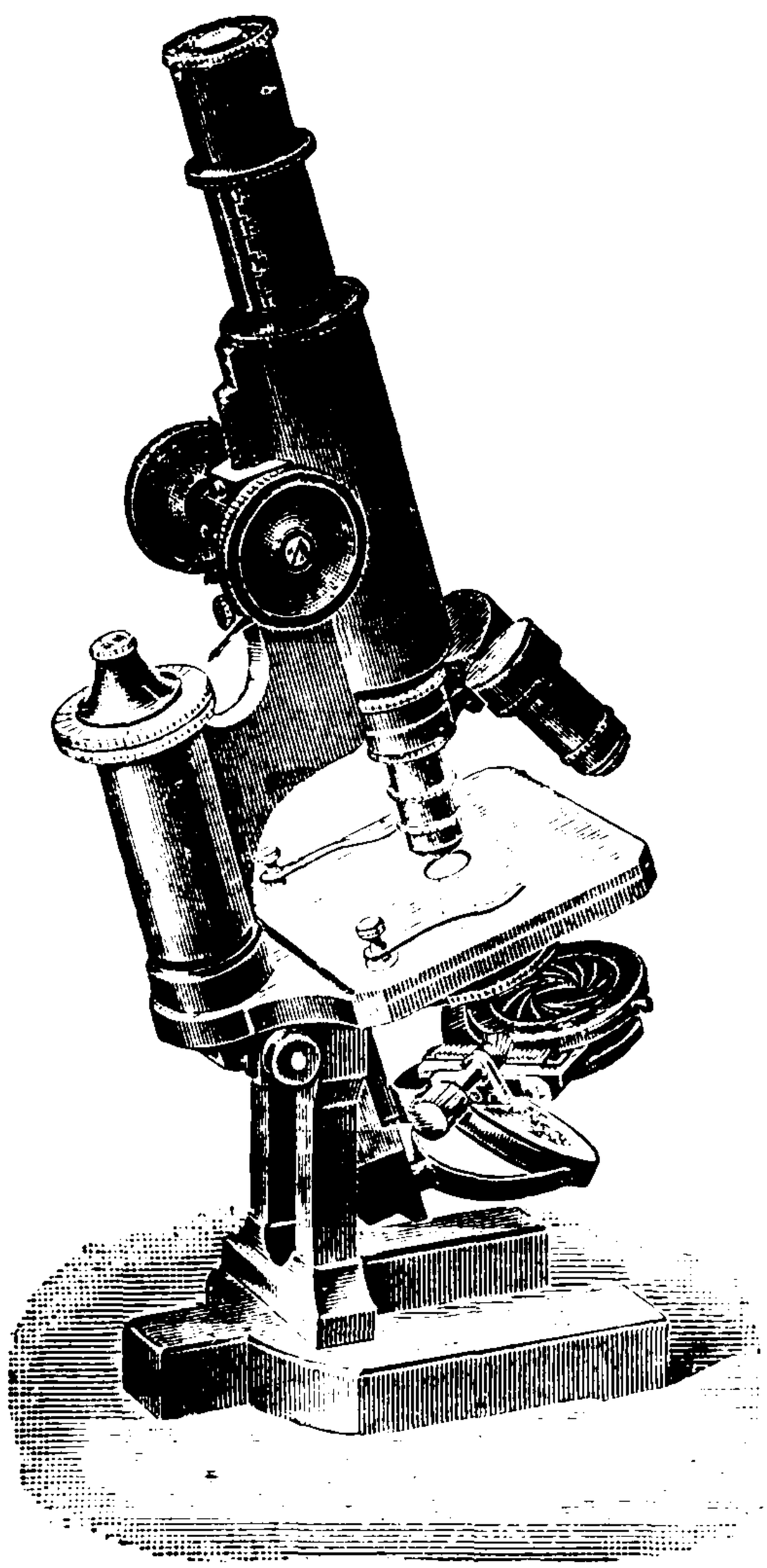
На фиг. 1-ой изображенъ очень простой штативъ. Въ штативѣ прежде всего различаемъ, такъ называемую ножку *(н)*, которой теперь, обыкновенно, придаютъ подковообразную форму и для бо́льшей устойчивости дѣлаютъ возможно тяжелой. На ножкѣ вертикально укрѣпленъ столбикъ *(с)*, который заканчивается трехгранной призмой, внутри полой; въ полости призмы укрѣпленъ микрометрическій винтъ, служащій для установки на фокусъ микроскопа и спиральная пружина для подниманія и опусканія трубки микроскопа съ этой цѣлью. *М* есть головка микрометрическаго винта, которая при движеніи направо сжимаетъ пружину и опускаетъ трубку, при движеніи налѣво производитъ обратное. Трубка *(Т)* микроскопа вставлена въ гильзу *К*. Послѣдняя ввинчена въ нарѣзку толстой пластинки *(п)*. Другой конецъ пластинки при-

крѣпленъ наглухо къ цилиндру *(ц)*, внутрь полому и надѣтому на призму столбика.

Въ отверстіе въ этомъ концѣ пластинки и пропущенъ наружу микрометрическій винтъ и здѣсь на него навинчена головка *(М)*. Спиральная пружина упирается снизу подъ этой головкой въ пластинку. Трубка микроскопа *(Т)* состоитъ изъ двухъ частей нижней болѣе широкой и верхней меньшаго діаметра, которая вдвигается въ нижнюю. *Ст* есть столикъ микроскопа; онъ прикрѣпленъ наглухо и возможно прочно къ столбику подъ призмой. Въ серединѣ столика имѣется круглое отверстіе куда вставляется цилиндрическая діафрагма *(Бл)*. Въ другихъ стативахъ на этомъ мѣстѣ находится на нижней поверхности округлая шейба съ отверстіями различной величины, которыя устанавливаются въ серединѣ отверстія столика при вращеніи шейбы. Въ небольшія отверстія въ боковыхъ заднихъ частяхъ столика вставляются клеммы *(Кл)* для того чтобы укрѣплять на столикѣ стекло съ препаратомъ. Подъ столикомъ на подвижномъ рычажкѣ въ особой вилочкѣ укрѣплено зеркало для освѣщенія поля зрѣнія микроскопа. Обыкновенно имѣется два зеркала одно вогнутое, другое плоское, укрѣпленныя по обѣимъ сторонамъ рамки.

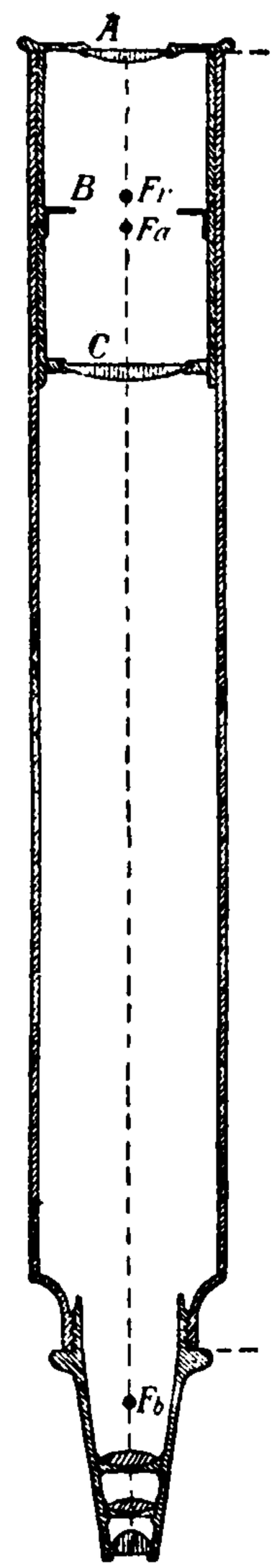
На фиг. 2 изображенъ стативъ большаго размѣра. Всѣ части его гораздо крупнѣе и массивнѣе, столикъ значительно больше и покрытъ эбонитовой пластинкой. Это предохраняетъ столикъ отъ разъѣданія ѣдкими жидкостями, которыя могутъ попасть на него во время изслѣдованія. Грубый перестановъ трубы производится не въ гильзѣ рукой, какъ у меньшаго статива, но при помощи шестерни, или триба. На трубѣ нанесена скала дѣленія на миллиметры, что можетъ имѣть большое значеніе тогда, когда надо устанавливать трубу совершенно опредѣленной длины (160 mm.) при поль-

зованіи объективами дающими сильныя увеличенія и такъ называем. апохроматами. Стативъ сгибается назадъ по оси проходящей подъ уровнемъ столика. Это очень большое преимущество позволяющее работающему самому не сгибаться во время работы и правильно дышать. На головкѣ микрометрическаго винта (*M*) также нанесены дѣленія. Приспособленіе это позволяетъ измѣрять толщину препаратовъ и покровныхъ стеклышекъ. Зеркало для освѣщенія имѣетъ бо́льшій діаметръ, и надъ нимъ помѣщенъ такъ называемый Аббевскій освѣтительный аппаратъ, при помощи котораго можно очень тонко и точно регулировать освѣщеніе. Аппаратъ этотъ состоитъ изъ двухъ частей. Внизу находятся шейба съ діафрагмой — ирисъ, состоящей изъ стальныхъ секторовъ, могущихъ сдвигаться и раздвигаться при помощи особой ручки. Отверстіе діафрагмы при этомъ можетъ быть установлено любой величины. Шейба съ ирисъ-діафрагмой можетъ быть откидываема въ сторону. Особой рукояткой діафрагма можетъ быть поставлена эксцентрично, чѣмъ достигается боковое освѣщеніе препарата. Верхній отдѣлъ аппарата представляетъ собою



Фиг. 2.

систему линзъ въ конической металлической оправѣ, это такъ называемый конденсоръ Аббе. Конденсоръ приходится какъ разъ въ отверстіи столика микроскопа. Особымъ маленькимъ трибомъ весь аппаратъ можетъ подниматься вверхъ и внизъ и можетъ быть снятъ долой.



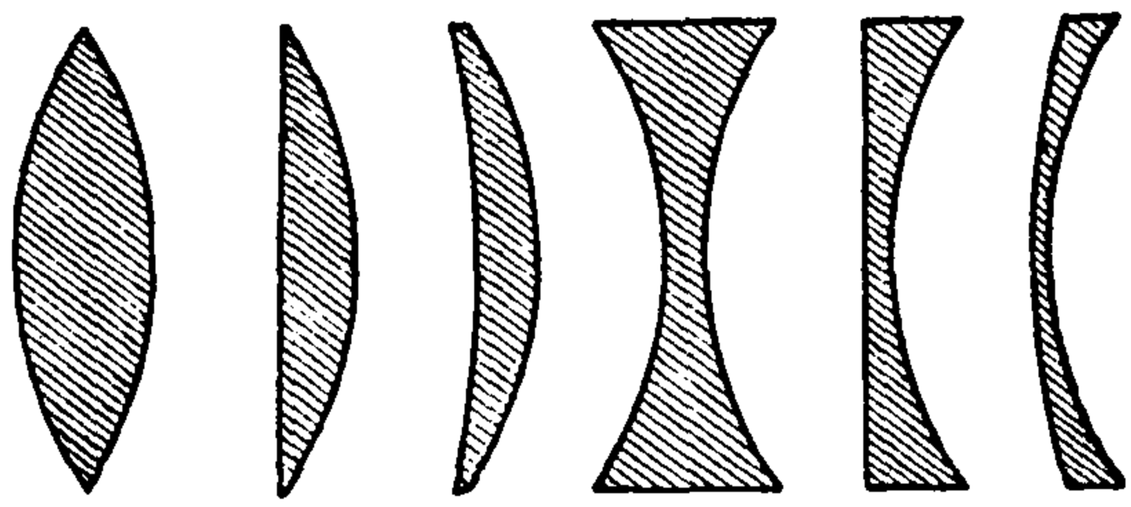
Фиг. 3. Схематизованное изображеніе трубы микроскопа. *A* — глазное стекло окуляра, *C* — коллективъ послѣдняго, *B* — діафрагма окуляра.

Оптическія части микроскопа, кромѣ только что описаннаго освѣтительнаго аппарата, представляютъ собой объективы и окуляры.

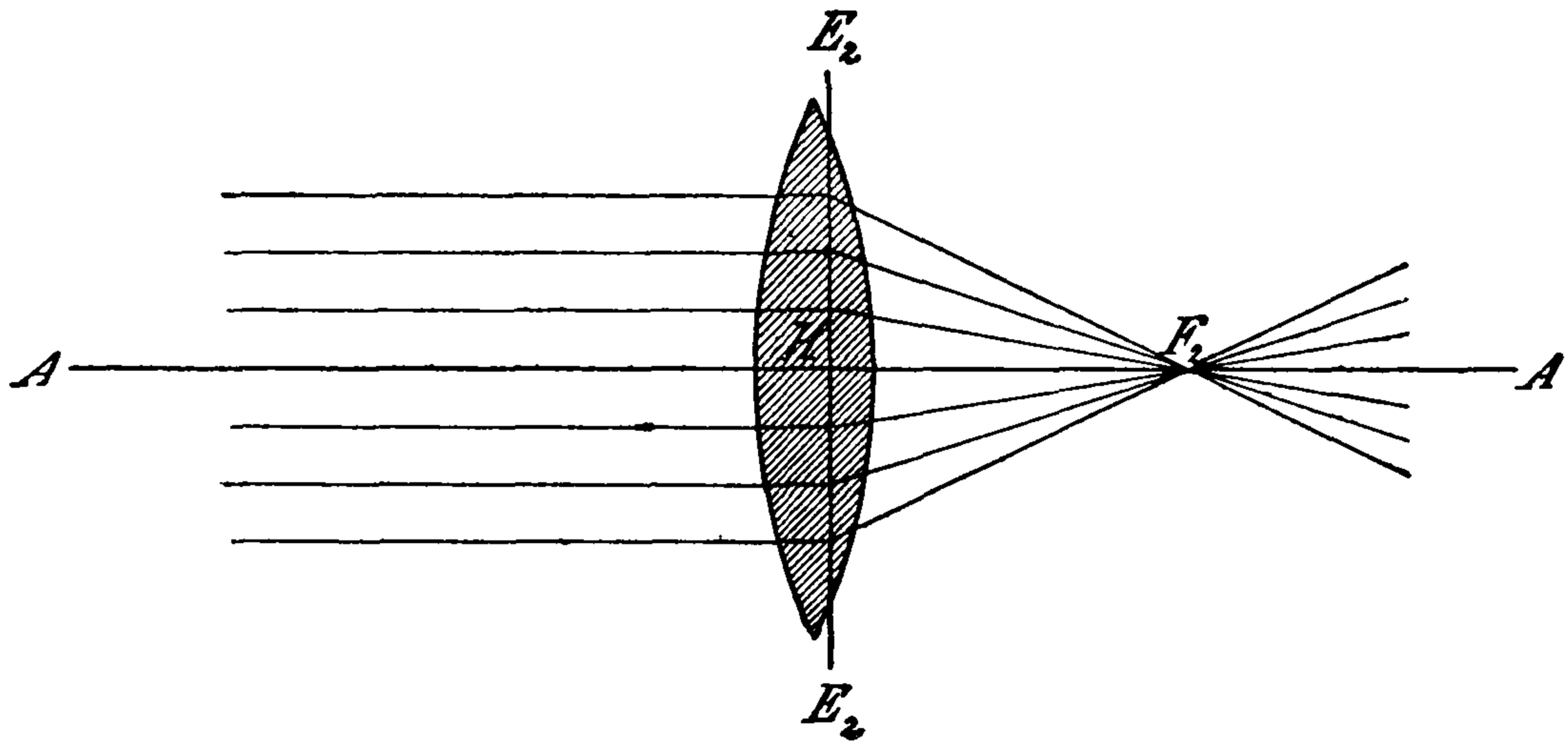
Первые привинчиваются къ нижнему отдѣлу трубки микроскопа (см. фиг. 1 и 2), вторые вставляются въ верхній отдѣлъ ея; какъ можно видѣть изъ нѣсколько схематизованной фигуры 3, окуляръ заключаетъ въ себѣ двѣ линзы, изъ которыхъ обращенная къ глазу носитъ названіе глазной (*A*), а обращенная къ объективу называется коллективомъ (*C*.) Между обѣими линзами находится діафрагма (*B*), ограничивающая поле зрѣнія.

Прежде чѣмъ итти дальше въ описаніи микроскопа, остановимся немного на обзорѣ тѣхъ линзъ, которыя употребляются при постройкѣ микроскоповъ и затѣмъ на ходѣ лучей въ этихъ линзахъ и ихъ комбинаціяхъ, чтобы тѣмъ самымъ дать понятіе о томъ, какъ строится изображеніе предмета въ микроскопѣ. Замѣтимъ тутъ же, что сложныя, составленныя изъ нѣсколькихъ, линзы дѣйствуютъ совершенно такъ же какъ и простыя, и потому въ схемахъ хода лучей въ микроскопѣ вездѣ вмѣсто сложныхъ изображены простыя линзы. На фиг. 4 представлены разныя формы линзъ, употребляемыхъ для

построенія микроскоповъ (*a—f*), понятныя безъ дальнѣйшихъ описаній. — Линія, соединяющая середины искривленныхъ поверхностей линзы, носитъ названіе *оси* ея. На оси лежатъ четыре *кардинальныя* точки, оба *главныхъ фокуса* и двѣ *главныхъ точки*, съ каждой стороны линзы по парѣ, или, выражаясь иначе, двѣ въ области предмета и двѣ въ области его изображенія. Главнымъ фокусомъ называютъ такую точку, въ которой соединяются вмѣстѣ всѣ лучи, идущіе параллельно оси отъ какого-нибудь отдаленнаго предмета, напр., солнца. Главной точкой называютъ такую, чрезъ которую перпендикулярно къ оси можетъ быть проложена плоскость, въ которой будутъ лежать всѣ точки пересѣченій между собою лучей, идущихъ паралельно оси и лучей преломленныхъ линзой и сведенныхъ ею въ главномъ фокусѣ (на фиг. 5 E_2 E_2). Такая плоскость носитъ названіе главной плоскости.—

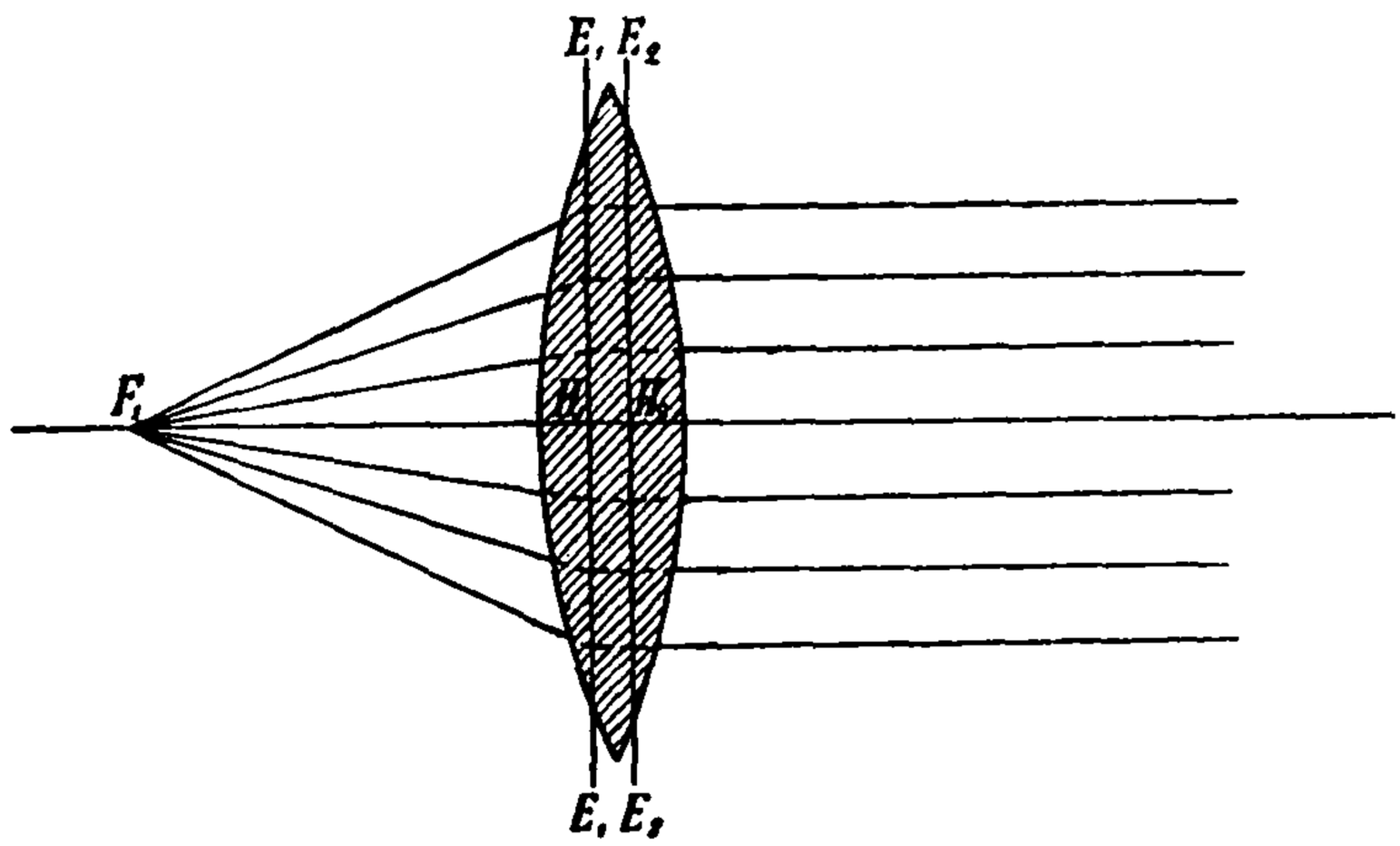


Фиг. 4.



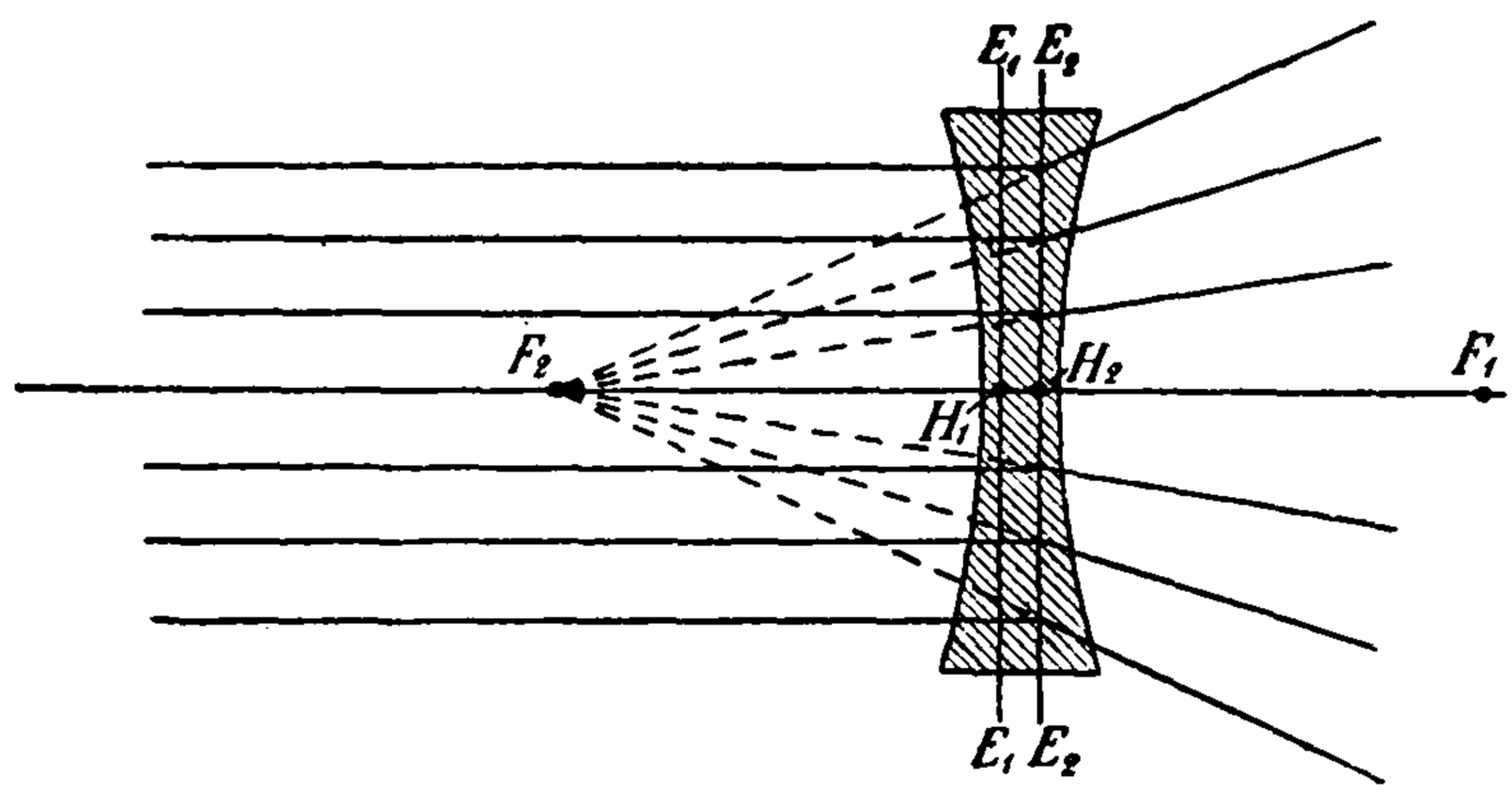
Фиг. 5.

Разстояніе фокуса отъ этой плоскости носитъ названіе *фокуснаго разстоянія*. Зная положеніе главныхъ плоскостей и фокусовъ, легко изобразить ходъ лучей въ



Фиг. 6.

двояко выпуклой и двояко вогнутой линзѣ. Положимъ, мы имѣемъ двояко выпуклую линзу, въ которой E_1 E_1 E_2 E_2 ея главныя плоскости (фиг. 6.) Пукъ лучей параллельно оси идетъ въ области изображенія. Лучи эти должны пересѣчь ту и другую главныя плоскости и по-

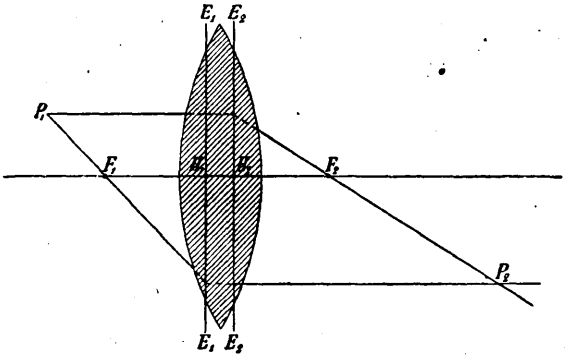


Фиг. 7.

тому продолжаемъ ихъ до этого пересѣченія. Чтобы найти ихъ дальнѣйшій ходъ по преломленіи въ линзѣ, надлежитъ только соединить эти точки пересѣченія съ точкой фокуса въ области предмета F_1.

Положимъ, что на двояко вогнутую линзу падаютъ паралельно ея оси лучи (фиг. 7); они пересѣкаются съ главными плоскостями E_1 E_1 E_2 E_2; по выходѣ изъ линзы и по преломленіи лучи не могутъ соединиться въ фокусѣ F_1, но будутъ разсѣеваться въ области изображенія. Продолженія этихъ лучей (означенныя точками) соединятся въ фокусѣ F_2 на той же сторонѣ, откуда идутъ лучи. Въ этомъ случаѣ говорятъ объ *отрицательномъ фокусномъ разстояніи.*

Посмотримъ теперь, какъ можно построить изображеніе любой точки тогда, когда извѣстно поло-



Фиг. 8.

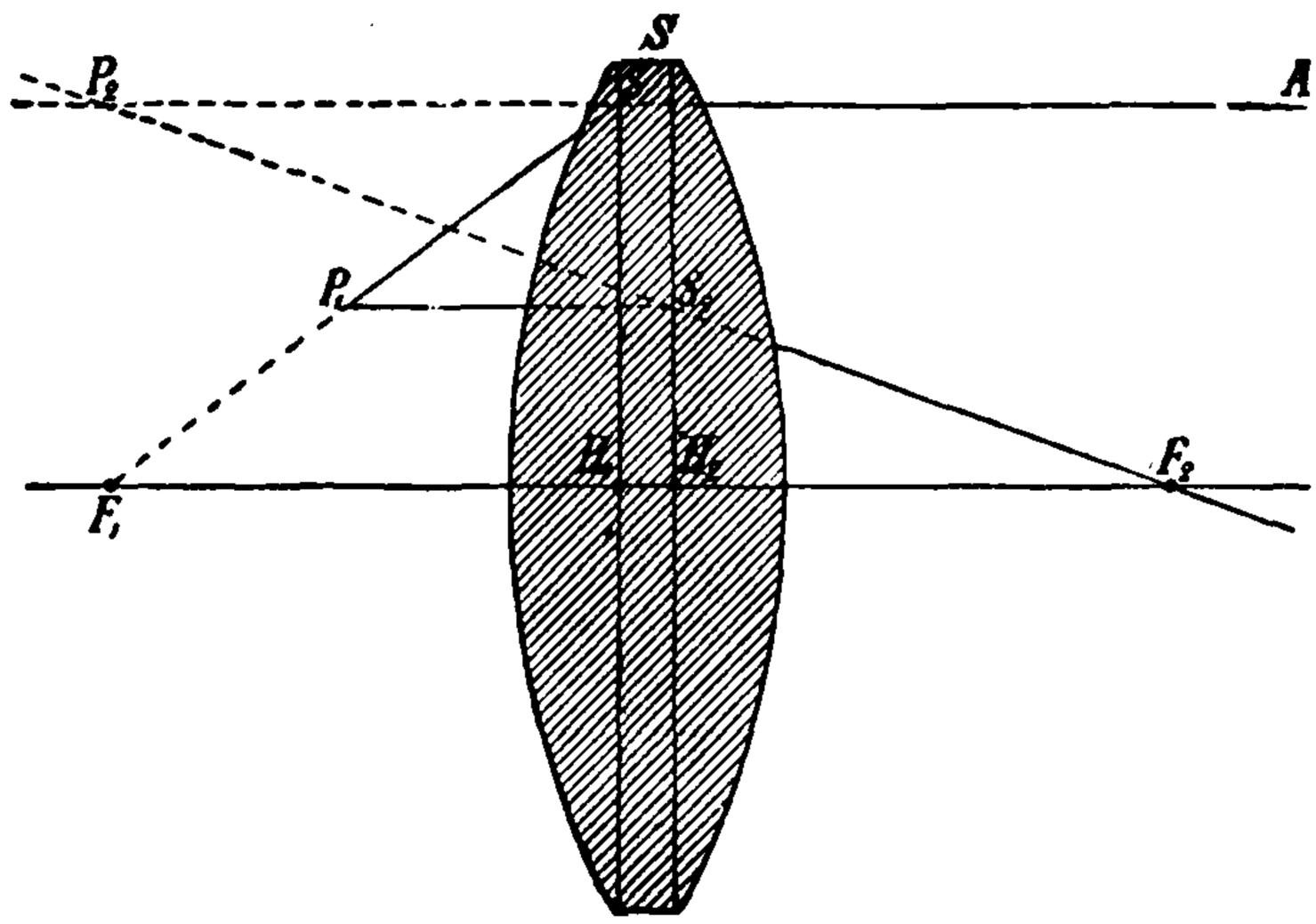
женіе обоихъ фокусовъ и фокусное разстояніе. Если F_1 F_2 суть фокусы изображенной на фиг. 8 линзы, то положеніе главныхъ точекъ мы опредѣлимъ, отложивъ f (фокусное разстояніе) отъ F_1 F_2 по оси линзы по направленіи къ послѣдней такъ, чтобы F_1 H_1, F_2 $H_2 = f$. Возстановивъ перпендикуляры въ точкахъ H_1 H_2, мы опредѣлимъ положеніе главныхъ плоскостей. Чтобы найти изображеніе точки P_1 проведемъ сначала черезъ послѣднюю лучъ параллельный оси; лучъ этотъ, пройдя линзу и преломившись въ ней, долженъ непремѣнно пройти черезъ фокусъ F_2. Доводимъ паралельный лучъ

E_1 E_1 E_2 E_2, т.-е. до главныхъ плоскостей и точку пересѣченія съ E_2 E_2 соединяемъ съ F_2 и, такимъ образомъ, опредѣляемъ ходъ параллельнаго луча въ области изображенія. Положеніе точки въ пространствѣ, однако, какъ извѣстно, опредѣляется пересѣченіемъ двухъ линій, поэтому необходимо выбрать еще одинъ лучъ, который пересѣкъ бы первый прошедшій черезъ фокусъ F_2. Выбираемъ лучъ P_1 F_1, который идетъ отъ точки P_1 черезъ фокусъ F_1. Этотъ лучъ отсюда пойдетъ къ главнымъ плоскостямъ и, по изложенному выше (фиг. 6), долженъ въ области изображенія, по пересѣченіи этихъ плоскостей, итти паралельно оси; на его протяженіи, такъ же такъ на протяженіи прежде проведеннаго луча должно лежать изображеніе точки P_1. Очевидно, мѣсто изображенія должно находиться въ P_2, тамъ гдѣ въ области изображенія оба проведенные луча пересѣкаютъ другъ друга.

Особаго вниманія заслуживаетъ тотъ случай, когда точка, изображеніе которой надобно построить, лежитъ между фокусомъ и главной плоскостью линзы, и когда поэтому лучи въ области изображенія не будутъ поэтому между собою перекрещиваться. Начертимъ ходъ лучей въ этомъ случаѣ.

Положимъ (фиг. 9) P_1 будетъ точка лежащая между F_1 и H_1—фокусомъ и главной точкой; чтобы найти ея изображеніе проводимъ лучъ параллельно оси, который, по пересѣченіи съ второй главной плоскостью въ S_2, пойдетъ отсюда въ F_2, фокусъ въ области изображенія. Проводимъ далѣе лучъ P_1 S_1, котораго продолженіе назадъ должно пройти черезъ первый фокусъ F_1. Очевидно, что въ области изображенія этотъ лучъ пойдетъ параллельно оси, какъ будто бы онъ исходилъ непосредственно изъ F_1. По чертежу ясно видно, что лучи S_1 A и S_2 F_2 никогда въ области изображенія между собою перекреститься не могутъ, ибо расходятся

здѣсь въ разныя стороны; ясно видно также, что продолженія обоихъ этихъ лучей въ области предмета другъ друга пересѣкаютъ въ P_2. Поэтому при данныхъ условіяхъ невозможно получить дѣйствительнаго изображенія точки P_1 на экранѣ или ширмѣ. Такого рода изображенія, которыя получаются отъ предметовъ безъ настоящаго пересѣченія лучей, носятъ названіе *мнимыхъ*. Эти мнимыя изображенія играютъ большую роль въ оптическихъ инструментахъ. Въ частности въ окулярѣ микроскопа всегда разсматривается такое мни-

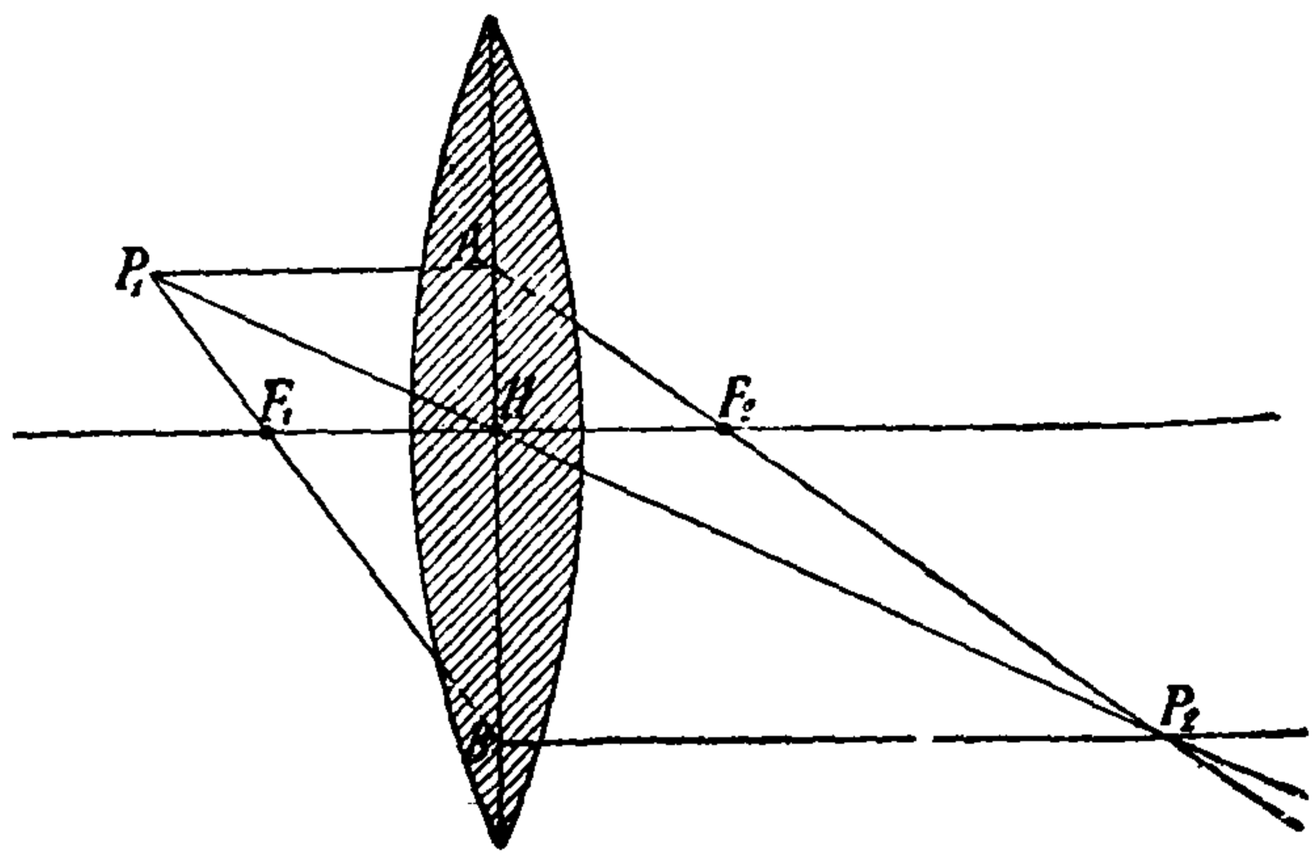


Фиг. 9.

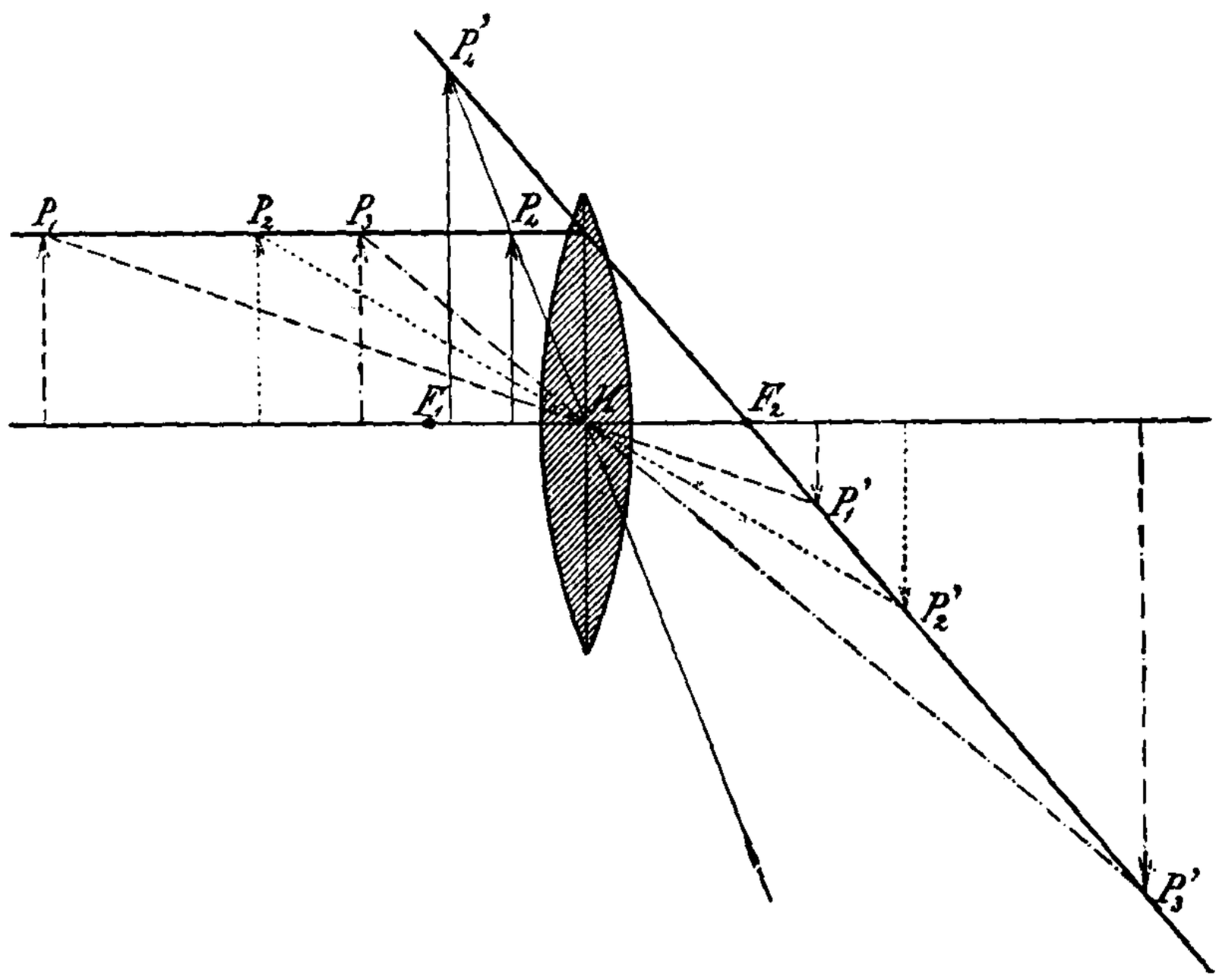
мое изображеніе, какъ это будетъ яснѣе изъ дальнѣйшаго изложенія.

Замѣтимъ, что при тонкихъ линзахъ можно свободно, для упрощенія построеній изображенія, вмѣсто двухъ главныхъ точекъ принимать, что главныя точки сливаются въ одну, такъ какъ разстояніе между ними будетъ очень малымъ. Конечно, соотвѣтственно этому можно будетъ принимать одну, а не двѣ главныя плоскости. Можно также свободно принять, что лучъ идущій черезъ такую слитную главную точку проходитъ ее безъ преломленія, если по обѣимъ сторонамъ линзы находится одна и та же среда, напр. воздухъ.

Такой лучъ называютъ *центральнымъ* (лучъ P_1 H P_2 на фиг. 10). Съ его помощью легко строить изображеніе предметовъ, даваемое собирающей двояко (плоско) выпуклой, или разсѣвающей двояко (плоско) вогнутой линзой, къ чему мы теперь и перейдемъ. —Положимъ, что мы имѣемъ передъ собою (фиг. 11), двояко выпуклую линзу съ фокусами F_1 F_2, главной точкой H. Проложимъ ось этой линзы и отложимъ на оси положеніе F_1 F_2, считая что H приходится въ серединѣ линзы. Въ области предмета перпендикулярнкъ оси находится стрѣлка, которая постепенно приближается къ линзѣ. Для того чтобы понять, какъ



Фиг. 10.



Фиг. 11.

будетъ мѣняться при этомъ приближеніи изображеніе стрѣлки, достаточно будетъ остановиться лишь на измѣненіи изображеній точки P_1; положеніе всѣхъ остальныхъ точекъ на стрѣлкѣ между осью и P_1 опредѣлится само собою при этомъ, какъ это видно изъ чертежа.

Построимъ изображеніе P_1, точки наиболѣе отдаленной отъ линзы; для этого по прежнему проведемъ отъ P_1 до главной плоскости лучъ параллельный оси линзы; отъ главной плоскости лучъ этотъ пойдетъ черезъ фокусъ F_2; проведемъ далѣе центральный лучъ P_1 H и продолжимъ его до пересѣченія съ лучемъ прошедшимъ черезъ фокусъ F_2; на мѣстѣ ихъ пересѣченія мы будемъ имѣть изображеніе P_1—(P'_1); такимъ образомъ мы можемъ построить изображеніе любого отдаленнаго предмета и убѣдиться въ томъ, что оно будетъ дѣйствительнымъ (т.-е. можетъ быть проложено на экранѣ), уменьшеннымъ и обратнымъ.

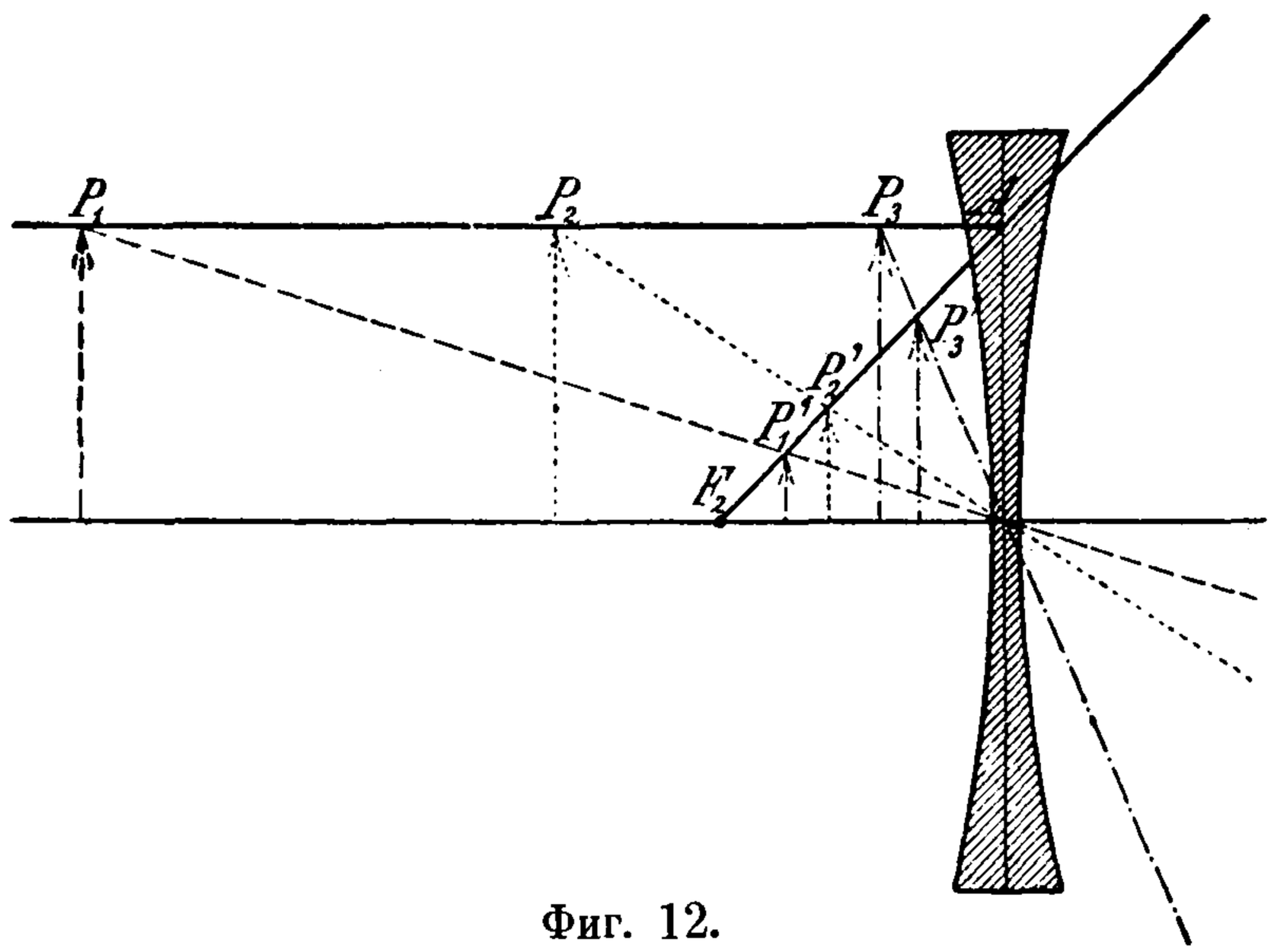
По мѣрѣ приближенія точки P_1 къ фокусу F_1 центральный лучъ долженъ будетъ образовывать все большій и большій уголъ съ осью; благодаря этому, изображеніе стрѣлки будетъ становиться все больше и больше. Когда точка P_1 перейдетъ въ P_2 и будетъ находиться на двойномъ фокусномъ разстояніи отъ линзы, изображеніе стрѣлки, будетъ также находиться на двойномъ фокусномъ разстояніи отъ линзы и равняться по размѣрамъ самому предмету. При дальнѣйшемъ приближеніи P_1 къ линзѣ, изображеніе будетъ отодвигаться отъ линзы и, оставаясь дѣйствительнымъ и обратнымъ, станетъ больше самаго предмета (P'_3).—Когда P_1 окажется въ фокусѣ F_1, то оба луча, взятые для опредѣленія мѣста изображенія, пойдутъ параллельно другъ другу, и изображенія не получится вовсе. Наконецъ, когда P_1 окажется между фокусомъ F_1 и линзой (P_4), оба луча въ области изображенія будутъ расходиться другъ отъ друга; если мы продлимъ ихъ на-

задъ въ область предмета, то продолженія ихъ пересѣкутъ здѣсь другъ друга; получится прямое, увеличенное и мнимое изображеніе. Повторимъ вкратцѣ все изложенное: 1) если предметъ находится отъ выпуклой линзы на растояніи большемъ двойного фокуснаго, то отъ него получается уменьшенное обратное дѣйстви тельное изображеніе, тѣмъ меньшее, чѣмъ дальше отстоитъ предметъ отъ линзы: 2) отъ предмета, находящагося отъ линзы на разстояніи между двойнымъ и простымъ фокуснымъ, получается обратное дѣйствительное изображеніе, которое имѣетъ тѣмъ большіе размѣры, чѣмъ ближе лежитъ предметъ отъ фокуса; 3) наконецъ, на разстояніи меньшемъ простого фокуснаго отъ линзы предметъ даетъ прямое мнимое увеличенное изображеніе; при этомъ увеличеніе будетъ тѣмъ меньше, чѣмъ ближе будетъ предметъ находиться отъ линзы. — Каждый, имѣя въ рукахъ увеличивающее стекло и кусокъ бѣлой бумаги, вмѣсто экрана, можетъ съ большой легкостью повторить на опытѣ все только что изложенное.

Обращаясь къ вогнутымъ линзамъ, замѣтимъ прежде всего, что, какъ уже было замѣчено выше, изображеніе находится на той же сторонѣ какъ и предметъ. Продолжимъ (фиг. 12) для опредѣленія положенія точки P_1 лучъ параллельный оси (P_1A) до пересѣченія въ A съ главной плоскостью; продолженіе этого луча назадъ въ области предмета пересѣчетъ фокусъ F_1; прокладывая центральный лучъ, мы найдемъ, что пересѣченіе его и продолженія назадъ перваго луча приходится въ точкѣ P'_1, или что отдаленный предметъ даетъ прямое мнимое уменьшенное изображеніе Строя по тому же правилу изображенія предмета приближающагося къ линзѣ, мы убѣждаемся, что по мѣрѣ этого приближенія, — изображеніе увеличивается, оставаясь по прежнему мнимымъ. Вогнутая линза всегда даетъ прямое

мнимое изображеніе между фокусомъ и линзой; оно тѣмъ меньше и тѣмъ ближе лежитъ къ фокусу, чѣмъ болѣе отдаленъ предметъ отъ линзы.

Обратимся теперь къ краткому обзору того, какъ получаются изображенія отъ комбинацій линзъ. Надобно замѣтить прежде всего, что во всѣхъ оптическихъ инструментахъ оси отдѣльныхъ линзъ должны между собою совпадать, всѣ фокусныя и главныя точки должны лежать на одной прямой оси; другими сло-

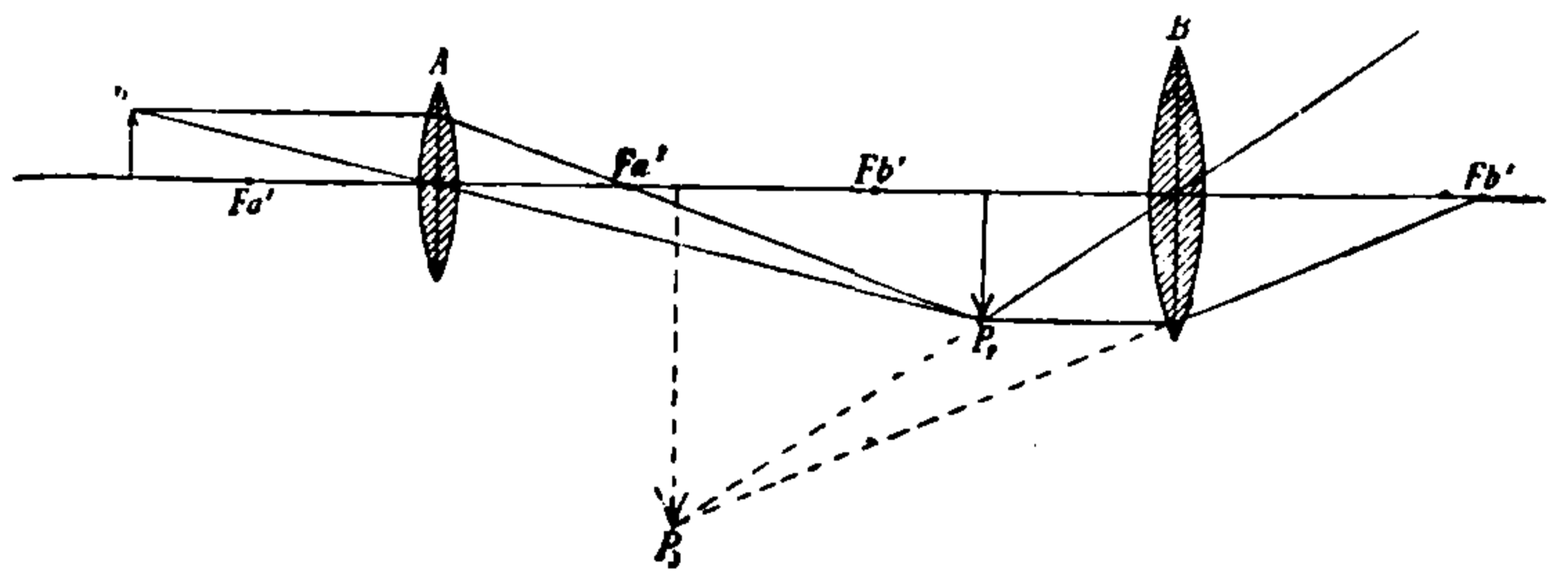


Фиг. 12.

вами такія системы или комбинаціи линзъ должны быть *центрированы*. Начертить способъ, которымъ даетъ изображеніе такая система, не представляетъ никакой особенной трудности. Для каждой линзы только должны быть извѣстны ея кардинальныя точки; при помощи ихъ легко установить, какъ одна линза даетъ изображеніе, и что дѣлается съ этимъ изображеніемъ послѣдующими одной или многими линзами. Положимъ мы имѣемъ линзы A и B, которыхъ фокусы на общей оси будутъ Fa_1 Fa_2 и Fb_1 Fb_2, главныя точки лежатъ по серединѣ линзъ на той же оси. Линза A дастъ изображеніе предмета P_1, согласно вышеизложенному, его

увеличенное обратное дѣйствительное изображеніе въ P_2. Изображеніе это придется между линзой B и ея фокусомъ Fb_1. Принимаемъ это изображеніе за предметъ и строимъ обычнымъ путемъ его изображеніе линзой B. Очевидно, что мы получимъ въ P_3 мнимое увеличенное и прямое (относительно предмета P_1 обратное) изображеніе.

По этому типу даетъ изображенія и сложный микроскопъ. Конечно, вмѣсто простой линзы A дѣйствуетъ какъ объективъ цѣлая сложная комбинація линзъ; тоже надобно сказать и относительно окуляра B. Такія комбинаціи, однако, дѣйствуютъ какъ одна линза и такимъ образомъ основная картина дѣйствія нисколько



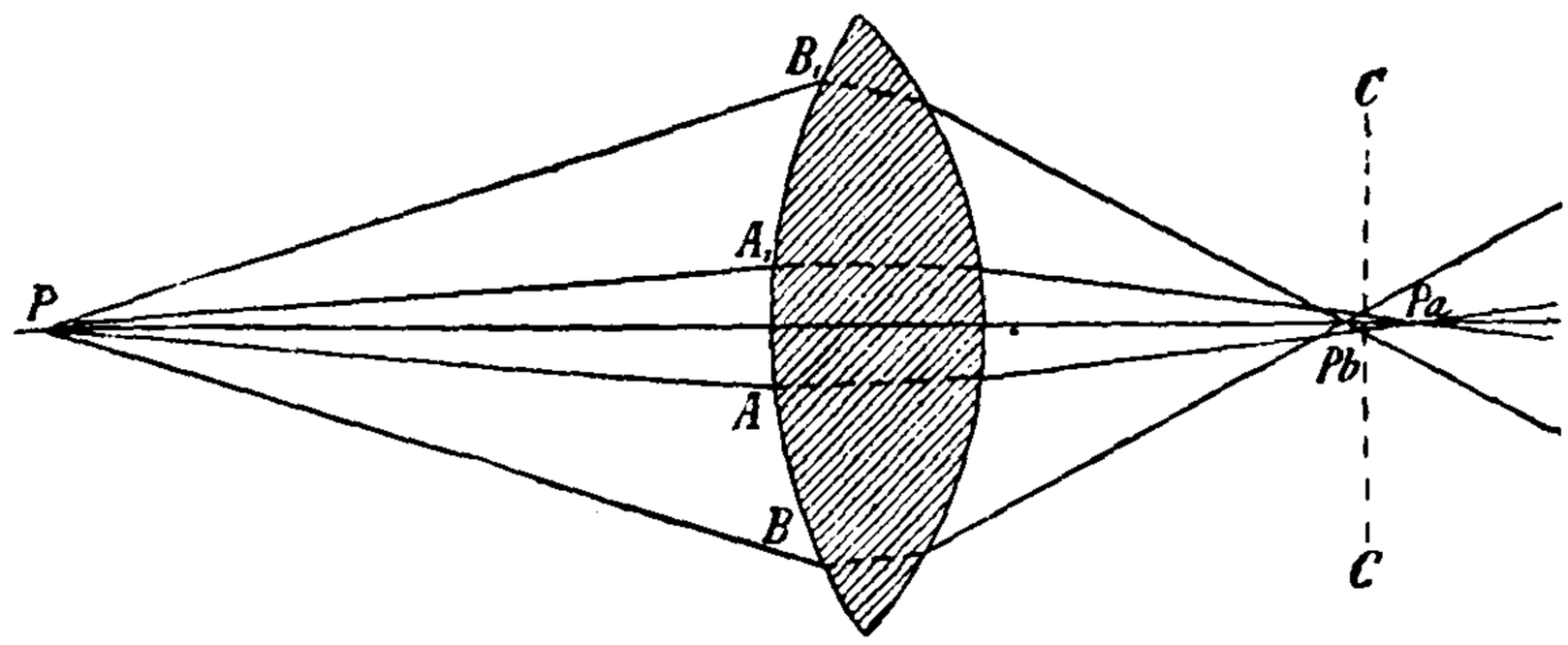
Фиг. 13.

не нарушается. Не надобно только думать, чтобы здѣсь изложеннымъ исчерпывалось все, что можно сказать относительно теоріи изображенія даваемаго микроскопомъ, совсѣмъ наоборотъ—изложенное здѣсь касается лишь небольшой части этой теоріи и къ сожалѣнію недостатокъ мѣста не позволяетъ здѣсь, хотя бы въ короткихъ чертахъ, коснуться тѣсной связи между явленіями, носящими въ физикѣ названіе диффракціи и интерференціи свѣта, и изображеніями даваемыми микроскопомъ, Ограничимся лишь указаніемъ на то, что на связь эту впервые указалъ Аббе, знаменитый оптикъ вычислявшій объективы фирмы Цейсса и давшій ей міровую извѣстность. Наблюденія и вычисленія Аббе были имъ разработаны въ стройную теорію микро-

скопическаго изображенія, которая носитъ теперь его имя.

Въ заключеніе мы должны немного остановиться на главныхъ недостаткахъ оптическаго изображенія, устранить которые удалось только продолжительной длительной работой ученыхъ оптиковъ, благодаря чему микроскопъ сталъ приборомъ дѣйствительно пригоднымъ для научнаго изслѣдованія. Такіе недостатки носятъ названіе сферической и хроматической аберраціи и устраненіе ихъ тѣмъ труднѣе, чѣмъ большее увеличеніе и уголъ отверстія (апертуру) имѣетъ объективъ.

Подъ именемъ сферической аберраціи разумѣютъ слѣдующее: лучи, идущіе отъ какой-нибудь точки пред-



Фиг. 14.

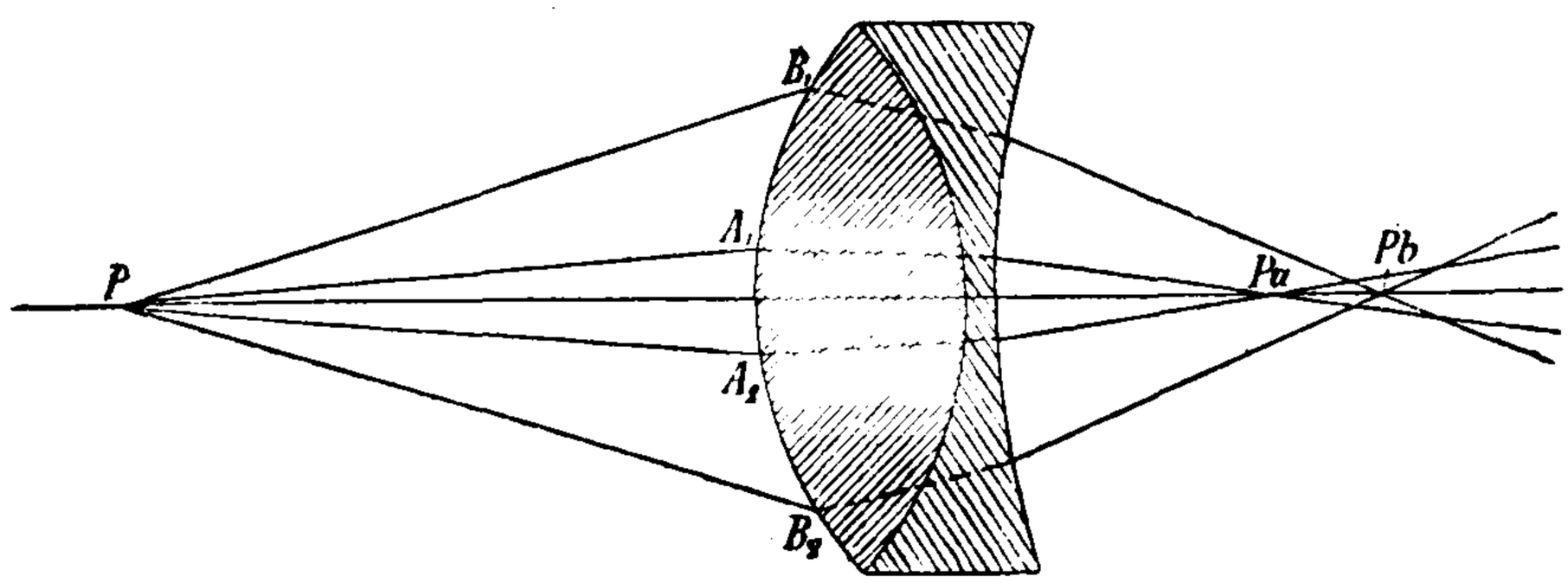
мета находящагося передъ линзой, не соединяются ею въ изображеніи въ одну точку, какъ это принималось нами до сихъ поръ, но пересѣкаютъ ось линзы въ нѣсколькихъ точкахъ, другъ отъ друга болѣе или менѣе отдаленныхъ. Если собирающая лучи выпуклая линза имѣетъ довольно значительную толщину и кривизны поверхностей ея приближаются къ полушару, другими словами чѣмъ болѣе короткій фокусъ она имѣетъ и чѣмъ большее даетъ увеличеніе, тѣмъ рѣзче выступаетъ явленіе сферической аберраціи. Обычно при этомъ (см. фиг. 14), лучи, падающіе на линзу у ея края *(PB)*, преломляются сильнѣе, чѣмъ лучи попадающіе на ея середину. Первые поэтому соединяются

на оси ближе къ линзѣ *(Pb)*, а вторые дальше отъ нея *(Pa)*. При наличности такого явленія, очевидно, сколько-нибудь точное изображеніе предмета совершенно невозможно. Вмѣсто точекъ получаются кружки свѣторазсѣянія. Въ плоскости, соотвѣтствующей линіи *C'C* на чертежѣ, эти кружки будутъ наименьшими и только здѣсь будетъ сколько-нибудь рѣзкое изображеніе *P*. Края же послѣдняго будутъ размазанными.

Опытъ показалъ, что фокусное разстояніе какой-нибудь линзы зависитъ не только отъ кривизны ея поверхностей, но также отъ плотности ея вещества, или, другими словами, отъ показателя преломленія стекла ее составляющаго. Отсюда ясно, что двѣ линзы, состоящія изъ разнаго стекла, могутъ имѣть одинаковое фокусное разстояніе и различную сферическую аберрацію и, наоборотъ, различныя фокусныя разстоянія и одинаковую сферическую аберрацію. Двѣ линзы поэтому, изъ которыхъ одна будетъ выпуклой, а другая вогнутой, могутъ имѣть одинаковую, но обратно направленную сферическую аберрацію; при этомъ состоящая изъ оптически болѣе плотнаго стекла выпуклая линза можетъ имѣть болѣе короткій фокусъ, чѣмъ вогнутая. Если двѣ такія линзы соединить между собою, то, очевидно, что аберрація была бы уничтожена, но система въ цѣломъ дѣйствовала бы какъ увеличивающая линза. Такія системы строятся и находятся въ употребленіи и теперь. Онѣ носятъ названіе *апланатическихъ*. Обыкновенно въ такихъ апланатическихъ системахъ аберрація не устранена совершенно, а только отчасти; различаютъ два вида исправленія *(коррекціи)* аберраціи въ такихъ системахъ. Въ однѣхъ преобладаетъ вліяніе вогнутой линзы, благодаря чему сферическая аберрація выпуклой линзы не только уничтожена, но даже превращена въ обратную. У такихъ переправленныхъ (перекорригированныхъ)

системъ (см. фиг. 15), пересѣченіе лучей, падающихъ на края линзы, приходится на оси ея дальше отъ линзы, чѣмъ лучей ближайшихъ къ оси.

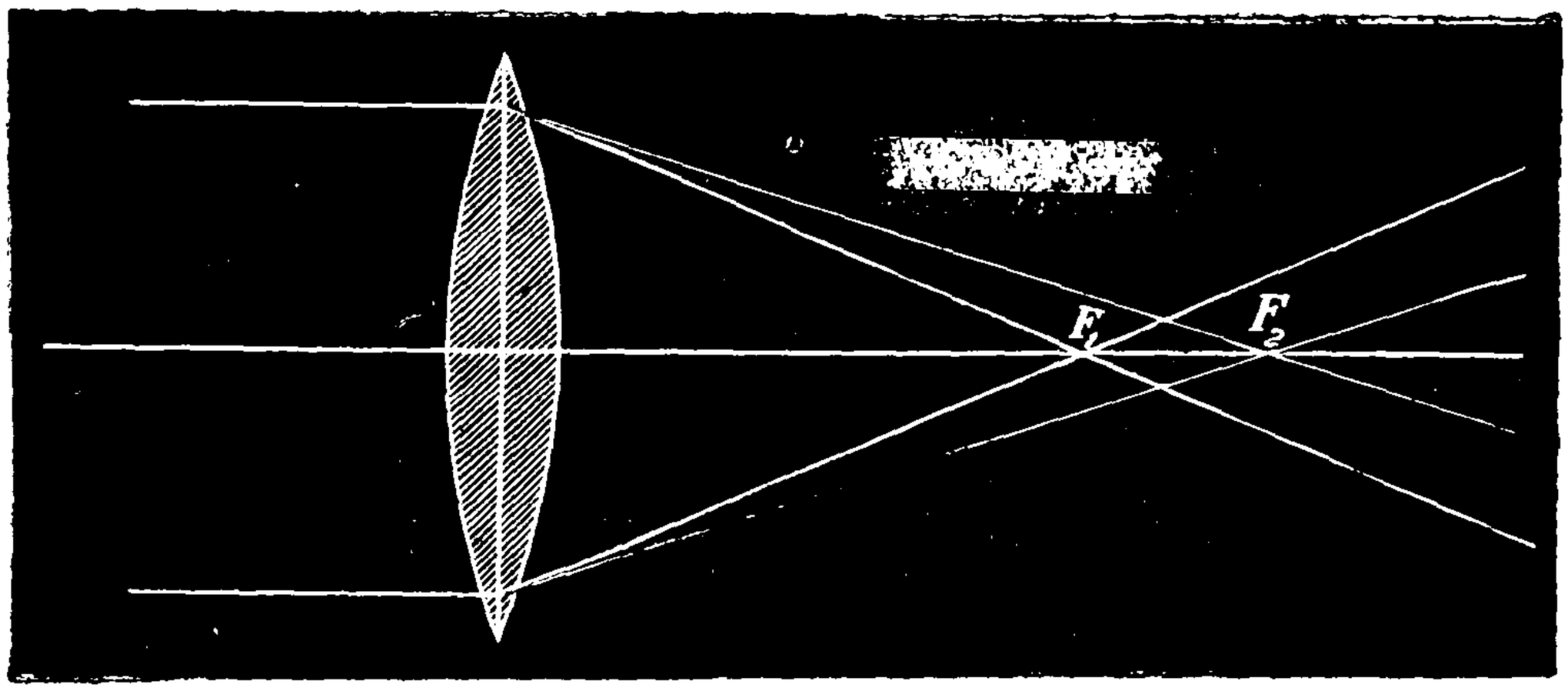
При преобладаніи выпуклой линзы (какъ на фиг. 14) будетъ обратное явленіе, и система носитъ названіе недоправленной (не докорригированной). Нельзя не замѣтить, что всѣ наилучшимъ образомъ исправленные сферически объективы даютъ свое совершенное изображеніе только на совершенно опредѣленномъ разстояніи отъ изображаемаго предмета. Какъ только изображеніе выходитъ изъ опредѣленной плоскости, тотчасъ же дѣлаются замѣтны изъяны въ коррекціи.



Фиг. 15.

Хроматическая аберрація зависитъ оттого, что лучи различнаго цвѣта преломляются неодинаково, или, выражаясь иначе, имѣютъ неодинаковые показатели преломленія. Вслѣдствіе этого кардинальныя точки одной и то же линзы не совпадаютъ между собою для лучей различнаго цвѣта. Такъ какъ фіолетовые и голубые лучи являются наиболѣе сильно преломленными, то они соединяются между собою въ фокусъ ближе къ линзѣ, чѣмъ красные, преломленные слабѣе (см. фиг. 16, не докорригированная хроматически линза). Стекла различнаго состава имѣютъ не одинаковые показатели преломленія для разныхъ цвѣтовъ и не одинаковое свѣторазсѣяніе, что позволяетъ, такъ же какъ и при сферической аберраціи, исправлять объективъ хрома-

тически, сочетая вмѣстѣ выпуклыя и вогнутыя линзы въ одну общую систему. Такимъ образомъ исправленныя системы носятъ названіе *ахроматическихъ*. До недавняго времени удавалось достигнуть ахромазіи только для двухъ цвѣтовъ; остальные не были исправлены, что и выражалось въ изображеніи нѣкоторымъ несовершенствомъ извѣстнымъ подъ именемъ *вторичнаго спектра*. Благодаря новымъ стекламъ, изготовленнымъ на Іенскомъ стеклянномъ заводѣ, Аббе удалось построить объективы, въ которыхъ были соединены вмѣстѣ не два, а три луча различнаго цвѣта и практически

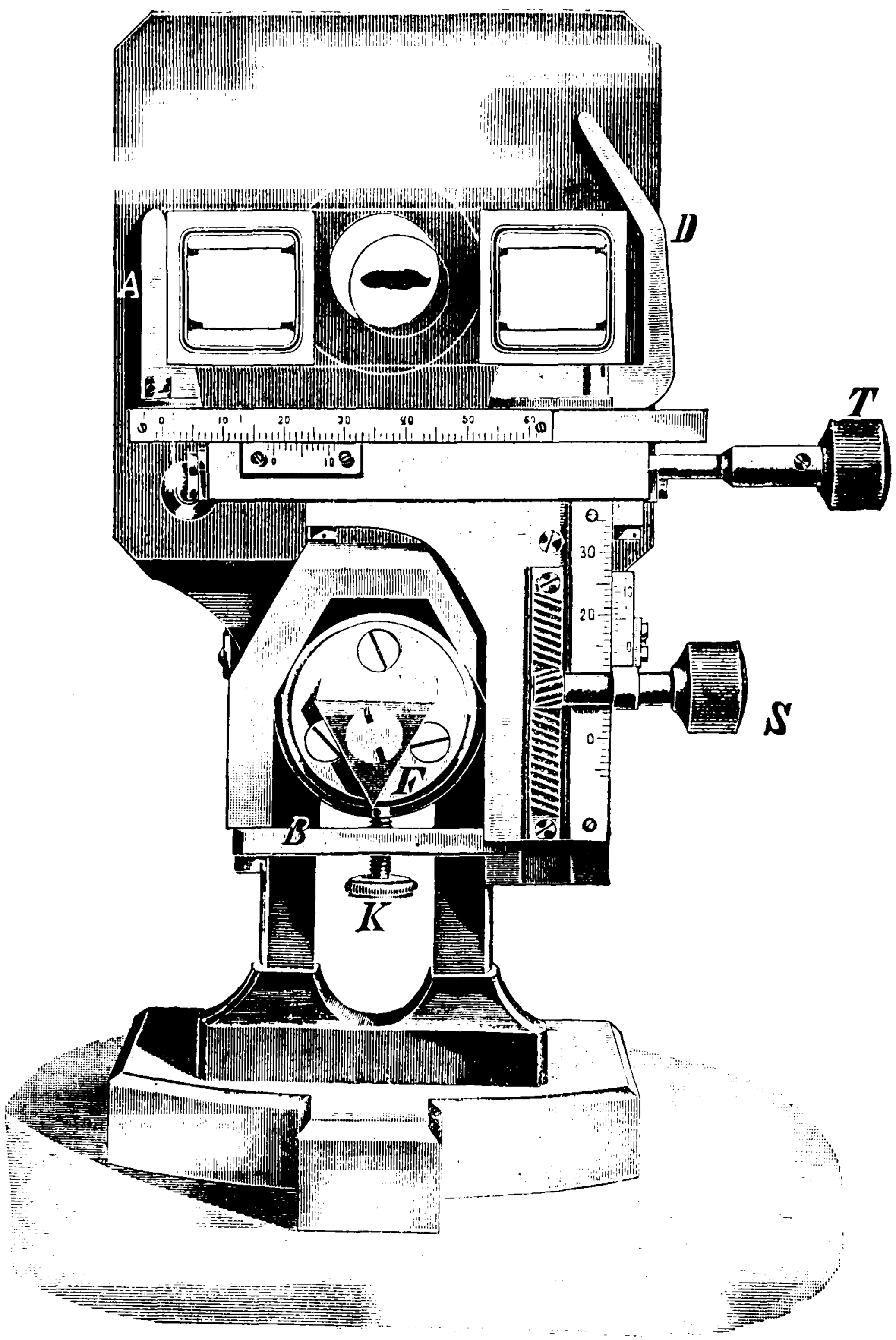


Фиг. 16.

вторичный спектръ былъ уничтоженъ. Это суть т. наз. апохроматы, о которыхъ нѣсколько подробнѣе будетъ изложено ниже. Исправленіе и здѣсь достигается только для совершенной плоскости изображенія и внѣ ея тотчасъ же нарушается ахромазія.

Перейдемъ теперь, къ болѣе спеціальному и подробному описанію составныхъ частей микроскопа. По отношенію къ стативу, нужно прежде всего остановиться на имѣющемъ большое практическое значеніе устройствѣ столика. Въ настоящее время различаютъ подвижные и неподвижные столики. Неподвижные столики обычно имѣютъ четырехугольную форму и въ

хорошихъ стативахъ имѣютъ достаточную величину, для того чтобы можно было помѣщать на нихъ и свободно разсматривать большіе препараты, какъ напр., разрѣзы мозга или плоскія чашки съ культурами бактерій. Подвижные столики могутъ имѣть довольно различное устройство. При наиболѣе простомъ устройствѣ столикъ имѣетъ округлую форму и можетъ вращаться вокругъ вертикальной оси проходящей черезъ ось трубы микроскопа; два боковые винта могутъ перемѣщать столикъ впередъ, назадъ и по діагоналямъ. Такой столикъ можетъ оказаться очень полезнымъ при употребленіи объективовъ, дающихъ сильное увеличеніе, когда бываетъ надобность правильно центрировать препаратъ по оси объектива; вращеніе столика можетъ быть также нужно при употребленіи нѣкоторыхъ спеціальныхъ аппаратовъ (поляризаціоннаго прибора), о чемъ, однако, здѣсь не можетъ быть излагаемо. Очень удобны и много сберегаютъ времени подвижные столики, которые накладываются на неподвижный или вращающійся столикъ микроскопа и позволяютъ посредствомъ двухъ ноніусовъ, на нихъ нанесенныхъ, точно отмѣчать и находить любое мѣсто препарата, которое представляетъ какой-либо интересъ, а также даютъ возможность просматривать препараты съ большой систематичностью и послѣдовательностью. На фиг. 17 изображенъ подобный столикъ. Онъ накладывается на столикъ микроскопа и закрѣпляется посредствомъ болтика *B* и винта *K* около столбика микроскопа. Препаратъ кладется и зажимается между двумя клеммами *AD*, снабженными гуттаперчевыми подушечками, которыя не даютъ стеклу тереться объ поверхность стола микроскопа. Винтами *S* и *T* препаратъ перемѣщается впередъ и въ стороны. Отмѣчая цифры ноніусовъ при тѣхъ или иныхъ положеніяхъ препарата, можно найти съ большой быстротой любое интере-



Фиг. 17. Маленькій крестообразный подвижный столикъ К. Цейсса. *A D*—клеммы для препарата. *T S*—ручки для передвиженій препарата; *K*—винтъ прикрѣпляющій столикъ къ *F*—столбику статива; *B*—болтикъ удерживающій столикъ.

сующее мѣсто въ препаратѣ. При большихъ препаратахъ нерѣдко на такое нахожденіе можетъ пойти очень много времени. — На очень большихъ и дорогихъ стативахъ столики обычно теперь дѣлаются вращающимися, подвижными въ различныхъ направленіяхъ и снабжаются указательными скалами.

Заслуживаетъ упоминанія, что за послѣднее время тонкое опусканіе и подыманіе трубки микроскопа и объектива устраивается не при помощи микрометрическаго винта, а посредствомъ другихъ приспособленій, дифференціальныхъ шестерень, наклонной плоскости и т. д. Входить въ описаніе этихъ приспособленій здѣсь нѣтъ возможности.

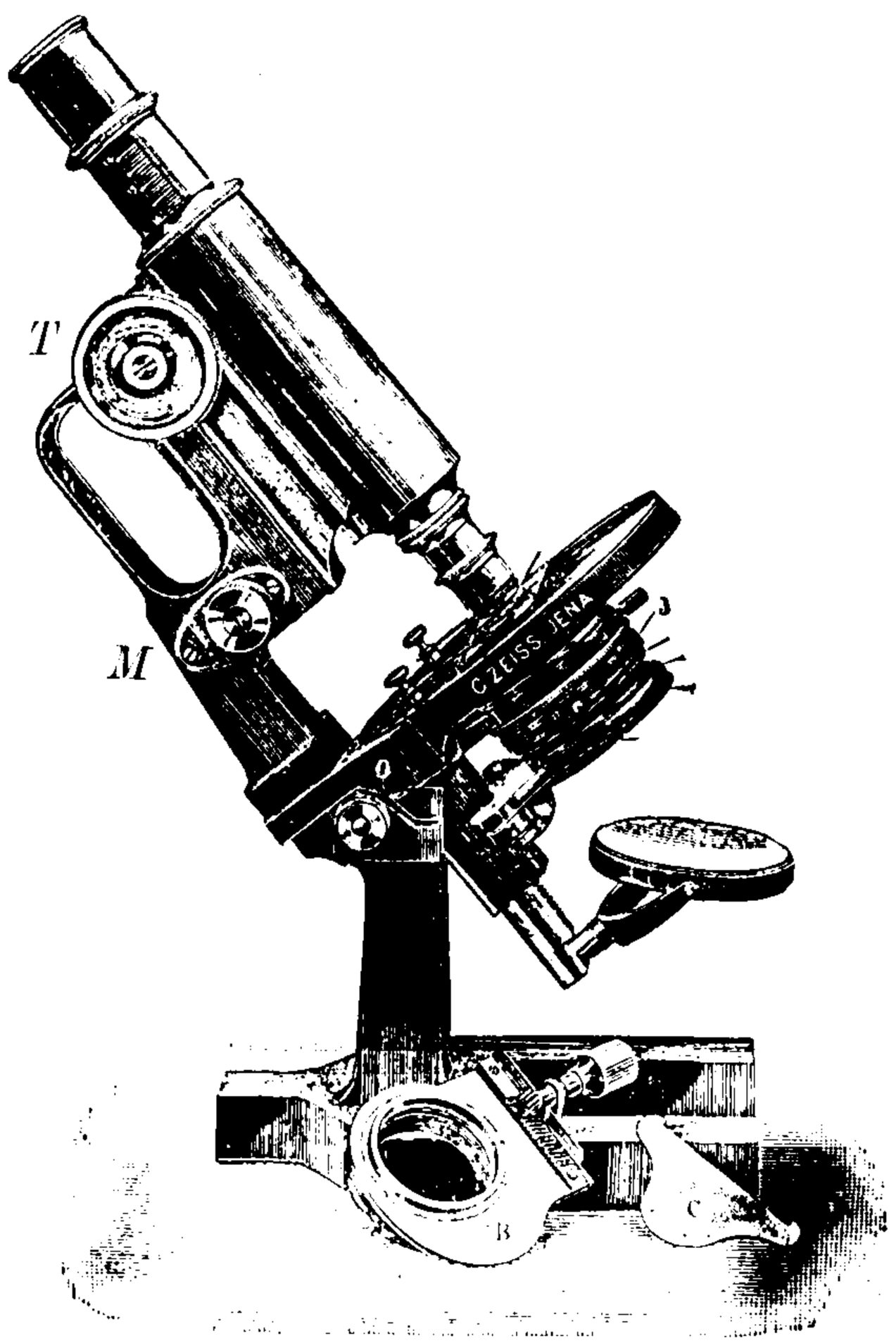
Повидимому, однако, они имѣютъ нѣкоторыя преимущества передъ микрометрическими винтами: не имѣютъ мертваго хода, болѣе прочны и т. д. Обыкновенно грифы или маленькія рукоятки для тонкихъ движеній при подобныхъ приспособленій помѣщаются не на верхнемъ концѣ столбика, но съ боковъ его. Обычно грифы снабжены дѣленіями для измѣреній толщины стеколъ и препаратовъ.

Обратимся къ болѣе подробному обзору оптическихъ частей микроскопа.—Обычно раздѣляютъ теперь, какъ уже упоминалось, согласно предложенію извѣстнаго математика и оптика Аббе, всѣ объективы на два класса *ахроматы* и *апохроматы*. Послѣдніе отъ первыхъ отличаются гораздо болѣе сложной конструкціей, благодаря чему устранены различные недостатки оптическаго изображенія, [1]) послѣднее отличается полной без-

---

[1]) Въ апохроматахъ, выражаясь научнымъ языкомъ, достигается въ очень высокой степени апланатизмъ и ахромазія. Въ нихъ для полученія изображенія сведены вмѣстѣ три различныхъ цвѣтныхъ луча въ одну точку. Такимъ образомъ, устранена почти совершенно хроматическая аберрація и т. наз. вторичные спектры. Объ этомъ, уже упоминалось выше, сферическая аберрація устранена совер-

цвѣтностью, ясностью и отчетливостью. По условіямъ конструкціи нѣкоторое искривленіе изображенія апохроматами является, однако, неизбѣжнымъ и потому видѣть одновременно съ одинаковой ясностью точки препарата лежащія въ центрѣ и у краевъ поля зрѣнія, является невозможнымъ. Апохроматы служатъ, главнымъ образомъ, для изученія подробностей строенія, а не для общаго обзора препаратовъ, и потому такой недостатокъ изображенія не имѣетъ существеннаго значенія. Свои прекрасныя картины



Фиг. 18. Стативъ III фабрики Цейсса (большой стативъ). *T*—трибъ, *M*—грифъ съ дѣленіями прибора для тонкихъ движеній. У ножки микроскопа — части освѣтителя Аббе. Круглый, вращающійся столикъ.

шенно для двухъ различныхъ, цвѣтовъ, и потому совершенно устраненъ недостатокъ изображенія, названный Аббе хроматической разницей сферической аберраціи. У ахроматовъ, для устраненія хроматической аберраціи, сведены вмѣстѣ только два луча различныхъ цвѣтовъ и потому вторичные спектры оказываютъ свое вліяніе на изображеніе; остальные недостатки также не устранены.—Входить здѣсь въ болѣе детальное изложеніе и поясненіе оптическихъ свойствъ объективовъ невозможно. Замѣтимъ лишь, что благодаря искривленію изображенія, апохроматы даютъ рѣзкую картину при микрофотографіи или только центра, или только краевъ поля зрѣнія. Изображеніе, даваемое ахроматами, поэтому болѣе пригодно для фотографированія

апохроматы могутъ давать только при совершенно опредѣленной длинѣ трубы *(160 мм.)* и при сочетаніи ихъ съ такъ наз. окулярами компенсаторами. Только при такихъ условіяхъ достигается полное устраненіе недостатковъ изображенія или, какъ обычно выражаются, совершенная коррекція объектива.

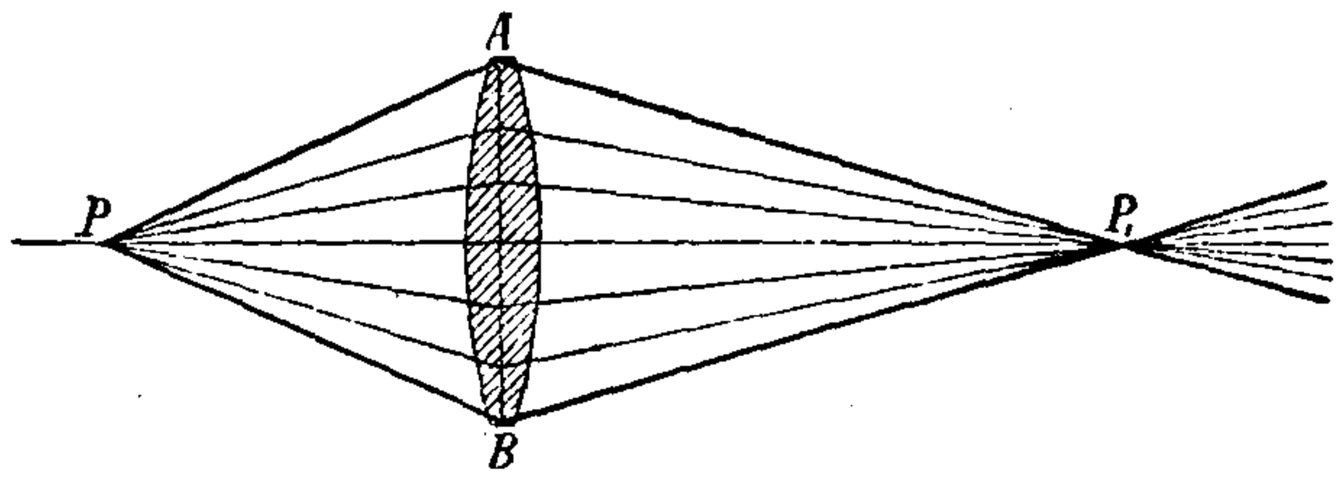
Ахроматы отличаются болѣе простой конструкціей, главнымъ же образомъ, тѣмъ, что въ составъ ихъ не входятъ линзы изъ флуорита, или плавиковаго шпата, необходимаго для построенія апохромата. Изображенія, даваемыя ахроматами, нѣсколько уступаютъ даваемымъ апохроматами; во всякомъ случаѣ, однако, съ ахроматами возможно производить любыя микроскопическія работы и изслѣдованія, даже очень тонкія. Поле зрѣнія у ахроматовъ обычно менѣе изогнуто, чѣмъ у апохроматовъ, и потому они удобнѣе для общаго обзора препаратовъ и ихъ рисованія. Главное же достоинство ахроматовъ заключается въ ихъ сравнительной дешевизнѣ. Апохроматы въ нѣсколько разъ дороже ахроматовъ.—Многими фирмами въ настоящее время выпущены въ продажу семи-апохроматы (полуапохроматы). По своей конструкціи эти объективы приближаются къ ахроматамъ, но въ составъ ихъ введены линзы изъ флуорита. Благодаря этому, достигается лучшая степень коррекціи, или устраненія оптическихъ недостатковъ. Цѣны полуапохроматовъ значительно выше обыкновенныхъ ахроматовъ.

Объективы въ каждой изъ только что описанныхъ группъ различаются между собою по степени даваемаго ими увеличенія. Очень обычно объективы, дающіе слабое увеличеніе, означаютъ или начальными цифрами (такъ дѣлаютъ напр., Рейхертъ, Лейтцъ, Винкель, Гартнакъ), или начальными буквами азбуки (Цейссъ), апохроматы и полуапохроматы обыкновенно обозначаютъ

длиною фокуснаго разстоянія объектива, выраженнымъ въ милиметрахъ (16, 8, 4, 3, 2 мм.).

Чѣмъ короче фокусъ, тѣмъ большее увеличеніе даетъ объективъ. Иногда для обозначенія объективовъ употребляютъ доли англійскаго дюйма. Такъ поступаютъ всѣ англійскіе фабриканты, а нѣмецкіе — почему-то означаютъ такъ нѣкоторые изъ иммерсіонныхъ объективовъ (ахроматовъ), о которыхъ будетъ рѣчь немного ниже ($^1/_{12}$, $^1/_{16}$, $^1/_{18}$ дюйма).

Всѣ объективы раздѣляютъ на сухіе и иммерсіонные или погружные. Сухимъ объективомъ называютъ такой, между фронтъ-линзой котораго и препаратомъ находится воздухъ; при употребленіи погружныхъ—между препаратомъ, или вѣрнѣе стеклышкомъ, его покрывающимъ, и объективомъ помѣщаютъ или каплю воды, или каплю сгущеннаго кедроваго масла. Различаютъ поэтому водяные и масляные иммерсіонные объективы. Масляные—нерѣдко называютъ еще объективами съ гомогенной иммерсіей, такъ какъ въ этомъ случаѣ фронтъ-линза объектива и стекло покрывающее препаратъ составляютъ, какъ бы одно нераздѣльное цѣлое. Какое же значеніе имѣютъ погружные объективы, и въ чемъ заключаются ихъ преимущества передъ сухими? Чтобы понять это, надобно принять въ соображеніе нѣкоторыя данныя оптики, на которыхъ теперь мы немного и остановимся

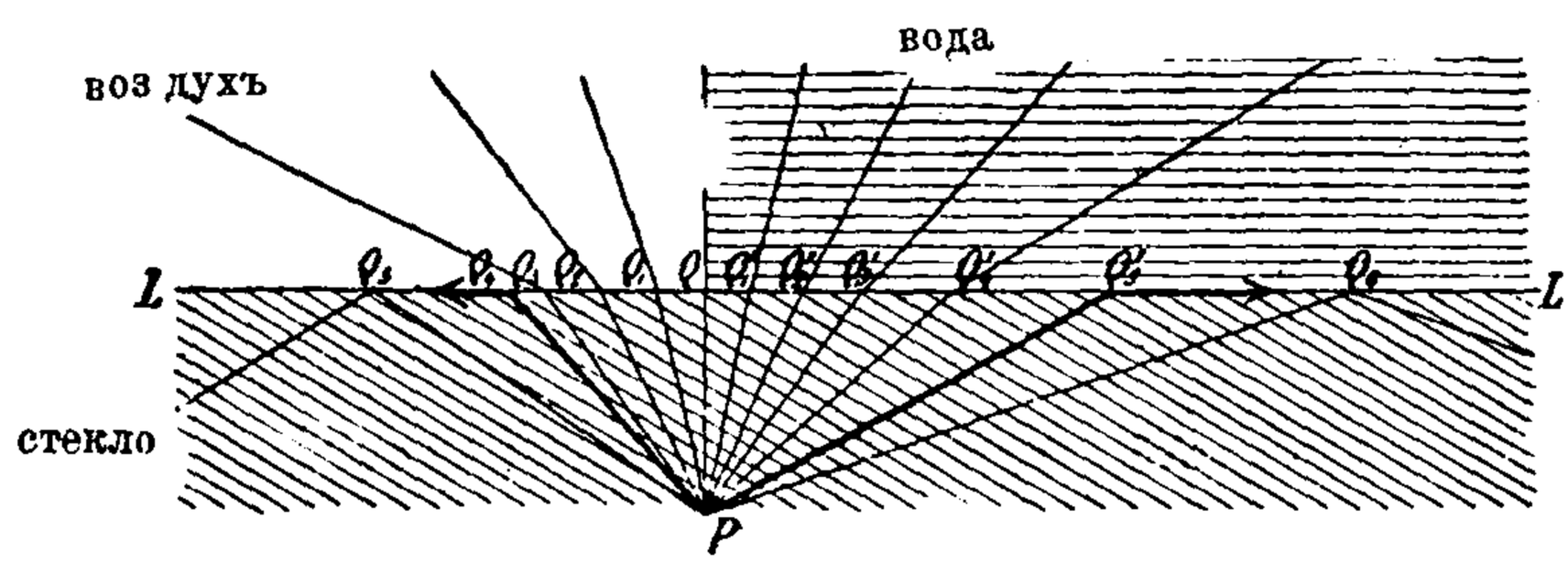


Фиг. 19.

Положимъ что AB представляетъ собою сѣченіе двояко выпуклой линзы, P предметъ находящійся передъ нею а P_1, его изображеніе. Очевидно лучи AP и PB, соединяющіе край линзы съ предметомъ, будутъ

краевыми въ томъ пучкѣ лучей, который можетъ пройти отъ P_1 сквозь AB. Уголъ APB, заключенный между этими краевыми лучами носитъ названіе *угла отверстія* линзы AB, фиг. 19.

Оптикамъ уже весьма давно было извѣстно, что чѣмъ больше уголъ отверстія у микроскопическаго объектива, тѣмъ совершеннѣе этотъ послѣдній, тѣмъ болѣе деталей открываетъ такой объективъ въ препаратѣ, или, какъ часто выражаются, тѣмъ большей *разрѣшающей силой* онъ обладаетъ. Если это такъ, то, конечно, требовалось строить объективы съ возможно бо́льшими углами отверстія. Опытъ опять, однако, показалъ, что такое увеличеніе при сухихъ объективахъ



Фиг. 20.

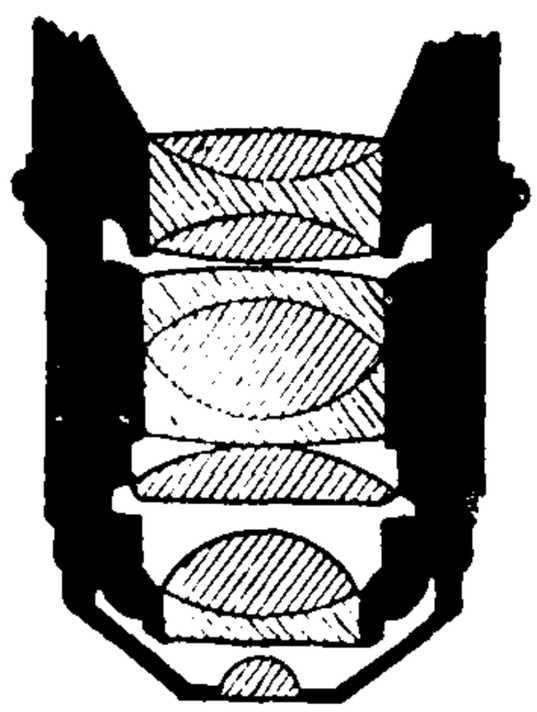
довольно скоро достигаетъ своего предѣла и далѣе становится безполезнымъ. Чтобы увеличить уголъ отверстія и вмѣстѣ разрѣшающую силу микроскопа, требуется нѣкоторая особая конструкція объектива, позволяющая погружать его или въ дестиллированную воду, или въ кедровое масло. Изъ фиг. 20 легко понять все только что изложенное. Положимъ, что мы имѣемъ точку P, находящуюся въ стеклѣ, отъ которой отходятъ лучи. Въ лѣвой сторонѣ фигуры лучи переходятъ въ воздухъ, въ правой—въ воду. Лучъ PQ, при переходѣ изъ стекла въ воздухъ (изъ среды сильнѣе преломляющей въ среду слабѣе преломляющую) въ плоскости LQ отклоняется отъ перпендикуляра возстановленнаго къ

LL; въ точкѣ паденія луча *PQ*, уголъ преломленія будетъ больше угла паденія; чѣмъ тупѣе будутъ углы, подъ которыми будутъ падать расходящіеся отъ *P* лучи на плоскость *LL*, тѣмъ болѣе будутъ отклоняться лучи преломленія и, наконецъ, при величинѣ угла паденія въ 41⁰ (PQ_4) преломленный лучъ совпадетъ съ плоскостью *AA*. При еще большомъ отклоненіи, лучъ PQ_5 отразится отъ плоскости *LL* и не выйдетъ въ воздухъ.

Если мы только что все изложенное примѣнимъ къ микроскопическимъ объективамъ, то усмотримъ, что при измѣреніи въ стеклѣ уголъ отверстія для сухого объектива окажется относительно малъ (82⁰).—При переходѣ лучей изъ стекла въ воду, отклоненіе преломленныхъ лучей будетъ гораздо меньшимъ, благодаря тому, что разница въ плотности между водой и стекломъ гораздо меньше, чѣмъ между стекломъ и воздухомъ. Предѣльный уголъ при PQ_5 будетъ достигнутъ поэтому только при 61⁰; уголъ отверстія при водной иммерсіи такимъ образомъ будетъ равенъ 122⁰.

Еще болѣе благопріятныя условія получатся при употребленіи сгущеннаго кедроваго масла. Послѣднее преломляетъ лучи свѣта такъ же какъ стекло; поэтому, когда капля кедроваго масла будетъ соединять собою покровное стекло препарата и конечную линзу объектива, преломленія лучей не будетъ и всѣ они войдутъ въ объективъ (отсюда названіе гомогенная иммерсія). Уголъ отверстія будетъ цѣликомъ зависѣть отъ конструкціи объектива (см. фиг. 21).—Надо замѣтить, что понятіе объ углѣ отверстія въ настоящее время, по предложенію знаменитаго математика и оптика Аббе, замѣняется обыкновенно понятіемъ объ *апертурѣ* объектива. Изъ тригонометріи извѣстно что углы могутъ быть измѣряемы ихъ синусами. При углѣ въ 90 градусовъ синусъ равенъ единицѣ. Такимъ образомъ для сухого объектива апертура *(a)* не можетъ быть больше единицы, или

апертура для наиболѣе свѣтосильнаго такого объектива будетъ ровна синусу угла 90⁰, или единицѣ *(a=sinw=1)*. Обыкновенно впрочемъ вмѣсто цѣлаго угла отверстія *(w)* берутъ его половину *(u)*. Спрашивается, какимъ образомъ можно увеличить выраженіе a=sinu, разъ нельзя увеличить синусовъ болѣе единицы? Такое увеличеніе единственно возможно при замѣнѣ воздуха между покровнымъ стекломъ и объективомъ другой средой болѣе плотной, т.-е. водой или масломъ.

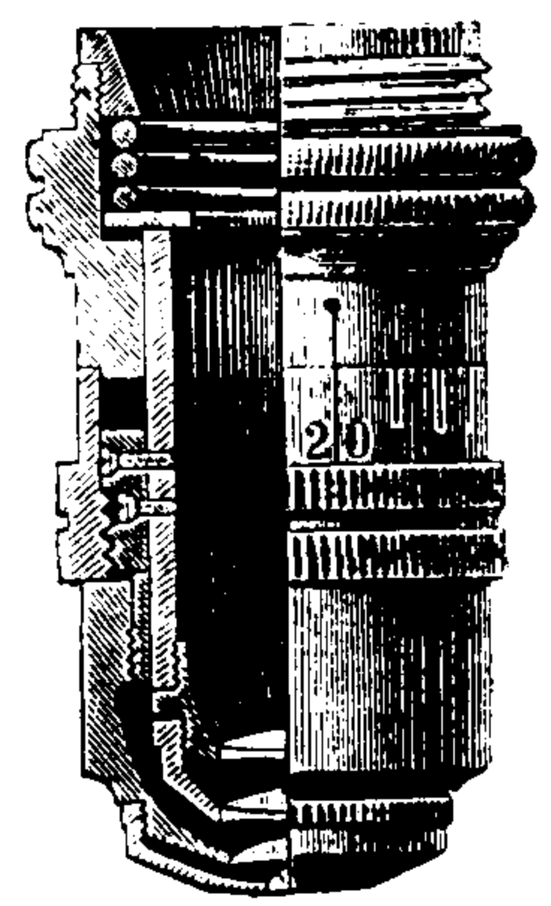


Фиг. 21. Разрѣзъ черезъ апохроматъ гомогенной иммерсіи по Чапскому.

При такихъ условіяхъ, выраженіемъ апертурѣ будетъ служить уравненіе a=n. sinu гдѣ n есть показатель преломленія воды или масла. Очевидно, что величина a будетъ зависѣть, при синусѣ=1, цѣликомъ отъ величины n. Наибольшая апертура сухого объектива, примѣняемая теперь, равна 0,95, — объектива съ водной иммерсіей—1, 25,—съ масляной 1, 4. Объективы съ иммерсіей монобромъ—нафталиномъ имѣютъ апертуру 1, 6, но практически не примѣнимы. Едва ли нужно еще замѣчать, что чѣмъ больше апертура тѣмъ бо́льшей разрѣшающей силой обладаетъ объективъ.

Въ заключеніе описанія объективовъ необходимо сказать еще объ *объективахъ съ коррекціей*. Такъ называютъ объективы, имѣющіе особую оправу, которая позволяетъ вращеніемъ кольца на ней немного приближать или удалять отъ фронтъ-линзы, слѣдующіе за послѣдней, членики въ объективѣ. Это дѣлается, главнымъ образомъ, съ цѣлью устранить тѣ недостатки, которые получаются въ изображеніи предметовъ подъ микроскопомъ въ зависимости отъ тонкихъ стеколъ, которыми приходится покрывать препараты (т. наз. покровныхъ стеколъ) (см. фиг. 22).

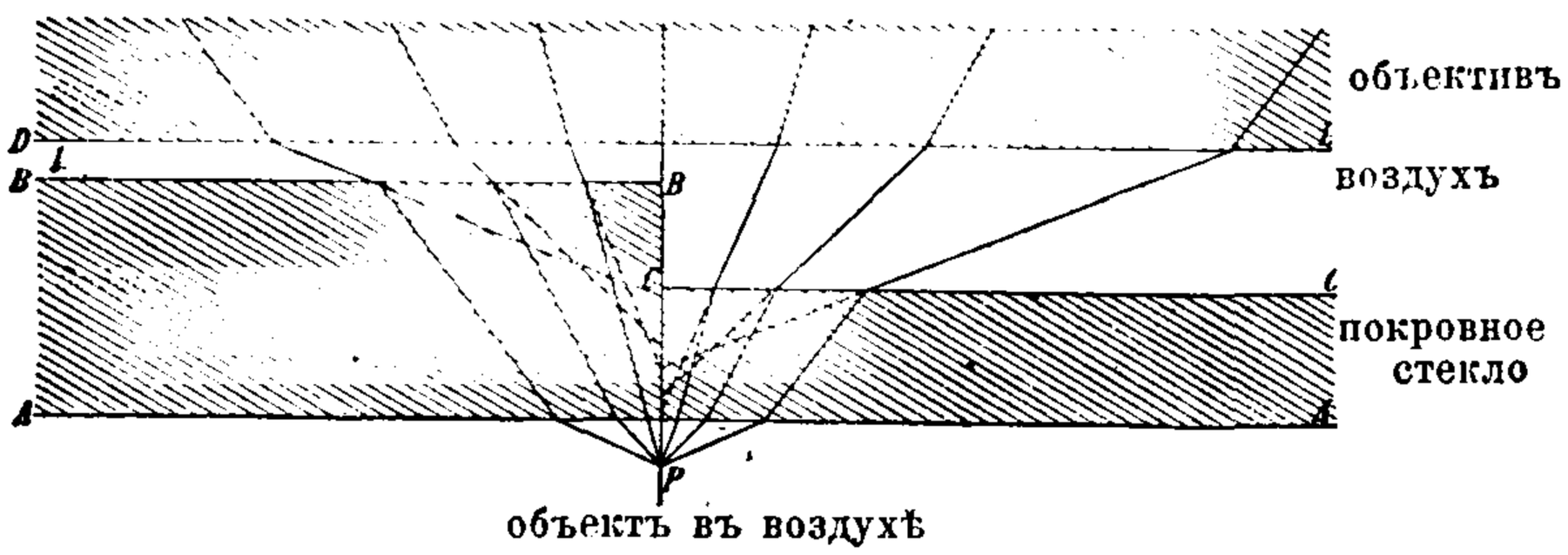
Надобно сказать, что вообще объективы приспособлены къ употребленію покровныхъ стеколъ только опредѣленной толщины *(около 0, 16—0, 18 м.м.)* и всякое отклоненіе отъ нея даетъ искаженныя картины. На фиг. 23 изображено вліяніе покровнаго стекла на ходъ лучей.



Фиг. 22. Объективъ въ коррекціонной оправѣ Цейсса.

На лѣвой сторонѣ покровное стекло вдвое толще чѣмъ на правой.

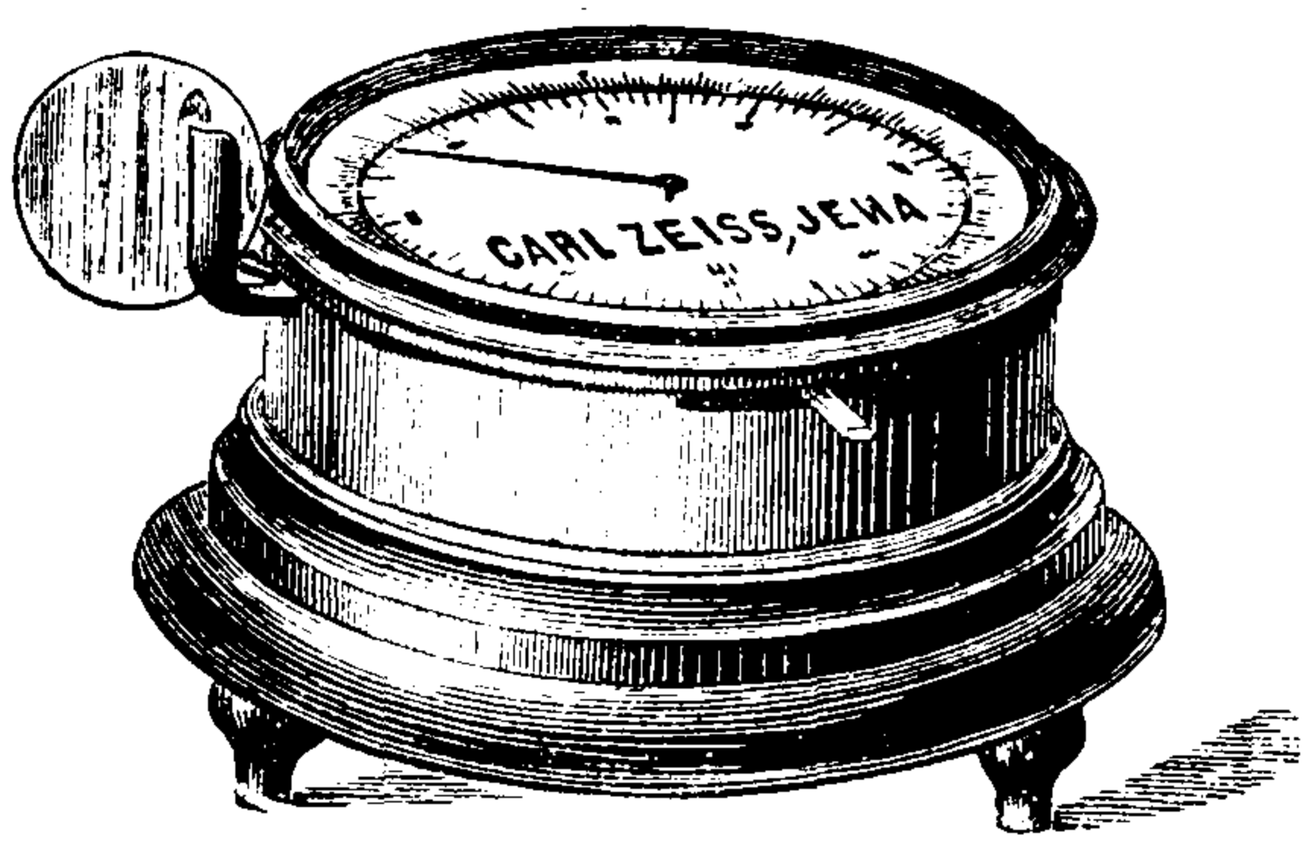
Лучи выходятъ изъ стекла въ воздухъ и затѣмъ идутъ далѣе въ объективъ, преломляясь соотвѣтственнымъ образомъ на пограничныхъ съ воздухомъ плоскостяхъ. Какъ можно видѣть на фигурѣ, лучи выходящіе на плоскостяхъ BB и CC изъ покровнаго стекла, если прослѣдить ихъ ходъ обратно, не пересѣкаются въ одной точкѣ; лучи наиболѣе наклоненные пересѣкаются ближе къ оси объектива, менѣе наклоненные дальше. Кромѣ того можно усмотрѣть, что пересѣченія лучей тѣмъ дальше отстоятъ другъ отъ друга, чѣмъ толще покровное стекло.—Обыкновенно на оправѣ коррекціоннаго объек-



Фиг. 23.

тива имѣется мѣтка, противъ которой, вращая кольцо, можно устанавливать числа на немъ выгравированныя и указывающія толщину покровныхъ стеколъ. Зная эту толщину и установивъ соотвѣтственную цифру про-

тивъ мѣтки, достигаютъ желаемаго. Если же толщина покровнаго стекла неизвѣстна въ уже готовомъ препаратѣ, то установивъ объективъ на фокусъ, медленно вращаютъ кольцо пока не получатъ самаго отчетливаго изображенія. Коррекціонную оправу дѣлаютъ только на сильныхъ сухихъ и водныхъ иммерсіонныхъ объективахъ. При гомогенной иммерсіи вліяніе покровнаго стекла совершенно устранено и усложнять конструкцію нѣтъ никакого основанія.—Замѣтимъ еще, что для измѣренія толщины покровныхъ стеколъ имѣется много различныхъ приборовъ. Очень удобенъ изъ нихъ приборъ Цейсса, изображенный на фиг. 24. Стекло (или иной плоскій предметъ) помѣщаютъ между вѣтвями зажима, а стрѣлка циферблата своимъ отклоненіемъ показываетъ на дѣленіи ноніуса толщину въ доляхъ миллиметра.



Фиг. 24. Приборъ для измѣренія толщины покровныхъ и предметныхъ стеколъ Цейсса.

Обратимся теперь къ описанію окуляровъ. Послѣдніе вообще представляютъ собою металлическія трубки, нѣсколько меньшаго діаметра, чѣмъ верхняя подвижная трубка микроскопа, и въ нее свободно вставляемыя. Въ концахъ окуляровъ ввернуты въ своей оправѣ, какъ упоминалось уже выше, по одной плоско-выпуклой линзѣ — глазное стекло и коллективъ. Такъ устроены въ общихъ чертахъ окуляры Гюйгенса и Рамсдена. Окуляры компенсаторы, употребляемые совмѣстно съ апохроматами имѣютъ довольно разнообразное устройство, смотря по даваемому ими увеличенію.

Въ Гюйгенсовскихъ окулярахъ разстояніе между глазнымъ стекломъ и коллективомъ обычно равно половинѣ суммы ихъ фокусныхъ разстояній, притомъ длина фокуса коллектива вдвое болѣе глазного стекла. При такомъ устройствѣ Гюйгенсовскій окуляръ можно употреблять въ качествѣ лупы, только перевернувши его глазнымъ стекломъ къ разсматриваемому предмету. Окуляры дающіе меньшее увеличеніе обыкновенно обозначаютъ цифрами, 1, 2, среднее—3. Сильно увеличивающіе 4—5, обыкновенно не даютъ хорошихъ изображеній и потому употребляются лишь рѣдко. Въ окулярахъ Рамсдена обѣ линзы должны имѣть одинаковыя фокусныя разстоянія и разстояніе между ними равно длинѣ ихъ фокуса. Окуляры эти могутъ употребляться въ качествѣ лупъ и въ прямомъ и перевернутомъ видѣ.

Компенсаціонные окуляры, вычисленные впервые Аббе, получили свое названіе, благодаря тому, что компенсируютъ, т.-е. исправляютъ оптическіе недостатки апохроматовъ, давая съ ними вмѣстѣ одну совершенную оптическую систему. Въ то время какъ апохроматы завѣдомо испорчены въ одномъ направленіи, окуляры-компенсаторы испорчены въ обратномъ. Компенсаторы даютъ большее увеличеніе красными лучами, апохроматы—синими. При совокупномъ дѣйствіи получается безцвѣтное изображеніе. — Компенсаторы впрочемъ иногда съ успѣхомъ могутъ быть употребляемы и съ болѣе сильными иммерсіонными ахроматами. Компенсаторы позволяютъ получать съ однимъ и тѣмъ же объективомъ рядъ очень разнообразныхъ увеличеній, начиная отъ очень слабыхъ, кончая очень большими, чего нельзя съ другими окулярами. Компенсаторы обозначаютъ цифрами 1, 2, 4, 6, 8, 12, 18. Каждая такая цифра показываетъ собственное увеличеніе окуляра.

При употребленіи слабыхъ 1, 2 компенсаторовъ можно легко обозрѣть весь препаратъ и при болѣе сильныхъ—изучить его частности. Это крайне облегчаетъ работу съ объективомъ гомогенной иммерсіи.

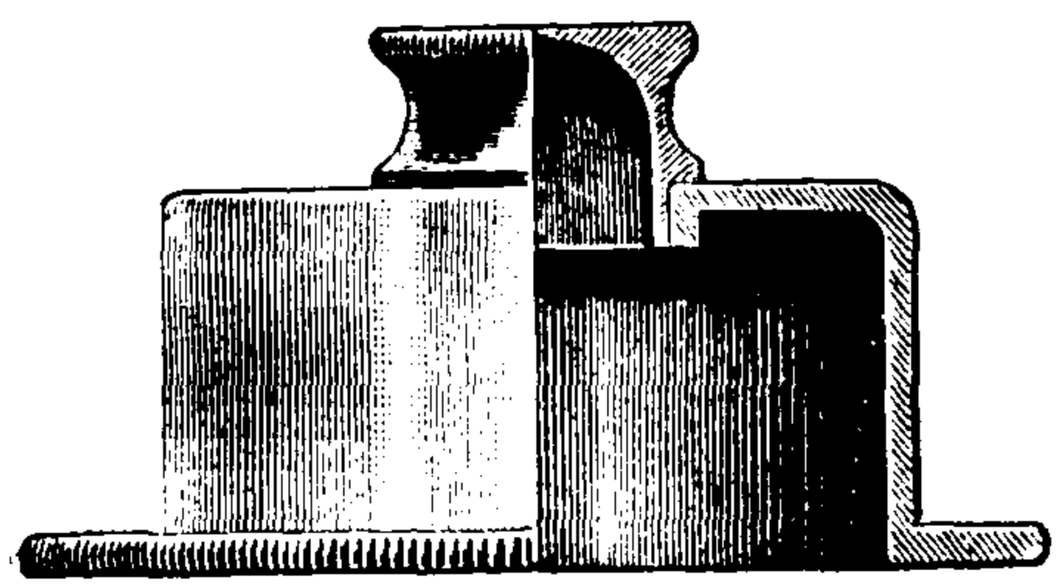
Обратимся теперь къ нѣсколько болѣе подробному обзору освѣтительныхъ аппаратовъ, употребляемыхъ при микроскопическихъ работахъ. Употребляются приборы какъ для освѣщенія препаратовъ сверху, если они непрозрачны, такъ и для освѣщенія проходящимъ свѣтомъ препаратовъ прозрачныхъ.

Первые находятъ въ настоящее время очень рѣдко примѣненіе и потому здѣсь можно лишь ограничиться указаніемъ на то, что для освѣщенія сверху можетъ служить любая плоско—или двояко—выпуклая линза съ длиннымъ фокусомъ *(8—12 c)* поставленная на стативъ, позволяющій направлять ея лучи на препаратъ; прежде обычно снабжали микроскопы такими линзами, на длинной колѣнчатой рукояткѣ, которая надѣвалась на трубку микроскопа.

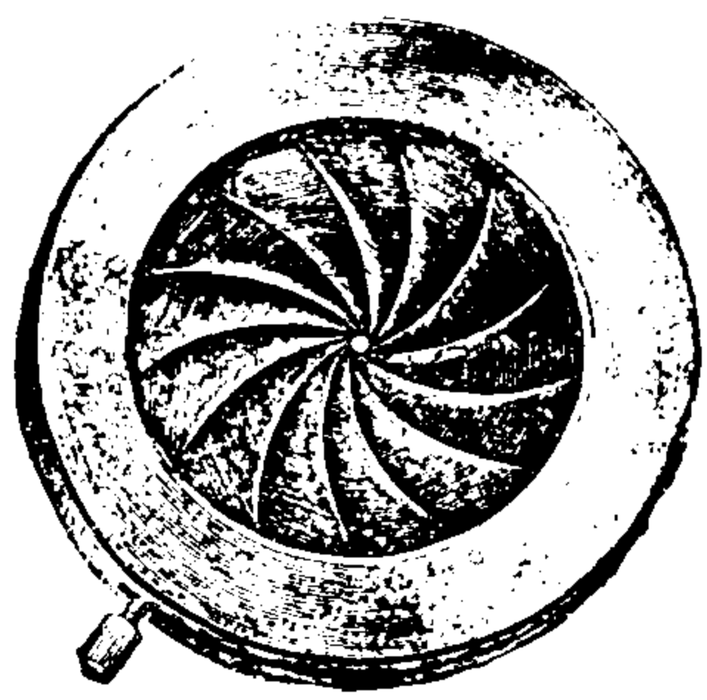
Для освѣщенія въ проходящемъ свѣтѣ употребляется зеркало; ему можно придавать обычно весьма разнообразныя положенія, и, наклоняя такъ или иначе, направлять пукъ лучей въ отверстіе столика; всегда желательно, чтобы зеркало могло быть отодвигаемо свободно далеко въ стороны для полученія косого освѣщенія, иногда необходимаго особенно при тонкихъ изслѣдованіяхъ. Для регулированія степени освѣщенія на малыхъ дешевыхъ стативахъ служатъ діафрагмы, имѣющія различное устройство. Наиболѣе простая система устройства представляетъ собою металлическій тонкій дискъ съ отверстіями различной величины, которыя при вращеніи диска устанавливаются въ центрѣ отверстія столика. Нѣсколько совершеннѣе достигаютъ цѣли цилиндрическія діафрагмы, имѣющія видъ маленькихъ мѣдныхъ полыхъ цилиндриковъ, въ верхней

крышкѣ которыхъ имѣется по отверстію различной величины. Цилиндрики вставляются въ отверстіе столика, или въ мѣдный цилиндръ бо́льшаго калибра, который вдвигается въ отверстіе столика снизу. См. фиг. 25. Наиболѣе совершенной является ирисъ-діафрагма, о которой уже говорилось выше и которая изображена на фиг. 26.

Наиболѣе совершеннымъ приборомъ для освѣщенія, и при томъ разнообразнаго, является въ главныхъ чертахъ уже описанный выше аппаратъ Аббе. (См. фиг. 27). Общее расположеніе частей можетъ быть въ различныхъ модификаціяхъ этого аппарата довольно разно-



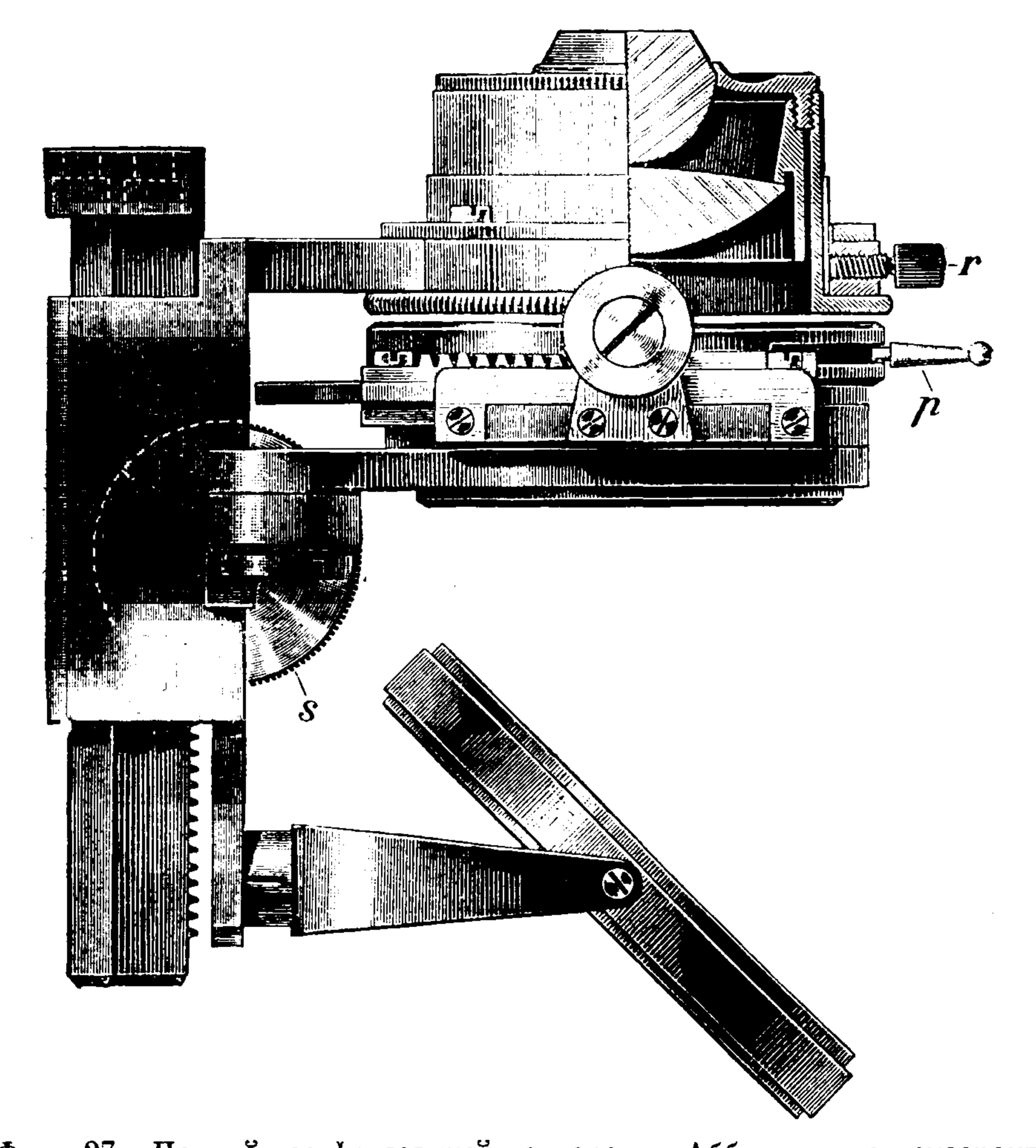
Фиг. 25. Цилиндрическая діафрагма со вставкой (Цейссъ).



Фиг. 26. Ирисъ-діафрагма Цейсса.

образнымъ. Во всякомъ случаѣ, однако, въ аппаратѣ находятся постоянно двѣ необходимыя части: конденсоръ и ирисъ-діафрагма. Въ строеніи конденсоровъ могутъ быть важныя различія. Одни конденсоры, состоящіе изъ двухъ линзъ даютъ относительно узкій конусъ лучей и могутъ быть употребляемы при слабыхъ объективахъ; другіе состоятъ изъ трехъ линзъ, даютъ очень широкій конусъ (аперт. 1, 4) и предназначены для наиболѣе сильныхъ объективовъ фиг. 28. Конечно, расширяя и съуживая ирисъ, можно получать конусы лучей любаго діаметра и усиливать и ослаблять освѣщеніе въ любой степени. Съ полнымъ отверстіемъ конденсоръ можетъ работать только съ маслянными

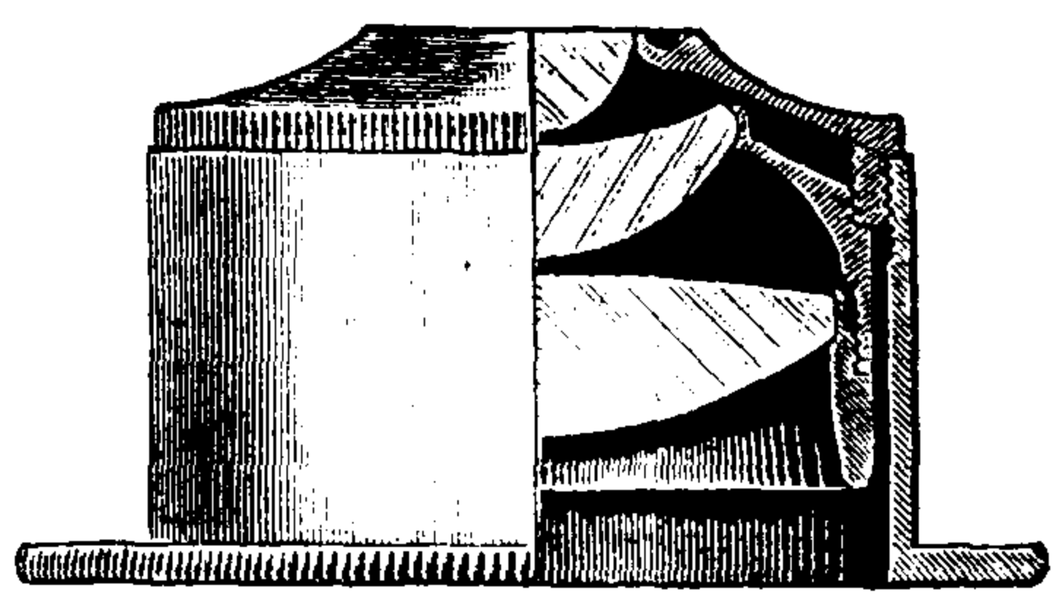
иммерсіями. Для сухихъ объективовъ приходится значительно суживать ирисъ-діафрагму, чтобы получить вполнѣ отчетливое изображеніе. При чрезмѣрно широко открытомъ ирисѣ препаратъ, разсматриваемый



Фиг. 27. Полный освѣтительный аппаратъ Аббе съ конденсоромъ аперт. 1, 2. *r*—винтъ для закрѣпленія конденсора; *p*—рукоятка ирисъ-діафрагмы; *S*—головка триба опускающаго и поднимающаго аппаратъ.

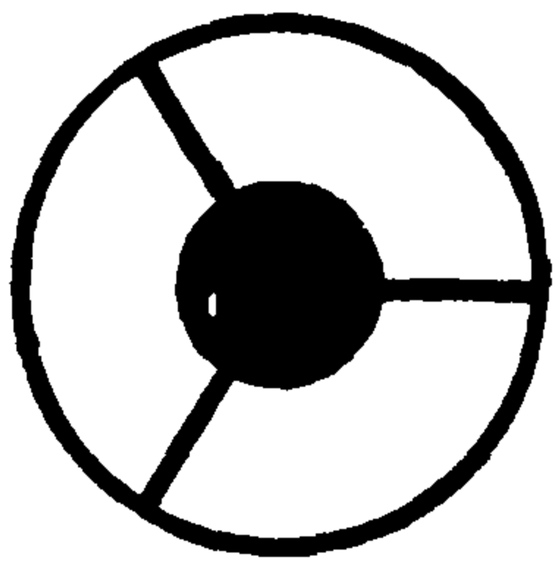
въ сухой объективъ, представится мутнымъ и молочнымъ, что будетъ зависѣть отъ того, что значительная часть выходящихъ изъ краевыхъ частей конденсора лучей будетъ отражаться обратно на препаратъ и по-

слѣдній такимъ образомъ окажется освѣщеннымъ одновременно съ двухъ сторонъ. Стоитъ только уменьшить отверстіе діафрагмы, для того чтобы изображеніе стало рѣзкимъ. Обычно устанавливаютъ конденсоръ такъ, что сошлифованная верхняя поверхность его передней линзы приходилась въ уровнѣ поверхности стола; при такомъ условіи препаратъ будетъ приходиться въ фокусѣ и освѣщенъ сходящимися лучами; если понемногу опускать конденсоръ, то можно постепенно получить освѣщеніе параллельными и расходящимися лучами. При этомъ, если ирисъ-діафрагма не сдвинута въ сторону и ея отверстіе находится въ серединѣ поля зрѣнія, то мы будемъ имѣть, такъ наз. прямое освѣщеніе, употребляемое обычно. Очень легко получить съ конденсоромъ полное косое освѣщеніе. Самое лучшее для этого, освѣтивши микроскопъ, положить, на совершенно раскрытую ирисъ-діафрагму въ видѣ кружка съ полулунной вырѣзкой сбоку. Такія діафрагмы изъ мѣди могутъ быть приданы къ микроскопу или, что гораздо проще, каждый можетъ себѣ вырѣзать подобную изъ листка толстой бумаги. Вращая ирисъ, можно получить косое освѣщеніе съ любой стороны. Обычно при такомъ освѣщеніи на конденсоръ надо положить каплю кедроваго масла и прижать ее ровно стекломъ препарата. Дѣлается это для того, чтобы не терять вслѣдствіе отраженія лучей свѣта. При такихъ условіяхъ безъ особаго труда можно бываетъ добиться, какъ говорятъ, разрѣшенія или возможности различить очень сложныя и тонкія структуры, какъ напр. структура панцырей діатомей и т. п.



Фиг. 28. Конденсоръ Аббе апертуры 1, 4 (Цейссъ).

Къ сожалѣнію ни размѣры, ни планъ этой небольшой книги не позволяютъ здѣсь объяснить, почему при косомъ освѣщеніи могутъ быть получены въ картинахъ препаратовъ болѣе тонкія детали, чѣмъ при прямомъ освѣщеніи. Замѣтимъ лишь, что этотъ фактъ показываетъ, что между увеличеніемъ даваемымъ микроскопомъ и возможностью различать тонкія структуры нѣтъ никакой прямой связи. Какъ уже говорилось выше, разрѣшеніе тонкихъ структуръ зависитъ отъ угла отверстія объектива или, что тоже самое, отъ его апертуры. Давая полное косое освѣщеніе, мы въ полной мѣрѣ используемъ эту апертуру и потому и видимъ бо̀льшія детали.

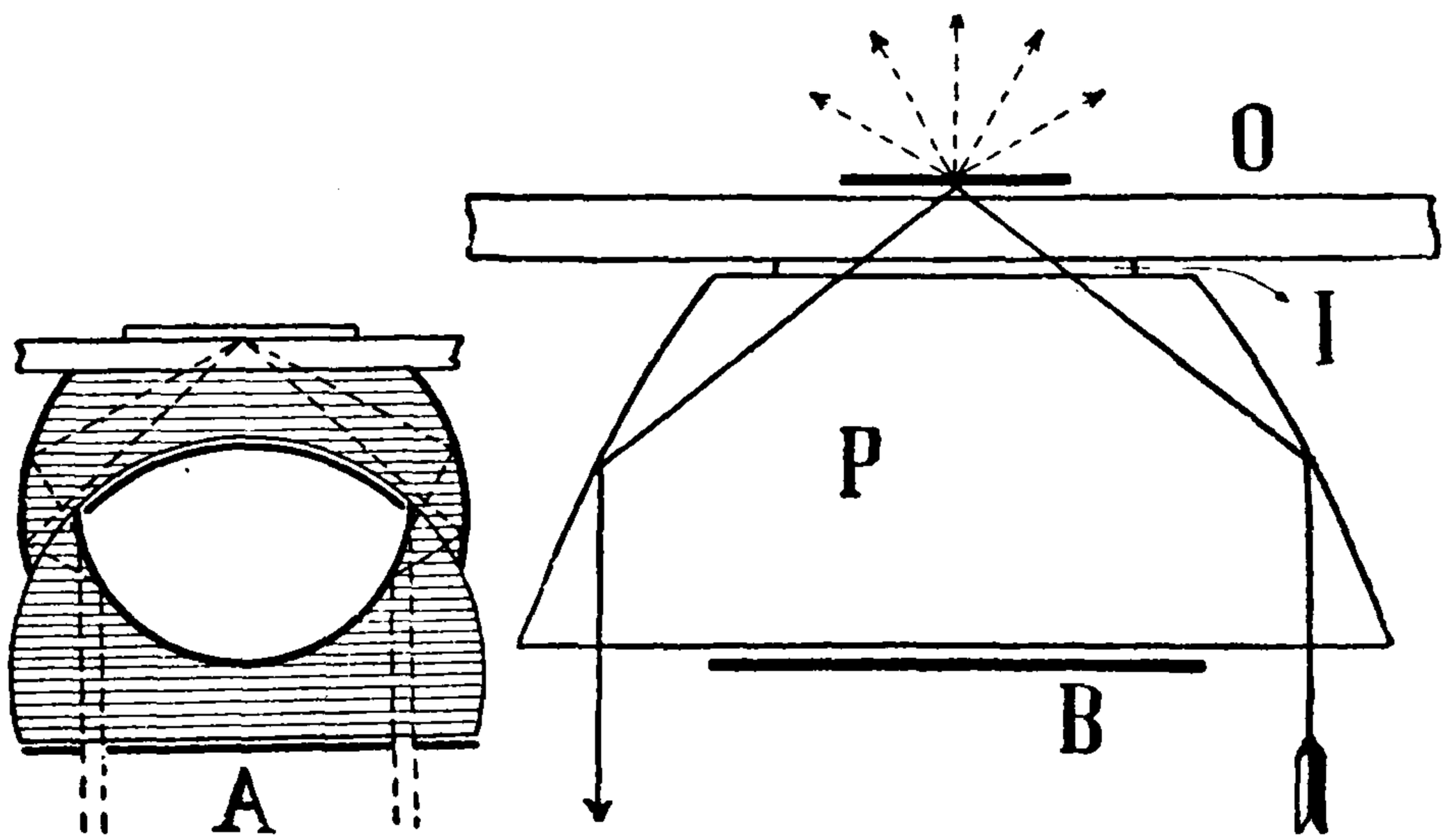


Фиг. 29. Діафрагма для наблюденій на темномъ полѣ зрѣнія съ аппаратомъ Аббе.

При помощи конденсора Аббе можно получить предметы освѣщенными на темномъ полѣ зрѣнія. Съ этой цѣлью подъ конденсоръ на мѣсто вполнѣ раскрытой ирисъ-діафрагмы кладутъ діафрагму, изображенную на фиг. 29. Дискъ въ серединѣ діафрагмы задерживаетъ весь прямой пукъ лучей, почему поле зрѣнія представится темнымъ. Косые лучи конденсора, соотвѣтствующіе окошкамъ діафрагмы разсѣиваются частицами препарата во всѣ стороны и частью попадаютъ въ трубу микроскопа. Въ результатѣ препаратъ окажется свѣтлымъ на темномъ полѣ. Такія наблюденія хорошо удаются только при слабыхъ объективахъ имѣющихъ малый уголъ отверстія. Для большихъ объективовъ требуются особыя приспособленія, уменьшающія ихъ апертуру.

Наблюденіе на темномъ полѣ зрѣнія за послѣднее время получило большое значеніе, такъ при помощи его удалось сдѣлать видимыми и различать столь мелкіе предметы, которые при обыкновенномъ проходя-

щемъ свѣтѣ совершенно недоступны глазу, ни при самомъ громадномъ возможномъ увеличеніи, ни при самыхъ большихъ углахъ отверстія или апертурахъ. Для производства такихъ наблюденій было изобрѣтено довольно много приборовъ. Наиболѣе сложные изъ нихъ носятъ названіе ультрамикроскоповъ. Здѣсь узкій пукъ лучей солнца или сильной дуговой электрической лам-



Фиг. 30. Ходъ лучей въ А — кардіоидъ-конденсорѣ и В — параболоидъ-конденсорѣ. В — діафрагма; Р — параболоидъ-конденсоръ, высеребреный внутри; I — слой кедроваго масла; О — препаратъ и его стекло. Въ кардіоидѣ поверхность центральной (свѣтлой на рисункѣ) линзы высеребрена и отражаетъ лучи на серебреныя стѣнки конденсора и отсюда на препаратъ.

пы направляется подъ прямымъ угломъ сбоку въ препаратъ лежащій на столикѣ микроскопа.

Мельчайшія частицы въ препаратѣ (зернышки въ какомъ-нибудь ложномъ растворѣ или коллоидѣ и т. п.) разсѣиваютъ во всѣ стороны лучи и такимъ образомъ начинаютъ свѣтиться, какъ пылинки на лучѣ солнца, проникшемъ въ темную комнату, и благодаря этому становятся видимыми въ микроскопъ. Ультрамикроскопы (изобрѣтенные впервые Зидентопфомъ и Зигмонди)

сложны, громоздки, требуютъ электрическаго тока и кромѣ того дороги. Описаніе ихъ поэтому здѣсь можетъ быть опущено, тѣмъ болѣе что они могутъ быть почти совершено замѣнены особыми конденсорами (параболоидъ-кардіоидъ конденсоры), которые или вставляются на мѣсто конденсора Аббе, или же просто кладутся на столикъ микроскопа (конденсоръ Лейтца). Ультра-конденсоры имѣютъ различное устройство, которое можетъ быть въ общемъ понято изъ приложенныхъ изображеній. (См. фиг. 30). Лучи, идущіе отъ зеркала микроскопа, отражаются отъ зеркальныхъ изогнутыхъ поверхностей конденсора и входятъ въ препаратъ подъ крайне косыми углами, обращая его мельчайщія зерна въ свѣтящіяся и потому различимыя глазомъ точки. На такой конденсоръ передъ тѣмъ чтобы класть на него препаратъ необходимо положить каплю кедроваго масла, иначе онъ не можетъ дѣйствовать.

Источникъ свѣта, конечно, долженъ быть очень ярокъ. Наилучшія картины обычно получаются при объективахъ съ малыми апертурами и сравнительно небольшими увеличеніями. Это не мѣшаетъ, однако, различать предметы, приближающіеся по величинѣ къ половинѣ свѣтовой волны и потому обычно совершенно недоступные зрѣнію. При разсматриваніи ихъ въ микроскопъ, нельзя судить объ ихъ дѣйствительной формѣ, они должны представляться въ видѣ свѣтлыхъ кружковъ или точекъ.

Пользованіе микроскопомъ. Солнечный свѣтъ служитъ наиболѣе удобнымъ для пользованія микроскопомъ источникомъ освѣщенія. Днемъ также гораздо легче производить препаровку и на окрашенныхъ препаратахъ судить объ цвѣтѣ ихъ частей. Поэтому къ искусственному свѣту прибѣгаютъ только въ силу какихъ нибудь особенныхъ обстоятельствъ, напр., пасмурной погоды, особыхъ условій рабочей комнаты, не дающихъ

возможности удобно пользоваться дневнымъ свѣтомъ и т. д. [1]) Приступая къ работѣ, устанавливаютъ микроскопъ передъ окномъ, навинчиваютъ объективъ, вставляютъ окуляръ и глядя въ трубу повертываютъ зеркало такъ, чтобы поле зрѣнія было равномѣрно, но не очень сильно и ярко, освѣщено. Если освѣщеніе получается при помощи аппарата Аббе, то ставятъ обычно плоское зеркало и устанавливаютъ его такъ, чтобы переплетъ окна не изображался въ полѣ зрѣнія.—Лучше всего брать свѣтъ отъ голубаго неба, или отъ бѣлаго облака; освѣщенная солнцемъ бѣлая стѣна даетъ также хорошее освѣщеніе. Для искусственнаго освѣщенія придумано и употребляется много различныхъ системъ лампъ, нерѣдко дорогихъ и громоздкихъ. Болѣе или менѣе успѣшно ихъ можно замѣнить синимъ стеклышкомъ, которое нерѣдко придается къ микроскопамъ. Стеклышко кладутъ въ обойму ирисъ-діафрагмы. Желтый и синій свѣтъ смѣшиваясь даютъ болѣе бѣлое освѣщеніе. Нерѣдко бываетъ полезно загородить пламя лампы папиросной бумагой или матовымъ стекломъ. Можно также класть на синее стеклышко еще матовое стеклышко или, наконецъ, имѣть матовое синее стеклышко.

Для каждаго употребляемаго объектива наилучшее изображеніе получается при опредѣленномъ размѣрѣ діафрагмы. Начинающій сдѣлаетъ всего лучше, если замѣтитъ себѣ эти размѣры, что при ирисъ-діафрагмѣ достигается очень легко. Начинающему также необходимо замѣтить себѣ, так. наз. предметное разстояніе, т.-е. разстояніе между покровнымъ стекломъ препарата и фронтъ-линзой объектива при установкѣ на ясное

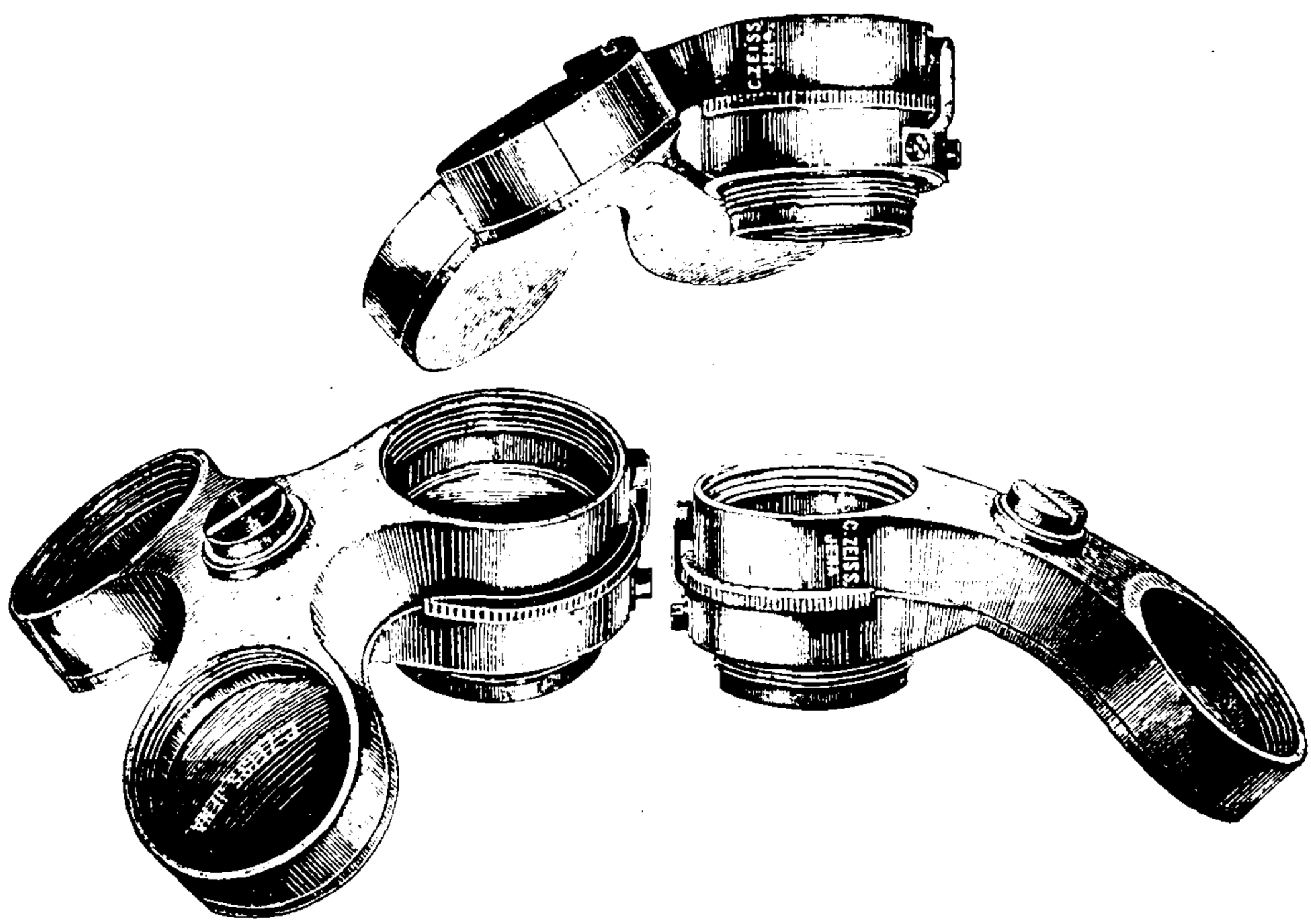
---

[1]) Искусственнымъ свѣтомъ приходится у насъ пользоваться часто зимою тогда, когда нужно имѣть косое освѣщеніе и дневного свѣта недостаточно, чтобы сдѣлать его достаточно яркимъ.

изображеніе. Разстояніе это тѣмъ больше, чѣмъ слабѣе объективъ и очень мало при объективахъ, дающихъ сильное увеличеніе. Замѣтивъ себѣ это разстояніе, начинающій не рискуетъ нажать или даже раздавить препаратъ объективомъ и при этомъ попортить и послѣдній. Обыкновенно рекомендуется начать разсматривать препаратъ и установить его въ серединѣ поля зрѣнія при слабомъ увеличеніи и затѣмъ переходить къ болѣе сильному увеличенію. Установивъ при этомъ объективъ при помощи руки или шестерни приблизительно на надлежащее предметное разстояніе, берутся за микрометрическій винтъ и, глядя въ микроскопъ, устанавливаютъ изображеніе точно по своимъ глазамъ. Движеніе микрометрическаго винта должно происходить совершенно свободно и мягко; если происходитъ задержка, то надобно тотчасъ же остановиться въ движеніи и выяснить причину ея. Если винтъ довернутъ до конца, то его слѣдуетъ отвернуть въ противоположномъ направленіи, если же задержка происходитъ отъ какой нибудь иной причины, то лучше всего обратиться къ опытному механику, который исправитъ поврежденіе. — Нерѣдко при работѣ приходится перемѣнять одно увеличеніе на другое. Въ этомъ случаѣ большую помощь оказываютъ т. наз. *револьверы*, приборы позволяющіе быстро смѣнять одинъ объективъ на другой. Въ своей наиболѣе простой и удобной формѣ револьверъ состоитъ изъ двухъ пластинокъ соединенныхъ между собою осью. Верхняя привинчивается нарѣзкой къ трубкѣ микроскопа; къ нижней, къ отверстіямъ снабженнымъ нарѣзками, привинчиваются объективы. Для перемѣны одного объектива на другой приподнимаютъ сначала кверху трубку микроскопа, а затѣмъ поворачиваютъ вокругъ ея оси нижнюю пластинку, пока противъ отверстія трубки не станетъ желаемый объективъ и не защелкнется въ свой пазъ

маленькая пружинка, удерживающая объективъ на мѣстѣ. Устраиваютъ револьверы этого типа на 2,3,4 объектива. Верхняя пластинка закрываетъ собою заднее отверстіе объективовъ и не позволяетъ попадать пыли на заднюю линзу. (См. фиг. 31).

При употребленіи водныхъ иммерсіонныхъ объективовъ стеклянной палочкой кладутъ каплю чистой дестиллированной воды на покровное стекло препарата и



Фиг. 31. Револьверы для двухъ, трехъ и четырехъ объективовъ (Цейссъ).

погружаютъ въ нее осторожно фронтъ-линзу и затѣмъ устанавливаютъ изображеніе микрометрическимъ винтомъ. Сгущенное кедровое масло для употребленія всего лучше отлить въ особую бутылочку, обыкновенно, придаваемую къ объективамъ гомогенной иммерсіи. Изъ такой бутылочки при помощи палочки или платиновой проволоки съ петелькой на концѣ легко брать маленькую каплю масла, потребную для иммерсіи. Надо всячески заботиться, чтобы въ такой каплѣ не было пу-

зырьковъ воздуха. Если они попали туда, то лучше каплю удалить и взять новую. Особенно надо стараться избѣгать пузырьковъ воздуха, когда большая капля масла кладется на поверхность освѣтителя. Приходится очень осторожно класть на такую каплю стекло препарата, чтобы не шлепнуть по ней и тѣмъ не вогнать въ нее воздуха.—Для удаленія кедроваго масла, отвертываютъ объективъ отъ микроскопа и прижимаютъ его фронтъ-линзу лучше всего къ старому чистому носовому платку, при этомъ отнюдь не слѣдуетъ тереть платкомъ по стеклу. Намачиваютъ затѣмъ кусокъ платка бензиномъ или ксилоломъ и обтираютъ начисто и линзу и ея оправу. Послѣ этого, обернувши окуляръ (Гюйгенса), осматриваютъ сквозь него поверхность линзы, не осталось ли на ней приставшихъ соринокъ и если таковыя оказываются, снова протираютъ ксилоломъ линзу, пока она не будетъ совершенно чистой. Тоже самое приходится продѣлывать и съ конденсоромъ освѣтителя, если на него была положена капля масла.

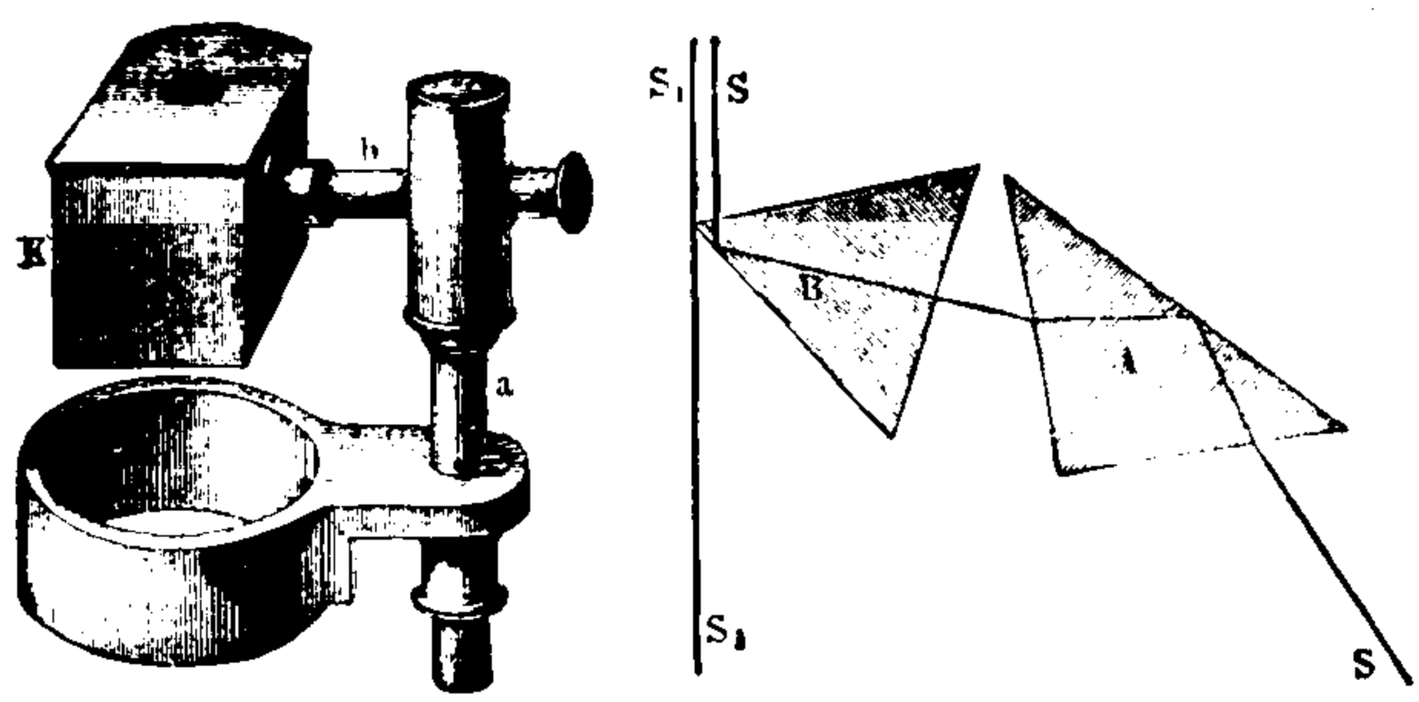
По окончаніи работы, если ее имѣютъ въ виду продолжать больше, нѣтъ надобности прятать микроскопъ въ ящикъ. Вытеревъ и вычистивъ микроскопъ, если онъ былъ при работѣ загрязненъ, его покрываютъ до слѣдующаго дня стеклянным колпакомъ, или за отсутствіемъ послѣдняго, заворачиваютъ его въ полотенце.—Надо тщательно слѣдить за чистотой какъ штатива, такъ и оптическихъ частей.

Время отъ времени надо тщательно протирать ксилоломъ или бензиномъ шестерню и внутреннюю трубку по ея наружной поверхности и удалять комочки грязи и окиси металла. Вслѣдъ за протиркой бензиномъ надобно протереть шестерню и трубку тряпкой слегка смоченной свинымъ саломъ, костянымъ или вазелиновымъ масломъ, или, наконецъ, очень хорошимъ прованскимъ масломъ. Приходится также тщательно смо-

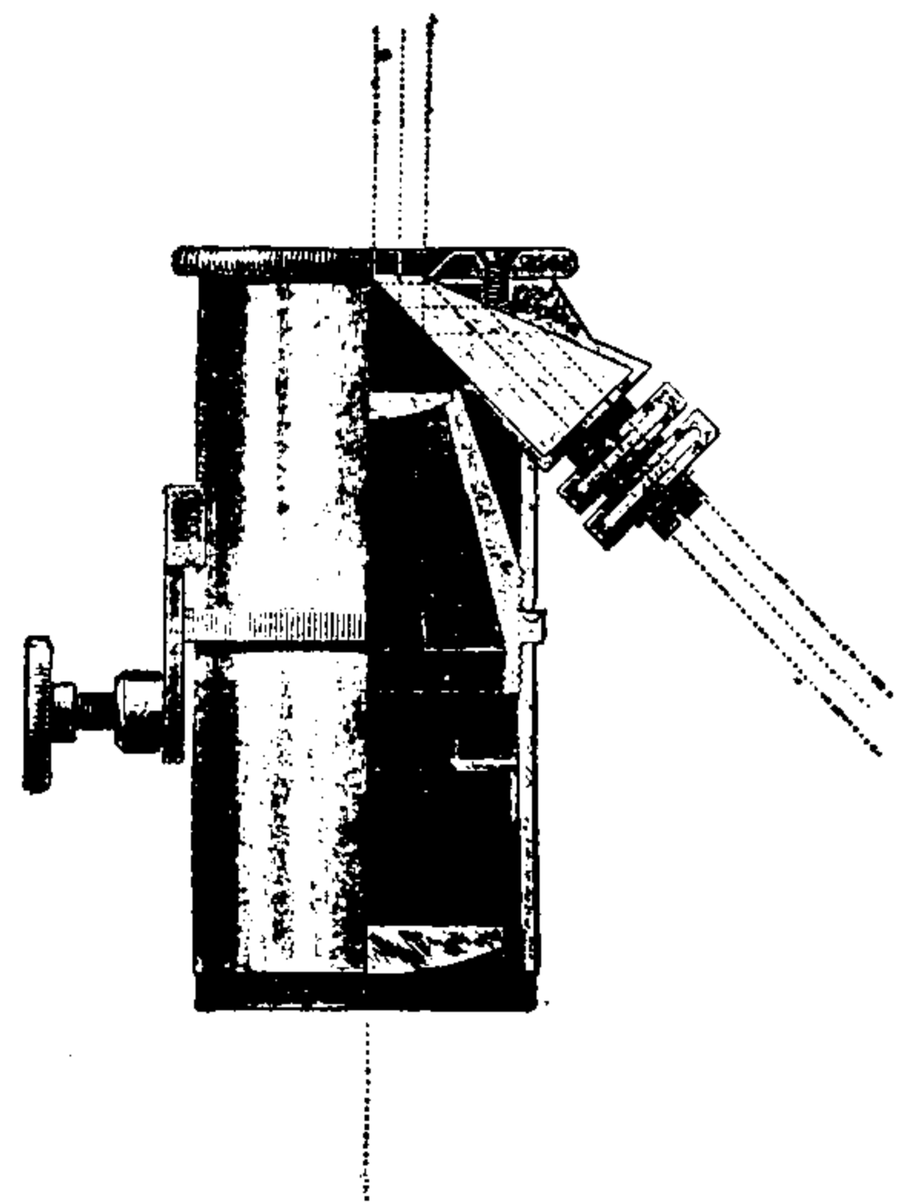
трѣть при перевозкѣ микроскопа, чтобы всѣ винты были затянуты, особенно же шестерни триба и труба при передвиженіяхъ не вихляла. — Очень внимательно надо смотрѣть за тѣмъ, чтобы объективы не смачивались во время работы какими-нибудь ѣдкими жидкостями и не оставались замазанными въ глицеринъ или бальзамъ послѣ работы. Если на заднюю линзу объектива попадетъ пыль, то ее можно удалить оттуда мягкой кистью или свернутымъ въ жгутикъ кусочкомъ стараго тонкаго полотна. Можно также вытирать нерѣдко глубоко сидящія въ оправѣ заднія линзы кусочкомъ сердцевины бузины, соотвѣтственно обрѣзаннымъ. Если объективъ повидимому совершенно снаружи чистый даетъ тѣмъ не менѣе мутныя картины, то не слѣдуетъ его самому разворачивать, а отправить для починки на фабрику. Большинство фабрикантовъ производитъ подобныя починки даромъ.

Рисованіе и измѣреніе микроскопическихъ препаратовъ. Нельзя не посовѣтовать всѣмъ начинающимъ работать съ микроскопомъ рисовать свои препараты. Благодаря рисованію, въ очень значительной степени изощряется наблюдательность и становятся видны такія детали, которыя иначе крайне легко ускользаютъ отъ вниманія. Первые опыты рисованія препаратовъ бываютъ обыкновенно очень неудачны, но этимъ нечего смущаться, за нѣсколькими неудачами при небольшой настойчивости послѣдуютъ и удачи. — Всего проще, конечно, рисовать карандашомъ. Въ большинствѣ случаевъ можно обойтись даже однимъ карандашемъ, напр., № 2 Фабера. Для болѣе тонкихъ рисунковъ, конечно, потребуется нѣсколько карандашей различной твердости. Рисованіе тушью или красками значительно труднѣе и требуетъ навыка и умѣнья. Для рисованія препаратовъ было изобрѣтено большое количество различныхъ приборовъ. Въ болѣе дорогихъ—изображеніе прокладывает-

ся на бумагу, какъ въ волшебномъ фонарѣ и можетъ быть довольно легко обведено контурами. Удобнѣе и проще построены многіе маленькіе аппараты, основанные на томъ принципѣ, что два изображенія, попадающія на одно и тоже мѣсто сѣтчатки между собою совпадаютъ. Такимъ образомъ легко видѣть картину препарата на бумагѣ и вмѣстѣ съ тѣмъ и карандашъ. Въ однихъ изъ такихъ приборовъ надъ окуляромъ или въ самомъ окулярѣ (см. фиг. 32 и 33) помѣщаются одна или двѣ призмы, при помощи которыхъ изображеніе карандаша и бумаги прокладывается на сѣтчатку вмѣстѣ съ видимымъ въ окуляръ изображеніемъ препарата. Таковъ рисовальный окуляръ Лейтца, камера-люцида Цейсса и многіе другіе. Вмѣсто приборовъ этого типа въ настоящее время очень часто примѣняется рисовальная камера Аббе, о конструкціи которой даетъ представленіе фиг. 34. Камера эта надѣвается на окуляръ № 2 Гюйгенса или компенсаторъ 4 и прикрѣпляется винтами (*C и др.)* къ краю трубы микроскопа; камера должна быть такъ установлена при помощи винтовъ, чтобы черезъ

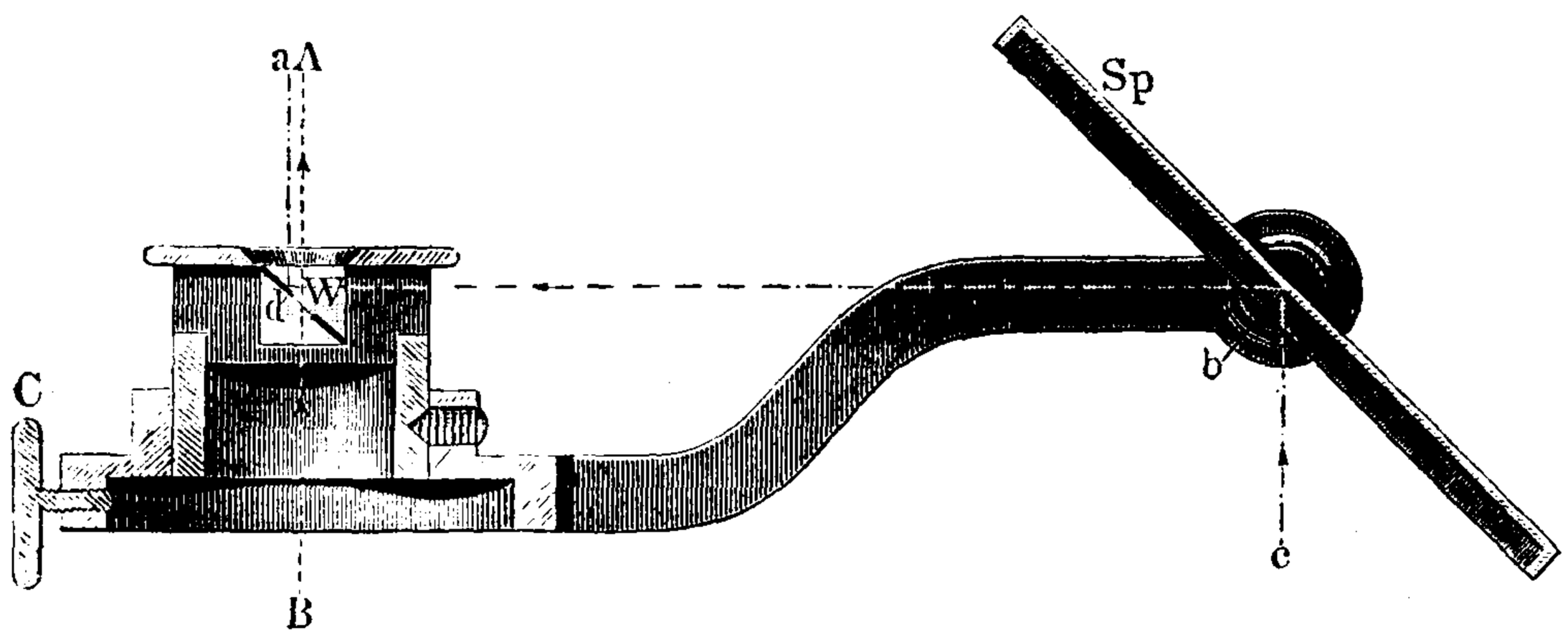


Фиг. 32. Рисовальная призма Аббе. Она надѣвается на верхнюю часть трубки микроскопа надъ окуляромъ. S, S, Ходъ лучей въ приборъ.



Фиг. 33. Рисовальный окуляръ, употребляемый при наклонѣ трубы въ 45°

ея отверстіе и сквозь отверстіе въ стеклянномъ кубикѣ *W* былъ совершенно ясно виденъ препаратъ безъ всякихъ цвѣтныхъ коймъ. Во время такой центрировки зеркало *Sp* должно быть повернуто своей темной спинкой къ кубику, дабы даваемыя имъ отраженія не мѣшали установкѣ. Когда послѣдняя достигнута, зеркало переворачиваютъ и устанавливаютъ такъ, чтобы лежащія на столѣ бумага и карандашъ стали видны. Лучъ *c* идущій отъ бумаги отражается отъ зеркала въ окошко передъ кубикомъ *W;* послѣд-



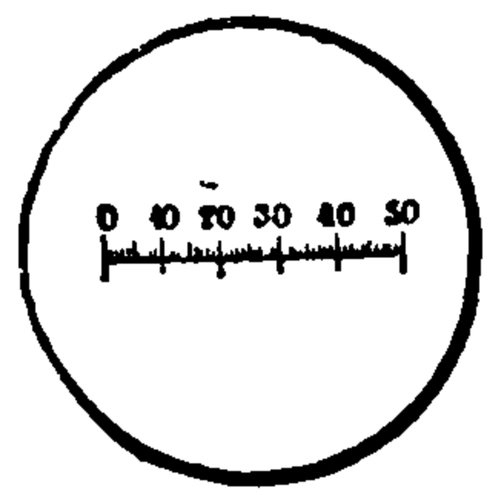
Фиг. 34. Рисовальный приборъ Аббе. Sp—зеркало, c—лучъ идущій отъ бумаги, b — другой такой же лучъ; W — стеклянный кубикъ изъ двухъ трехгранныхъ призмъ, отдѣленныхъ другъ отъ друга высеребреннымъ слоемъ по поверхности гипотенузы; d—отверстіе въ этомъ слоѣ черезъ которое идутъ въ глазъ лучи BA изъ препарата въ глазъ.

ній составленъ изъ двухъ стеклянныхъ призмъ, сложенныхъ между собою по плоскости ихъ гипотенузъ, плоскость эта высеребрена и отражаетъ отъ себя кверху лучъ *a*, идущій отъ зеркала. Серебряный слой имѣетъ въ своей серединѣ круглое отверстіе, черезъ которое идутъ лучи отъ препарата. Изъ рисунка ясно, что лучи *a* и *A* должны попасть на одно и то же мѣсто сѣтчатки. Для успѣшнаго пользованія приборомъ необходимо, чтобы препаратъ и бумага были одинаково ярко освѣщены, что не всегда легко удается.

Въ болѣе новыхъ приборахъ этого типа послѣднее достигается при помощи двухъ системъ дымчатыхъ стеколъ, изъ которыхъ одни затемняютъ лучи, идущіе отъ препарата, другіе— отъ бумаги. Бумагу обычно располагаютъ на уровнѣ столика микроскопа. Если микроскопъ при рисованіи наклоненъ, то бумага также должна быть наклонена паралельно столику микроскопа.—Имѣются особые рисовальные столики, которые позволяютъ давать любой наклонъ приколотому къ ихъ доскѣ листу бумаги. Такой столикъ несомнѣнно даетъ нѣкоторыя удобства, но безъ него легко обойтись.—Если желаютъ знать, при какомъ увеличеніи будетъ сдѣланъ рисунокъ, то предварительно вмѣсто препарата помѣщаютъ объективный микрометръ (предметное стекло, на которомъ обычно 5 мм. раздѣлены на 50 частей) и наносятъ его дѣленія при помощи рисовальнаго прибора на бумагу. Измѣривши разстояніе между двумя линіями на бумагѣ и зная разстояніе между линіями на микрометрѣ, легко найти отношеніе между ними и тѣмъ опредѣлить увеличеніе.

Переходя къ разсмотрѣнію пріемовъ измѣренія по плоскости препаратовъ подъ микроскопомъ, замѣтимъ прежде всего, что за единицу мѣры въ этомъ случаѣ принимаютъ одну тысячную долю миллиметра, или *микронъ*, сокращенное обозначеніе его есть 1 μ. Аппараты и приборы для измѣреній микроскопическихъ препаратовъ носятъ названіе микрометровъ. Приборы такого рода весьма разнообразны и по формѣ и по принципамъ ихъ конструкціи. Изъ нихъ наиболѣе простымъ и чаще другихъ употребляемымъ является окулярный микрометръ. Онъ представляетъ собою круглую стеклянную пластинку, на которой вырѣзана скала дѣленій въ 0,1 мм. (см. фиг. 35). Пластинка эта дѣленіями внизъ кладется въ Гюйгенсовскомъ окулярѣ на діафрагму между коллективомъ и глазнымъ стекломъ. По-

слѣднее въ измѣрительныхъ окулярахъ, для установки по глазамъ изображенія микрометра, можно слегка поднимать и опускать или при помощи винтовой нарѣзки или передвиженіемъ трубки въ которую оно вставлено. Часто оптики придаютъ своимъ измѣрительнымъ окулярамъ особыя таблицы, въ которыхъ съ достаточной точностью даны величины дѣленій для всѣхъ объективовъ, такъ что приходится число сосчитанныхъ дѣленій помножить на отмѣченную въ таблицѣ величину. Если же такой таблицы не имѣется, то приходится опредѣлить самому значеніе разстояній между чертами дѣленій окулярнаго микрометра для тѣхъ объективовъ, которыми пользуются при работѣ. Для этого вмѣсто препарата кладется упомянутый немного выше объективный микрометръ, и его изображеніе устанавливается такъ, чтобы скала окулярнаго микрометра совпала со скалой объективнаго.



Фиг. 35. Окулярный микрометръ.

Положимъ, что 5 дѣленій окулярнаго микрометра покрываютъ 1 промежутокъ въ объективномъ, такъ какъ въ послѣднемъ этапѣ промежутокъ равняется 0,1 мм., то 1 промежутокъ въ окулярномъ будетъ равенъ $\frac{0,1}{5}$ мм.=0,02 мм.=20 μ.

Такимъ образомъ легко самому составить себѣ таблицу для своихъ объективовъ. Надо помнить, что при всѣхъ такихъ измѣреніяхъ надобно внимательно слѣдить за тѣмъ, чтобы длина трубы микроскопа оставалась одной и той же, такъ какъ отъ длины трубы зависитъ также и величина изображенія.

При употребленіи Цейссовскихъ апохроматовъ надо помнить, что одно дѣленіе микрометра въ компенсаціонномъ окулярѣ, при длинѣ трубы въ 160 мм., содержитъ въ себѣ столько микроновъ, сколько мили-

метровъ находится въ фокусномъ разстояніи. У апохромата съ фокуснымъ разстояніемъ 8 мм. оно будетъ 8 μ.

Надобно замѣтить, что для измѣреній окулярнымъ микрометромъ наиболѣе точные результаты получаются только въ серединѣ поля зрѣнія. Поэтому большинство микрометровъ этого рода устроено такъ, что скала дѣленій не доходитъ до края поля зрѣнія, но приходится только на его среднюю часть.

Въ заключеніе описанія микроскопа надобно сказать нѣсколько словъ относительно выбора статива и объективовъ при покупкѣ. Конечно, на первомъ планѣ тутъ долженъ стоять вопросъ о деньгахъ, которыя могутъ быть ассигнованы на покупку. Во всякомъ случаѣ можно посовѣтовать понакопить немножко больше денегъ и пріобрѣсти сразу нѣчто болѣе хорошее, чѣмъ польститься на дешевку и купить инструментъ, который не будетъ удовлетворять нерѣдко даже элементарнымъ требованіямъ. Хорошій инструментъ долго сохраняетъ и свою цѣнность и пригодность къ дѣлу. Всего лучше покупать такіе стативы, къ которымъ позднѣе могутъ быть пріобрѣтаемы различныя добавленія, не требующія особой пригонки къ стативу или передѣлки послѣдняго.

У очень многихъ современныхъ фабрикантовъ имѣются теперь такіе стативы, которые путемъ постепенныхъ добавленій могутъ быть обращены въ инструменты удовлетворяющіе самымъ строгимъ требованіямъ.

Очень желательно, чтобы стативъ имѣлъ освѣтитель Аббе, былъ снабженъ шестерней, для грубого движенія, и наклономъ. Въ этомъ послѣднемъ случаѣ при полномъ горизонтальномъ положеніи микроскопъ долженъ стоять прочно и не перевертываться, что бываетъ не столь рѣдко. Вертящійся и подвижный столикъ желателенъ, но безъ него можно обойтись при нѣкоторомъ навыкѣ безъ всякаго особаго ущерба. Пріобрѣтая ми-

кроскопъ, огромное большинство заботится о томъ, чтобы микроскопъ давалъ возможно большее увеличеніе. Этимъ нерѣдко пользуются продавцы и продаютъ микроскопы дающіе якобы колоссальныя увеличенія, и въ дѣйствительности никуда не годные.—При обсужденіи увеличенія прежде всего надобно имѣть въ виду *линейное*, а отнюдь не плоскостное увеличеніе; во вторыхъ надобно имѣть въ виду, что увеличеніе должно быть даваемо непремѣнно объективомъ, а не окуляромъ.

Сильное окулярное увеличеніе (при ахроматахъ) обыкновенно ни на что не годится. Наконецъ надобно припомнить сказанное выше относительно значенія угла отверстія и апертуры объектива. Только тогда, когда они велики, можно считать объективъ пригоднымъ для работы. Объективъ можетъ давать огромное увеличеніе, имѣя короткій фокусъ, и въ тоже время быть очень мало пригоднымъ, не обладая достаточной апертурой. Безъ большой апертуры невозможно видѣть подробностей строенія.—Для огромнаго большинства работъ нужно имѣть три объектива, дающихъ малое, среднее и большое увеличенія, имѣющихъ соотвѣтственныя апертуры. Для начинающихъ можно совершенно свободно ограничиться двумя сухими объективами съ малымъ и среднимъ увеличеніемъ (отъ 40—500 лин.). Большой объективъ гомогенной иммерсіи можетъ быть прикупленъ впослѣдствіи. Обычно будутъ удовлетворять всѣмъ требованіямъ начинающихъ объективы 4—8 Рейхерта, Лейтца, Винкеля, Гартнака, *A—E* Цейсса. Позднѣе можетъ быть прикуплена $^1/_{12}$ гомог. иммерсіи. Изъ окуляровъ будутъ подходить 1, 2, 3, Гюйгенса. Кто обладаетъ нѣсколько бо̀льшими средствами можетъ взять нѣсколько иную комбинацію объективовъ ахроматы 3, 5, 8 (7), дающую нѣсколько большую послѣдовательность увеличеній. Нѣкоторыя фабрики (Цейссъ) имѣютъ объективы дающіе сравнительно

малое увеличеніе и относительно большой уголъ отверстія (*AA. aa.*) Такіе объективы, однако, для обычныхъ работъ не даютъ никакихъ замѣтныхъ преимуществъ. Полуапохроматы (Винкель, Рейхертъ) часто значительно превосходятъ соотвѣтственныя ахроматы и могутъ быть имъ предпочитаемы.—Кто не останавливается передъ затратой въ нѣсколько сотъ рублей, тотъ пріобрѣтетъ себѣ микроскопъ съ апохроматами. Обычно нужна та же градація увеличеній и апертуръ, какъ и при ахроматахъ: сух. объективы съ фок. 16 мм. 4 мм. (3 мм.) и 2 мм. гомог. иммерсіи и окуляры компенсаторы *4*, *6*, *8*.

Обратимся теперь къ обзору тѣхъ приборовъ и пріемовъ, знакомство съ которыми необходимо для изготовленія микроскопическихъ препаратовъ. Здѣсь могутъ быть описаны лишь такіе пріемы и приборы, которые примѣнимы въ самыхъ разнообразныхъ случаяхъ. Тѣ же приборы, которые имѣютъ нѣкоторое спеціальное назначеніе будутъ описаны въ соотвѣтственныхъ мѣстахъ.

Для приготовленія препаратовъ необходимы предметныя и покровныя стекла. Предметнымъ стекломъ называютъ прямоугольную стеклянную пластинку, которая должна имѣть толщину около 1 мм. и размѣръ соотвѣтственный тому препарату, который на ней долженъ быть помѣщенъ, или на ней сохраняться. Обыкновенно употребляютъ такъ назыв. англійскій форматъ стеколъ, т. е. для большихъ препаратовъ 76 мм. длины и 40 мм. ширины. Для меньшихъ—76 мм. длины и 26 ширины. Есть и еще другіе большіе и меньшіе форматы, которыми пользуются сообразно своимъ вкусамъ и потребностямъ. Очень хорошія предметныя стекла дѣлаютъ изъ зеркальнаго стекла, но обычно въ ходу такъ наз. солинское стекло (Solinglas). Если оно имѣетъ зеленоватый оттѣнокъ, то это нисколько не

мѣшаетъ дѣлу. Безразлично также имѣютъ ли стекла шлифованные или матированные края, или нѣтъ.— Покровныя стеклышки приготовляются круглыми и четыреугольными.

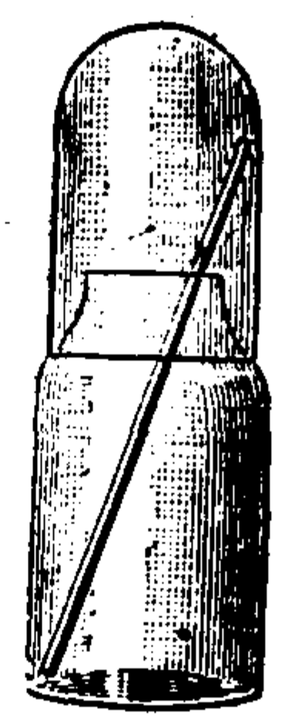
Удобнѣе послѣднія, такъ какъ для замазыванія ихъ не требуется никакихъ особыхъ приборовъ кромѣ тонкой кисти или палочки, для первыхъ же, чтобы замазываніе было ровнымъ и красивымъ, необходимо имѣть особый вертящійся столикъ. Очень важно, чтобы покровныя стекла имѣли толщину около 0,14—0,17 мм. Большинство объективовъ приспособлено (корригировано) по этой толщинѣ и даетъ съ ними самыя лучшія изображенія. Болѣе толстыя стеклышки не позволяютъ употреблять объективовъ дающихъ сильное увеличеніе; болѣе тонкія—очень легко ломаются при вытираніи. Обычно употребляютъ стеклышки, имѣющія около 18—20 мм. длины въ каждой изъ своихъ сторонъ. Болѣе мелкія неудобны тѣмъ, что сохраняющая препаратъ жидкость легко выступаетъ изъ подъ стеклышекъ и можетъ замазать объективъ. Болѣе крупныя нужны лишь тогда, когда имѣются или крупные препараты или серіи разрѣзовъ. Передъ употребленіемъ предметныя и покровныя стекла необходимо самымъ тщательнымъ образомъ вымыть и вытереть чистой тряпкой или полотенцемъ. Если на предметныя стекла имѣютъ въ виду наклеивать серіи разрѣзовъ, то промывка, чтобы разрѣзы держались, должна быть сдѣлана не только водой, но также и растворомъ двухромокислаго кали для того чтобы удалить всякіе слѣды жира или пота съ поверхности стеколъ. Въ такомъ (2—3%) растворѣ подобно продержать стекло нѣсколько часовъ и затѣмъ уже промыть водой.—Захватывать стекла пальцами отнюдь не годится.

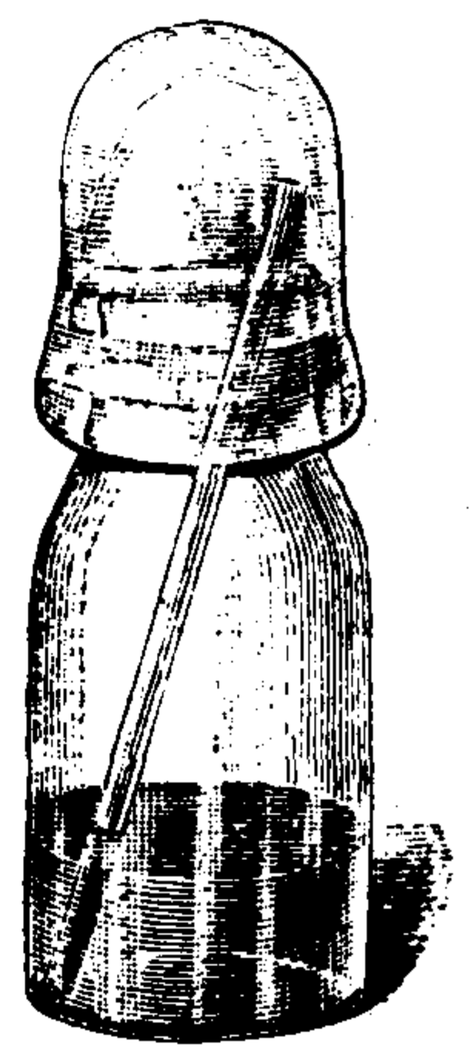
Реактивы, растворы красокъ и т. п. приходится держать въ пузырькахъ и баночкахъ. Конечно, въ случаѣ

надобности можно обойтись пузырьками, какіе найдутся но обычно бываетъ удобнѣе для многихъ жидкостей (алкоголь, кислоты, щелочи и т. д.) пользоваться пузырьками съ хорошо притертыми стеклянными пробками. Очень часто приходится брать жидкости по каплямъ. Въ такомъ случаѣ бываютъ очень пригодны капельницы и маленькіе пузырьки, которыхъ пробка имѣетъ видъ пипетки (см. фиг. 36 и 37). Весьма удобны для храненія глицерина, канадскаго бальзама, даммаръ-лака, раствора левулезы и т. п. сохраняющихъ препаратъ веществъ, широкогорлыя баночки съ стеклянными притертыми колпачками (см. фиг. 38, 39). Въ такую баночку наливается на дно столько жидкости или раствора, сколько нужно, чтобы стеклянной палочкой брать каплю надлежащей величины, и ставится палочка съ вытянутымъ и слегка закругленнымъ концемъ. При такихъ условіяхъ сохраняющая жидкость предохраняется отъ попаданія въ нее пыли, кусочковъ пробки и т. п. Конечно, можно обойтись и обыкновенной баночкой.—Для препаровки, окрашиванія препаратовъ, выдѣленія нужныхъ и удаленія ненужныхъ частей служатъ часовыя стекла различной величины, которыхъ требуется всегда имѣть нѣкоторый запасъ. Удобно, если выпуклая часть стеклышка не-

Фиг. 36. Бутылочка для раствора красокъ; сквозь пробку пропущена пипетка.

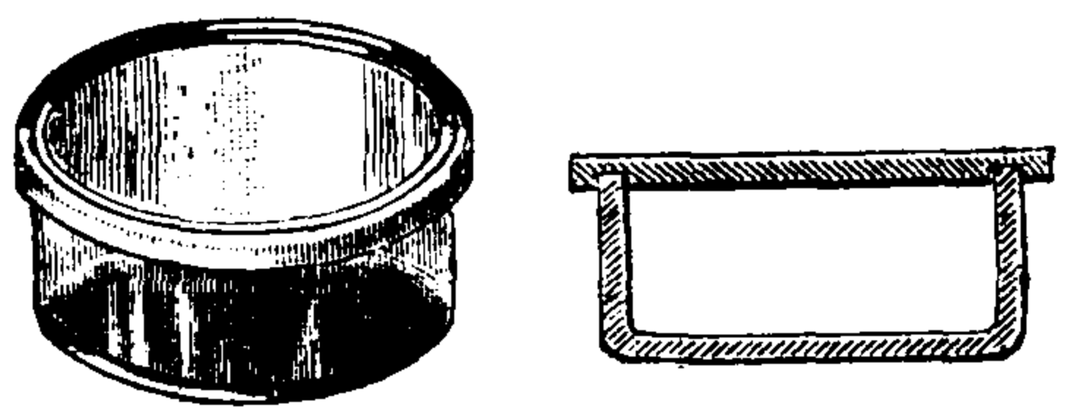
Фиг. 37. Бутылочка съ пришлифованной пипеткой и каучуковымъ колпачкомъ.





Фиг. 38 и 39. Баночки для канадскаго бальзама, даммаръ-лака или глицерина.

много сошлифована, и оно поэтому можетъ стоять тверже и не качаться. Удобны также, а иногда и необходимы стеклянныя чашечки, вродѣ изображенныхъ на фиг. 40, съ стеклянными пригнанными крышками. Здѣсь можно сохранять подолгу препараты, разрѣзы, производить окраску, промывку, словомъ большинство всѣхъ употребительныхъ при изготовленіи микроскопическихъ препаратовъ манипуляцій. Конечно, приведенными примѣрами далеко не исчерпывается разнообразіе стеклянной посуды, которая можетъ быть употреблена въ дѣло при изготовленіи препаратовъ; здѣсь указано лишь то, что чаще бываетъ надобно.



Фиг. 40. Чашечка съ притертой крышкой для обезвоживанія въ спиртѣ, окрашиванія препаратовъ и т. п.

Собственно для препаровки служатъ обычные анатомическіе инструменты, скальпели, ножницы, пинцеты, рѣдко пилы. Во всякомъ случаѣ бываетъ необходимо имѣть по крайней мѣрѣ по парѣ ножницъ, скальпелей и пинцетовъ, притомъ различной величины. Описаніе, здѣсь, конечно, излишне. Необходимо только одно чтобы рѣжущіе инструменты были остры, рѣзали, а не мяли или рвали ткани.—Пинцеты по мѣрѣ возможности должны быть мягкими и имѣть очень мелкія зазубрины на внутренней сторонѣ своихъ вѣтвей.

Очень нужными и важными при микроскопической препаровкѣ инстументами являются иглы и шпатели или лопаточки. Нерѣдко вставляютъ обыкновенныя швейныя иглы въ ручки или держатели и пользуются ими для разщипыванія препаратовъ. Такой инструментъ, однако, плохъ и съ нимъ трудно достичь желаемой цѣли. Превосходно могутъ служить т. наз. гравировальныя иглы. Онѣ имѣютъ видъ карандаша, гдѣ

вмѣсто стержня изъ графита вставлена игла лучшей стали. Такой карандашъ очиниваютъ правильнымъ длиннымъ конусомъ ($1^1/_2$—2 с.) и обтачиваютъ иглу на точильномъ камнѣ. Она можетъ быть заострена такъ, что при увеличеніи въ 150—200 разъ еще будетъ видно тонкое остріе. Нужны обычно два номера этихъ иголъ 2-й и 3-й. Иглы могутъ служить много лѣтъ. Необходимо также имѣть иглы въ формѣ копья, чтобы отрѣзать или отсѣкать подъ лупой мелкія части.—Шпатели (фиг. 41) служатъ для того, чтобы переносить разрѣзы изъ одной жидкости въ другую, или на предметное стекло. Ихъ нужно имѣть двѣ три штуки разной величины, смотря по величинѣ разрѣзовъ. Шпатели должны быть никкелированы, чтобы не подвергаться разъѣдающему дѣйствію реактивовъ. Для изготовленія разрѣзовъ необходимо имѣть одну—двѣ бритвы.

Фиг. 41. Различные шпатели для вынимания разрѣзовъ изъ краски, алкоголя, просвѣтляющаго масла.

Нерѣдко продаютъ бритвы съ одной плоской и другой вогнутой стороной, какъ особенно пригодныя для такихъ разрѣзовъ. Надобно избѣгать покупать такія бритвы. Ихъ почти невозможно наточить, когда они затупятся, безъ того, чтобы не свернуть лезвіе на сторону. Нужны самыя обыкновенныя хорошія бритвы, съ одинаково вышлифованными сторонами и обухомъ, сравнительно съ лезвіемъ толстымъ. Бритва не должна быть очень твердой стали, чтобы ее легко было самому точить. Для точки бритвъ нуженъ камень и ремень для

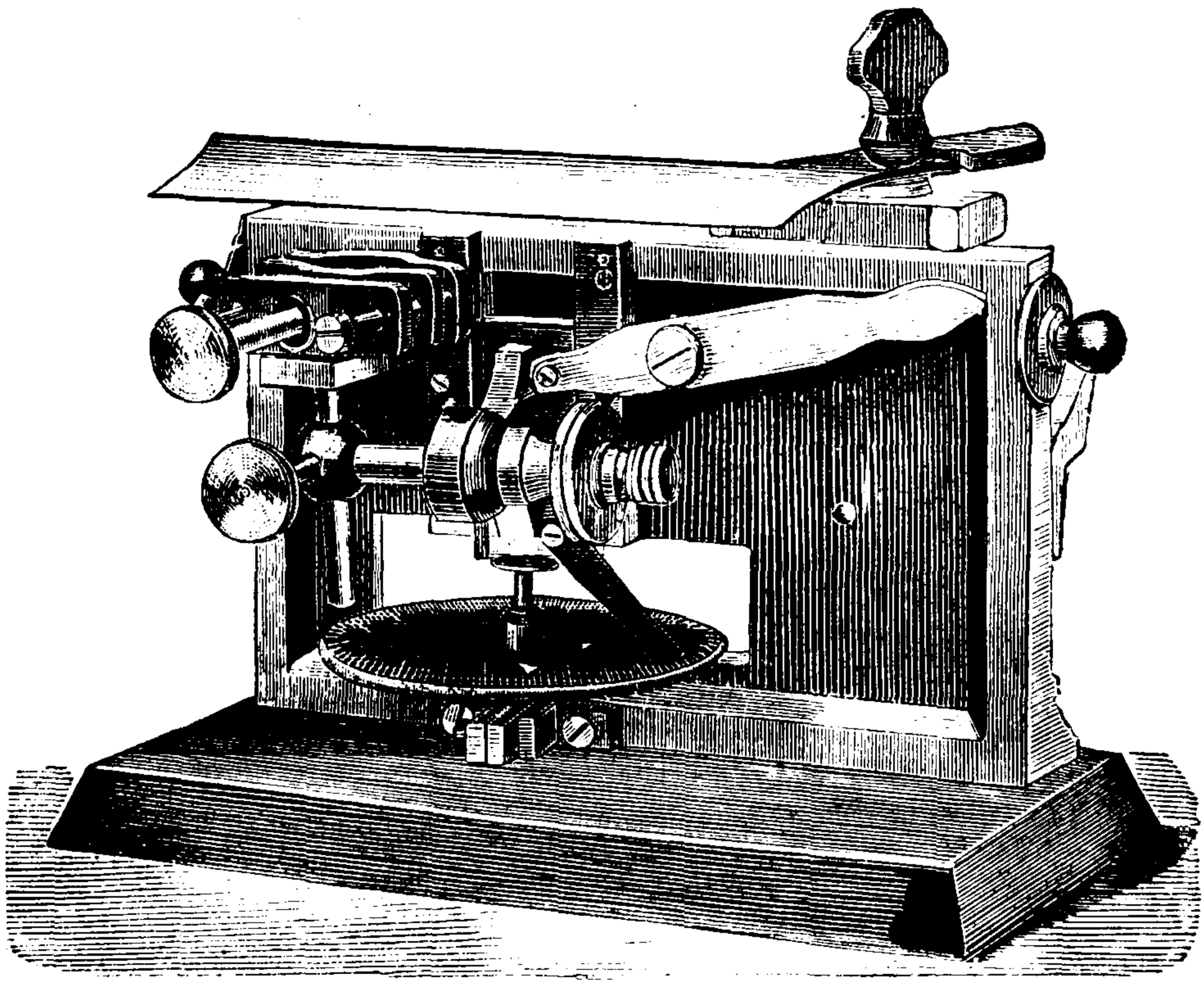
правки ихъ. [1]) Кромѣ того требуется цилиндрическій сосудъ со спиртомъ, чтобы окунать въ него бритву передъ тѣмъ какъ дѣлать разрѣзы, ибо къ сухой бритвѣ разрѣзы прилипаютъ и рвутся. Чтобы дѣлать разрѣзы бритвой отъ руки, поступаютъ такъ. Садятся передъ столомъ, въ лѣвую руку берутъ кусокъ, изъ котораго надлежитъ изготовить разрѣзы и зажимаютъ его между большимъ и указательнымъ пальцемъ; въ правую руку берутъ бритву, ея ручку зажимаютъ въ ладонь, а тупую часть клинка—между большимъ и указательнымъ

---

[1]) Умѣнье точить и править бритвы достигается лишь путемъ навыка. Бритва кладется плашмя на покрытый деревяннымъ масломъ или глицериномъ точильный камень и ее ведутъ остріемъ впередъ по поверхности камня въ косомъ направленіи, такъ чтобы все лезвіе прошло по этой поверхности. Когда доходятъ до конца камня, бритву поворачиваютъ на обухѣ и ведутъ опять остріемъ впередъ въ обратномъ направленіи, такъ повторяютъ пока бритва не станетъ острой. Вся трудность заключается въ томъ, чтобы при веденіи острія по камню отнюдь не нажимать сильно на бритву и вести ровно и правильно лезвіе ея по поверхности камня. У насъ въ продажѣ имѣются два сорта точильныхъ камней: одинъ состоитъ изъ двухъ наслоенныхъ другъ на друга частей желтоватой и черной, изъ нихъ употребляется для точки первая; другой состоитъ изъ бѣлой очень твердой похожей на мраморъ массы (т. наз. арканзасъ); послѣдніе камни значительно дороже и очень хороши, если только точатъ, чего на нѣкоторыхъ изъ нихъ нельзя добиться. Для такихъ камней лучше всего сдѣлать по размѣру ихъ плоскія жестянки и держать ихъ тамъ въ маслѣ.—Правятъ бритвы на особыхъ «ремняхъ» натянутыхъ на деревянной колодкѣ, или лучше на особомъ станкѣ изъ толстой желѣзной проволоки. Ремень намазанъ мазью заключающей въ себѣ окись желѣза или шмиргеля. Бритву кладутъ плашмя на ремень и, прижимая ее къ послѣднему, водятъ обухомъ впередъ, поворачивая на обухѣ, когда доходятъ до конца ремня. Цѣль правки бритвъ заключается въ томъ, чтобы изгладить всѣ неровности оставшіеся послѣ точки.—Камни и ремни отнюдь не должны быть очень узки. Камень долженъ имѣть не менѣе 6—8 сантим. ширины и сант. 15—20 длины. При неумѣньи точить лучше всего направлять бритвы въ спеціальныя заведенія для точки. Править бритвы легко и этому научаются быстро всѣ.

пальцемъ и, держа бритву плашмя, обрѣзаютъ однимъ движеніемъ край куска, чтобы получить ровную поверхность. Окунаютъ бритву въ сосудъ со спиртомъ, прикладываютъ мокрую бритву плашмя къ поверхности куска и ровнымъ тянущимъ движеніемъ на себя отрѣзаютъ возможно тонкую и широкую пластинку, смотря при этомъ за тѣмъ чтобы лезвіе бритвы просвѣчивало ясно сквозь разрѣзъ. При нѣкоторомъ навыкѣ легко удаеться дѣлать очень тонкіе разрѣзы даже изъ очень мягкихъ препаратовъ. Это бываетъ очень нужно во первыхъ потому, что далеко не всегда можно имѣть машину для разрѣзовъ, микротомъ; а во вторыхъ и потому, что для машинныхъ разрѣзовъ, какъ можно видѣть изъ послѣдующаго изложенія, требуется обычно такая предварительная обработка, которая измѣняетъ и уродуетъ структуру препарата. Рѣзанье же отъ руки позволяетъ совершенно обойтись безъ такой обработки.—Для успѣха нужна очень острая бритва съ достаточно широкимъ лезвіемъ; важно также чтобы не дрожали руки, для чего надобно умѣть принимать правильную позу при рѣзаніи: локти надобно «класть на столъ», препаратъ держать твердо и бритву вести ровно, главнымъ образомъ, однимъ движеніемъ кисти. Лучше всего напрактиковаться на довольно твердыхъ препаратахъ (кусокъ пробки, кусокъ вареной или затвержденой въ спиртѣ печени, кусокъ свѣжаго картофеля и т. д.) и потомъ переходить къ болѣе мягкимъ. Если кусочекъ для препарата очень малъ или нѣженъ, то всего лучше помѣстить его въ гнѣздо сдѣланное въ кусочкѣ уплотненной печени, кубикѣ изъ картофелины и рѣзать ихъ вмѣстѣ.—Для приготовленія разрѣзовъ въ настоящее время въ очень большомъ ходу особыя машины, т. наз. микротомы, о которыхъ уже упоминалась нѣсколькими строками выше. Въ настоящее время ихъ имѣется очень много различныхъ системъ,

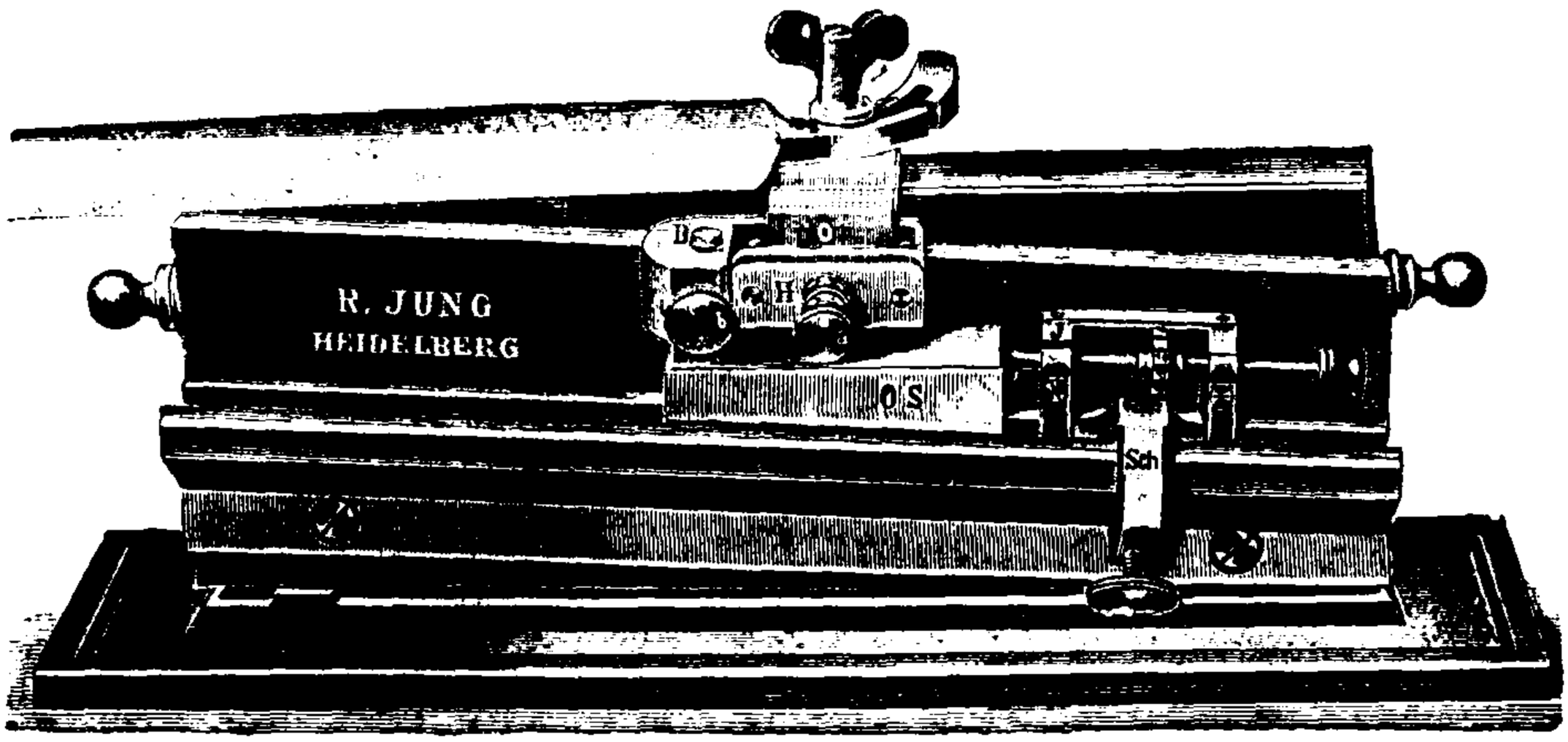
описывать которыя здѣсь нѣтъ возможности, тѣмъ болѣе что многіе микротомы имѣютъ совершенно спеціальныя назначенія. Обычно въ ходу два типа микротомовъ, относительно не дорогихъ и позволяющихъ довольно разнообразное примѣненіе. Въ однихъ препаратъ поднимается вертикально кверху при помощи ми-



Фиг. 42. Микротомъ по системѣ Вейгерта. съ микрометрическимъ подъемнымъ винтомъ; наиболѣе простой типъ.

крометрическаго винта (см. фиг. 42); въ другихъ тоже самое достигается перемѣщеніемъ препарата на особой колодкѣ по наклонной плоскости. (см. фиг. 43). Въ томъ и другомъ типѣ ножъ ходитъ горизонтально на тяжелой колодкѣ въ пазу по особымъ рельсамъ, къ которымъ колодка должна быть очень точно пришлифована. При помощи сложной системы винтовъ и рычаговъ

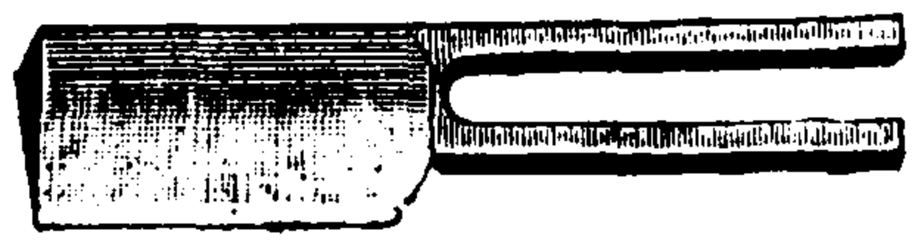
препарату, обычно приклеенному къ деревяшкѣ или кубику изъ ксилолита (фибры) можетъ быть данъ любой наклонъ и онъ легко можетъ быть переведенъ изъ одного положенія въ другое Нерѣдко бываютъ различно устроенныя державки для препаратовъ, которыя могутъ быть прикупаемы отдѣльно. Обычно требуется два сорта державокъ: однѣ, предназначенныя для препаратовъ, пропитанныхъ парафиномъ, имѣютъ видъ грибка; къ шляпѣ грибка припаивается кубикъ



Фиг. 43. Салазочный микротомъ Юнга, пригодный для разрѣзанія препаратовъ задѣланныхъ въ любыя среды. H — клемма для препарата на ея колодкѣ (OS); Seh—микрометрическій винтъ для передвиженія препарата, отсчитыванія толщины разрѣзовъ.

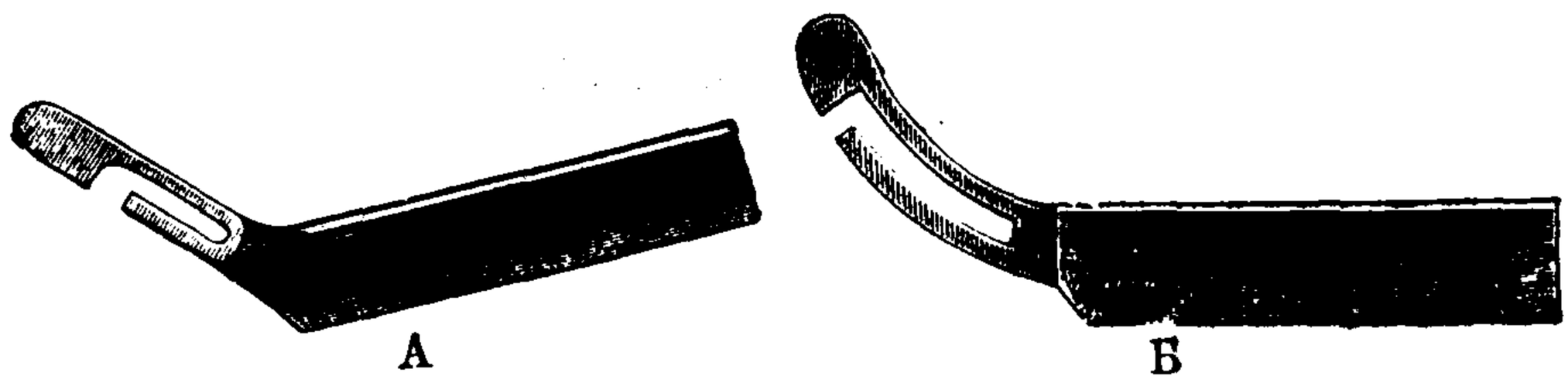
парафина, съ заключеннымъ въ немъ препаратомъ;— другія—въ общемъ имѣютъ видъ тисковъ, различно устроенныхъ, куда ущемляется также обычно приклеенный на деревянномъ кубикѣ кусокъ или ничѣмъ не пропитанный, или же пропитанный целлоидиномъ, парафиномъ, клеемъ и т. п.—Подъемъ препарата для рѣзанія тонкихъ пластинокъ регулируется очень точно при помощи различно устроенныхъ приспособленій. Обычно при этомъ производится установка на опредѣленную толщину разрѣза, а особый защелкивающійся

аппаратикъ на слухъ отмѣчаетъ, когда препаратъ поднятъ достаточно для разрѣза. Такимъ образомъ можно устанавливать очень легко толщины разрѣзовъ отъ 1—2 μ. до 15—20 μ. и болѣе.



Фиг. 44. Ножъ Генкинга для парафиновыхъ срѣзовъ.

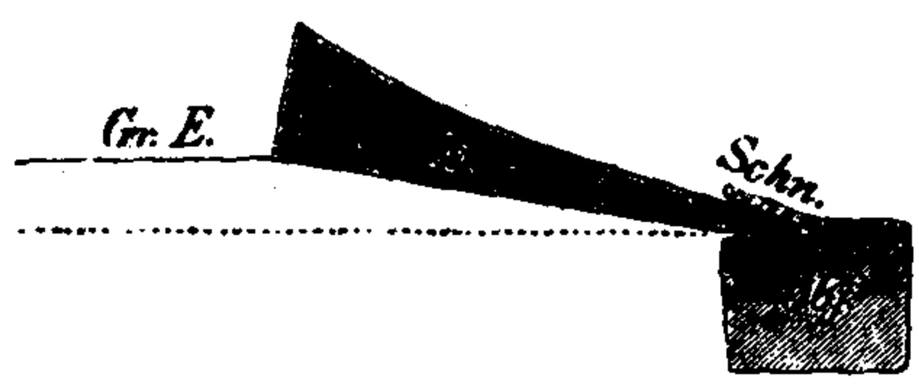
Очень важную роль при употребленіи микротомовъ играютъ ножи. Они бываютъ различной величины и формы, смотря по своему назначенію. Большіе ножи требуются или для приготовленія очень большихъ разрѣзовъ, или же (при поперечномъ положеніи ножа) для замѣны затупившагося мѣста лезвія другимъ болѣе острымъ, простымъ передвиженіемъ въ грифѣ. Обычно употребляютъ два разныхъ рода ножей — одни для парафиновыхъ препаратовъ, другіе для рѣзанія препаратовъ заключенныхъ въ целлоидинъ, или ни въ чемъ не заклю-



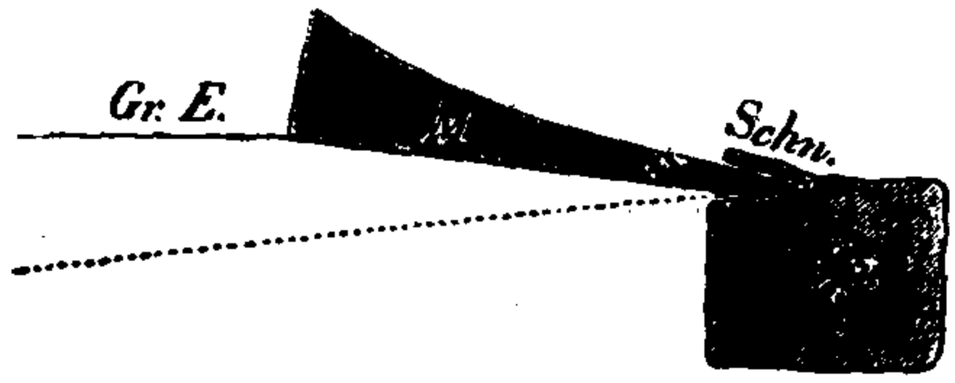
Фиг. 45. Ножи для микротома: А—Вейгертовская форма, обѣ стороны вогнуты. Б — Гейдельберская форма одна сторона вогнутая — верхняя, другая плоская—нижняя.

ченныхъ, причемъ ножъ смачивается при рѣзаніи спиртомъ. — Парафиновый ножъ имѣетъ въ поперечномъ сѣченіи видъ остраго клина. Изъ ножей этого типа особенно удобенъ и сравнительно дешевъ ножъ Генкинга, изображенный на фиг. 44. Ножи для целлоидина вышлифованы поло или съ обѣихъ сторонъ, или только сверху, а другая поверхность плоская (Вейгертовская и Гейдельбергская форма); та и другая формы одинаково пригодны. Обычно бываетъ нуженъ ножъ

съ клинкомъ длиною около 10—15 сант.—Для рѣзанія препаратовъ, заключенныхъ въ целлоидинъ, мокрой бритвой, или же препаратовъ ничѣмъ не пропитанныхъ ножъ ставятъ очень косо, чтобы онъ проходилъ черезъ препаратъ «тянущимъ» движеніемъ вродѣ того какъ проходитъ бритва при разрѣзахъ рукой. Парафинный ножъ становится прямо поперекъ, причемъ лезвіе его должно быть установлено параллельно ребру парафинаго блока, для того чтобы разрѣзы образовывали правильную ленту, удобную для наклейки. Приготовленіе разрѣзовъ на микротомѣ требуетъ все-таки достаточнаго навыка и у начинающихъ нерѣдко работа на микротомѣ не ладится. Для успѣха работы необходимо



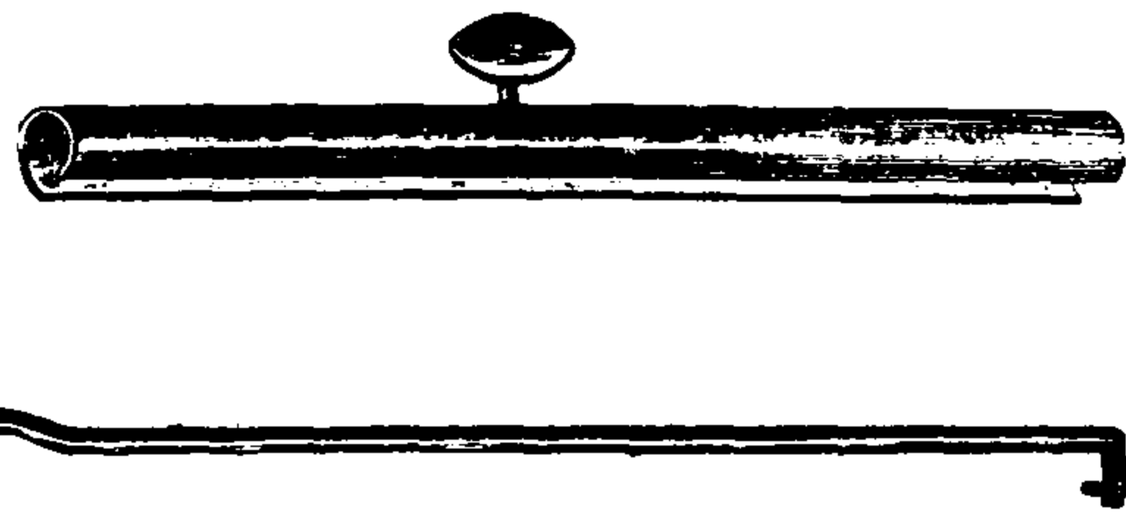
Фиг. 46. Правильное положеніе фасетокъ лезвія ножа паралельно поверхности Gr E, въ которой движется ножъ на микротомѣ.



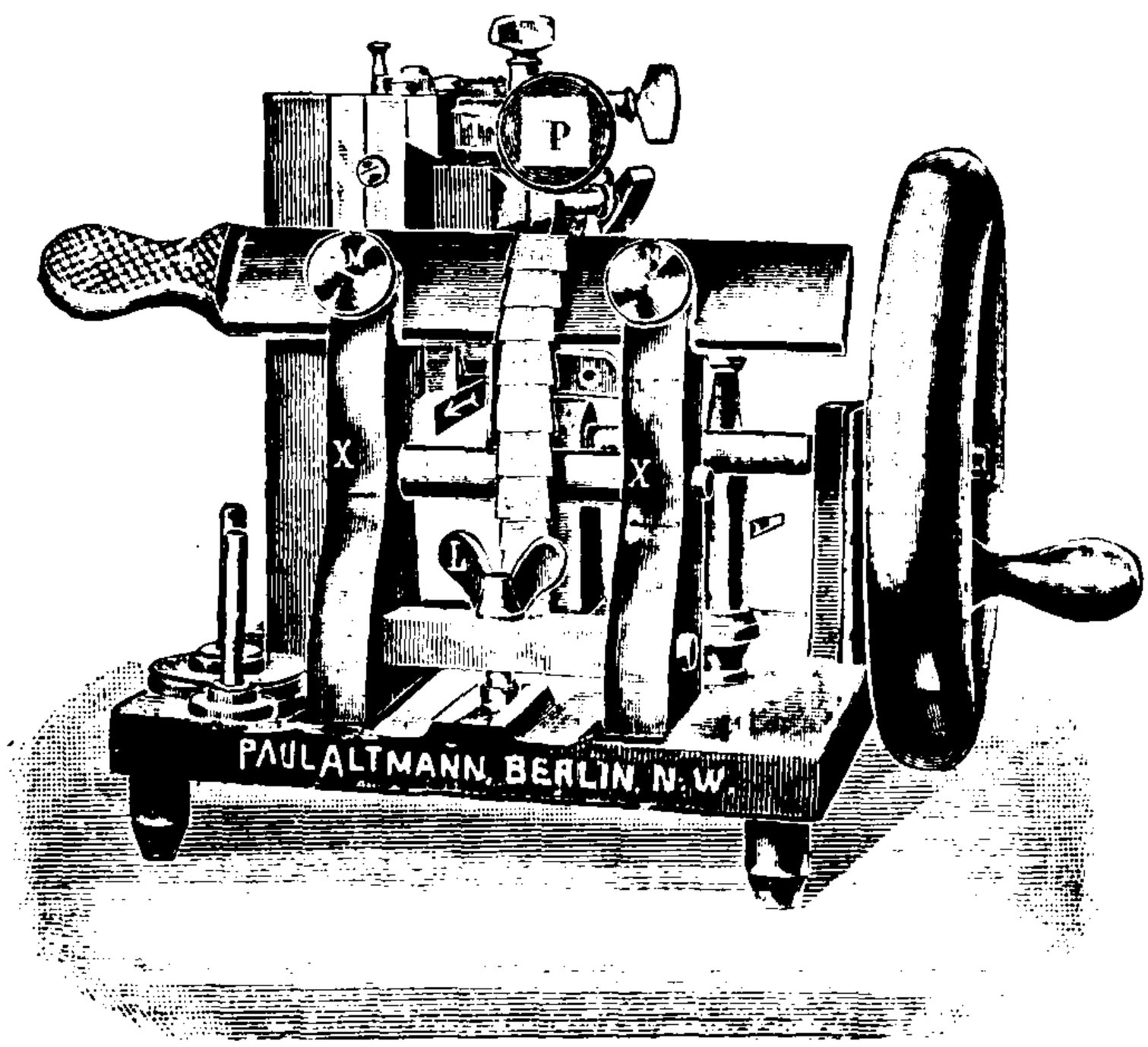
Фиг. 47. Неправильное положеніе ножа при рѣзаніи на микротомѣ. Фасетки лезвія образуютъ уголъ съ поверхностью Gr E, въ которой движется ножъ.

очень тщательно и правильно установить всѣ части въ микротомѣ. Микрометрическій винтъ и рельсы должны быть смазаны хорошимъ машиннымъ масломъ, или лучше жидкимъ вазелиномъ. Препаратъ долженъ быть очень крѣпко зажатъ и винты его держащіе затянуты; парафиновый блокъ возможно правильно обрѣзанъ въ видѣ кубика; ножъ долженъ быть остеръ и уставленъ подъ подходящимъ угломъ. Главное же ножу долженъ быть данъ надлежащій наклонъ и плоскость, въ которой ходитъ ножъ должна быть параллельна нижней фасеткѣ его лезвія, такъ какъ это представлено на фиг. 46, заимствованной у Шиффердекера. При положеніи фиг. 47 ножъ будетъ рѣзать очень плохо, или только мять пре-

паратъ. Для того чтобы дать ножу надлежащій наклонъ можно подкладывать подъ него на мѣстѣ прикрѣпленія листки бумаги, или металлическія пластинки, но всего лучше при покупкѣ микротома пріобрѣтать и такую державку, при помощи которой наклонъ ножа легко мѣнять и закрѣплять его въ надлежащемъ положеніи. — За ножами микротома требуется очень тщательный уходъ. Послѣ работы ихъ надобно старательно вытирать и



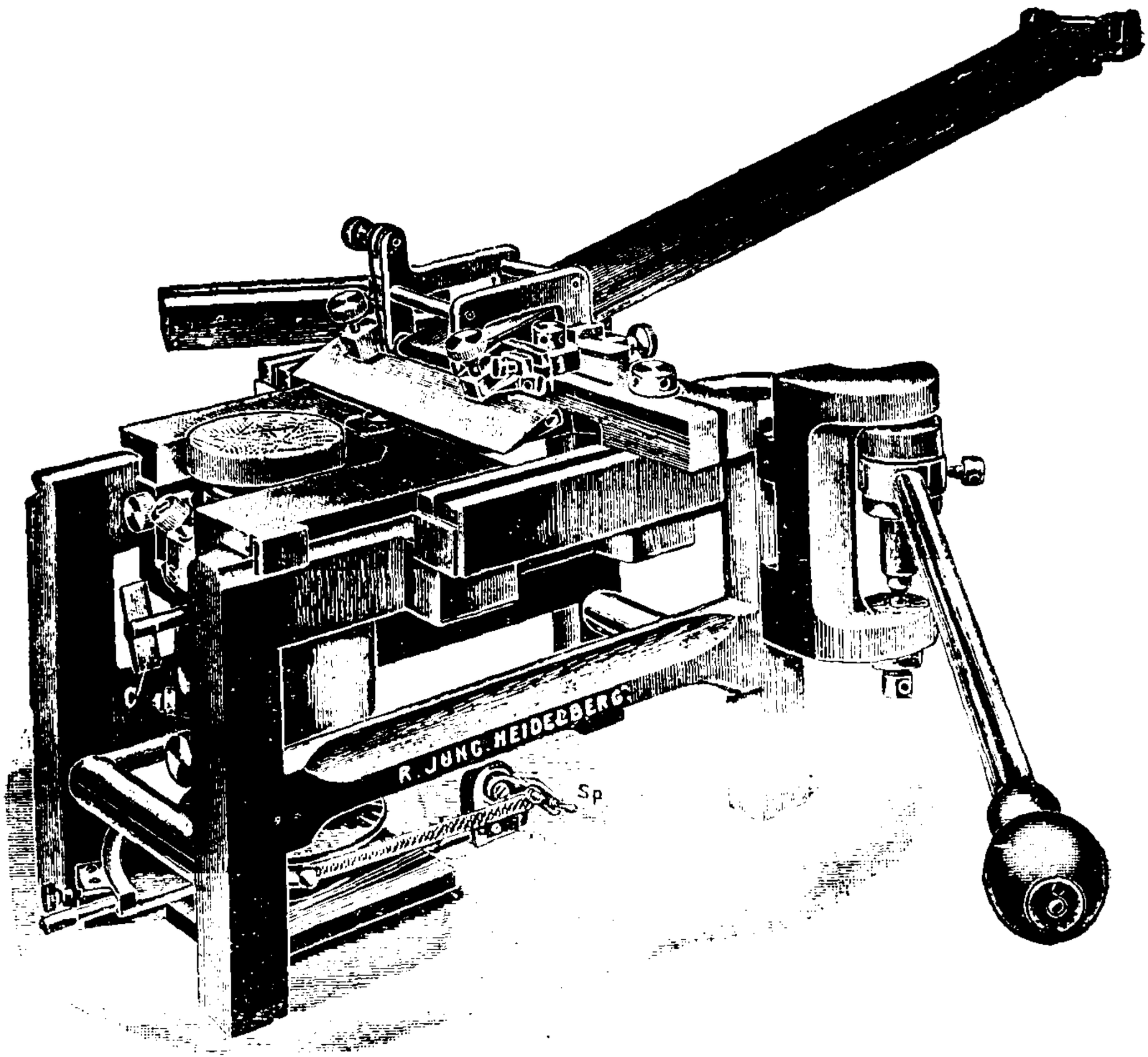
Фиг. 48. Приборы для точки микротомныхъ ножей (обухи).



Фиг. 49. Микротомъ по системѣ Майнота для тонкихъ парафиновыхъ срѣзовъ.

выправить на ремнѣ. Для точки и правки требуется непремѣнно имѣть особые, надѣвающіеся на нихъ, обухи, которые при этихъ манипуляціяхъ не давали бы ска-

шиваться и измѣняться въ очертаніяхъ лезвію. Лучше точку поручать опытному мастеру, чѣмъ производить самому. Способъ точки совершенно такой же, какъ и обыкновенныхъ бритвъ. Въ настоящее время для приготовленія особо тонкихъ или большихъ разрѣзовъ и притомъ безъ пропусковъ употребляютъ микротомы,

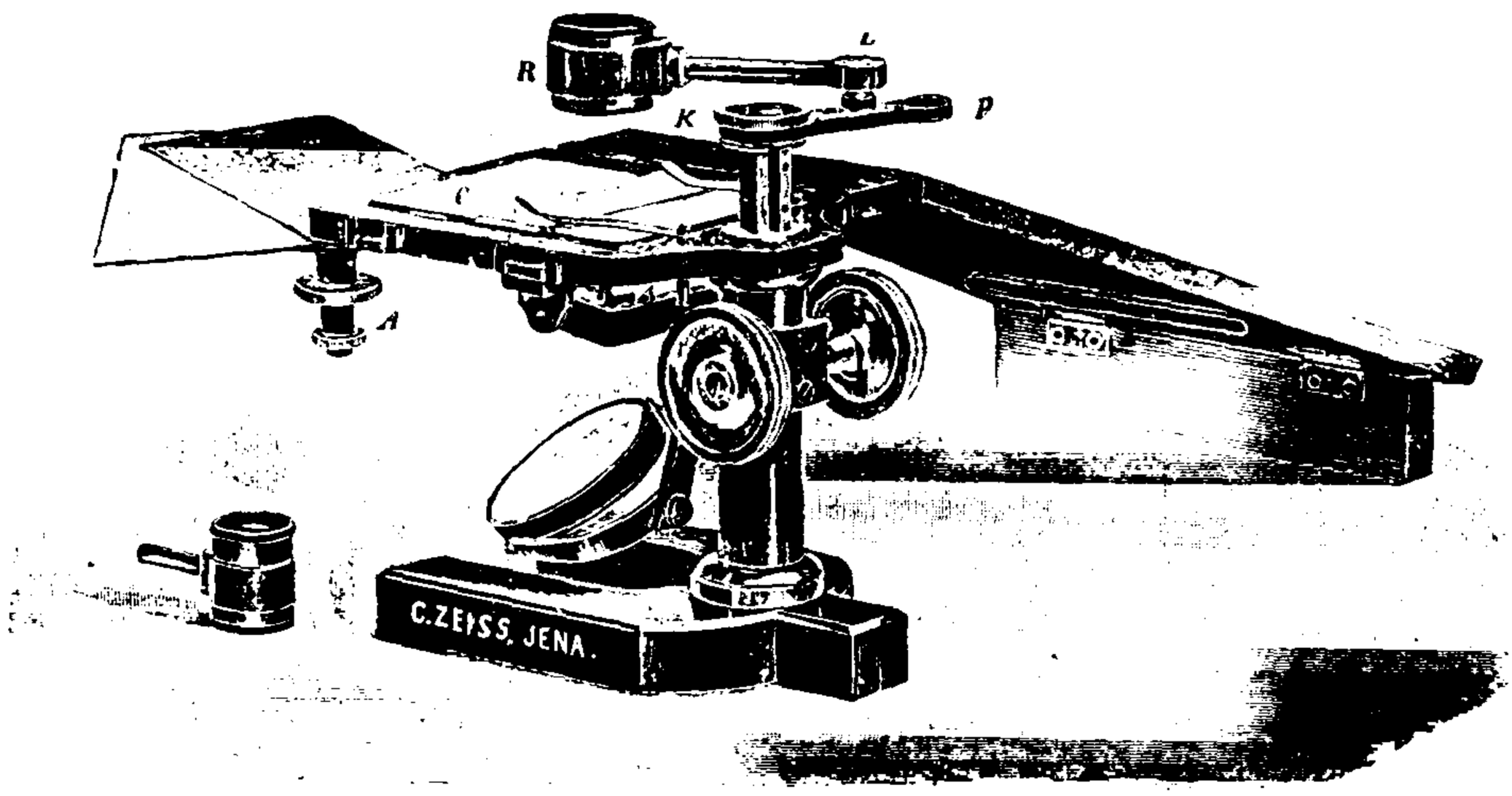


Фиг. 50. Микротомъ т. наз. тетрандеръ Р. Юнга.

въ которыхъ ножъ закрѣпленъ прочно винтами на мѣстѣ, а препаратъ надвигается на него. Не описывая здѣсь такихъ микротомовъ приведемъ лишь изображеніе нѣкоторыхъ изъ нихъ. Рокингъ, устроенный очень просто, крайне удобенъ тѣмъ, что позволяетъ употреблять обыкновенныя бритвы и изготовлять очень тонкіе разрѣзы Пригоденъ, однако, только для парафиновыхъ

срѣзовъ. Микротомъ Майнота даетъ очень легко непрерывныя очень тонкія серіи разрѣзовъ, главнымъ образомъ, то-же парафиновыхъ. Тетрандеръ Юнга позволяетъ дѣлать очень большіе и тонкіе разрѣзы, даже изъ очень твердыхъ препаратовъ. Пригоденъ для целлоидиновыхъ (сухихъ) и для парафиновыхъ препаратовъ.

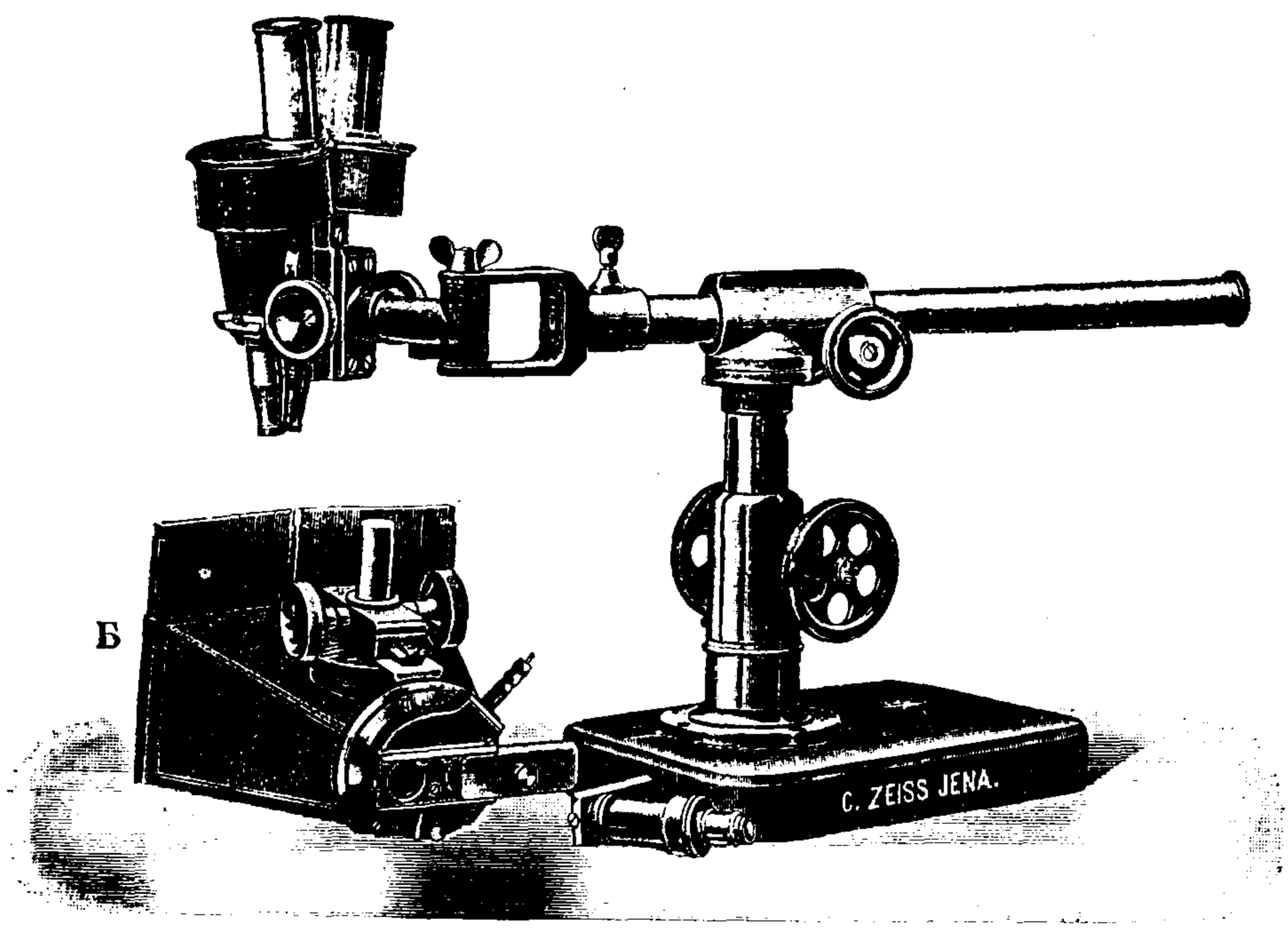
Къ числу приборовъ, безъ которыхъ трудно обойтись при изготовленіи микроскопическихъ препаратовъ,



Фиг. 51. Препаровальный стативъ по П. Мейеру фабрики Цейсса. Въ вырѣзъ квадратнаго стола вкладывается зеркальное стекло, подъ которое при помощи гайки *A* можно подвести бѣлую или черную пластинки. *R* лупа.

относятся *препаровальныя лупы и препаровальные микроскопы*. Въ своей простѣйшей формѣ такая лупа представляетъ собою двояко выпуклую линзу цѣлесообразно прикрѣпленную къ стативу, позволяющему давать ей разнообразное положеніе. Такая лупа должна имѣть достаточно длинный фокусъ, для того чтобы подъ нею можно было съ удобствомъ оперировать иглами при разщипываніи или ножницами и пинцетомъ при разсѣченіи какого либо небольшаго органа или даже животнаго. Обыкновенно теперь вмѣсто про-

стыхъ лупъ употребляютъ сложныя (лупы Штейнгеля, Брюкке и т. д.), помѣщаемыя иногда въ довольно сложные штативы, какъ напр. штативъ Цейсса (по П. Мейеру), изображенный на фиг. 51. Здѣсь можно примѣнять различныя увеличенія и освѣщеніе, въ проходящемъ и падающемъ свѣтѣ. Аппаратъ довольно дорогъ и для многихъ цѣлей имѣетъ черезъ чуръ ко-

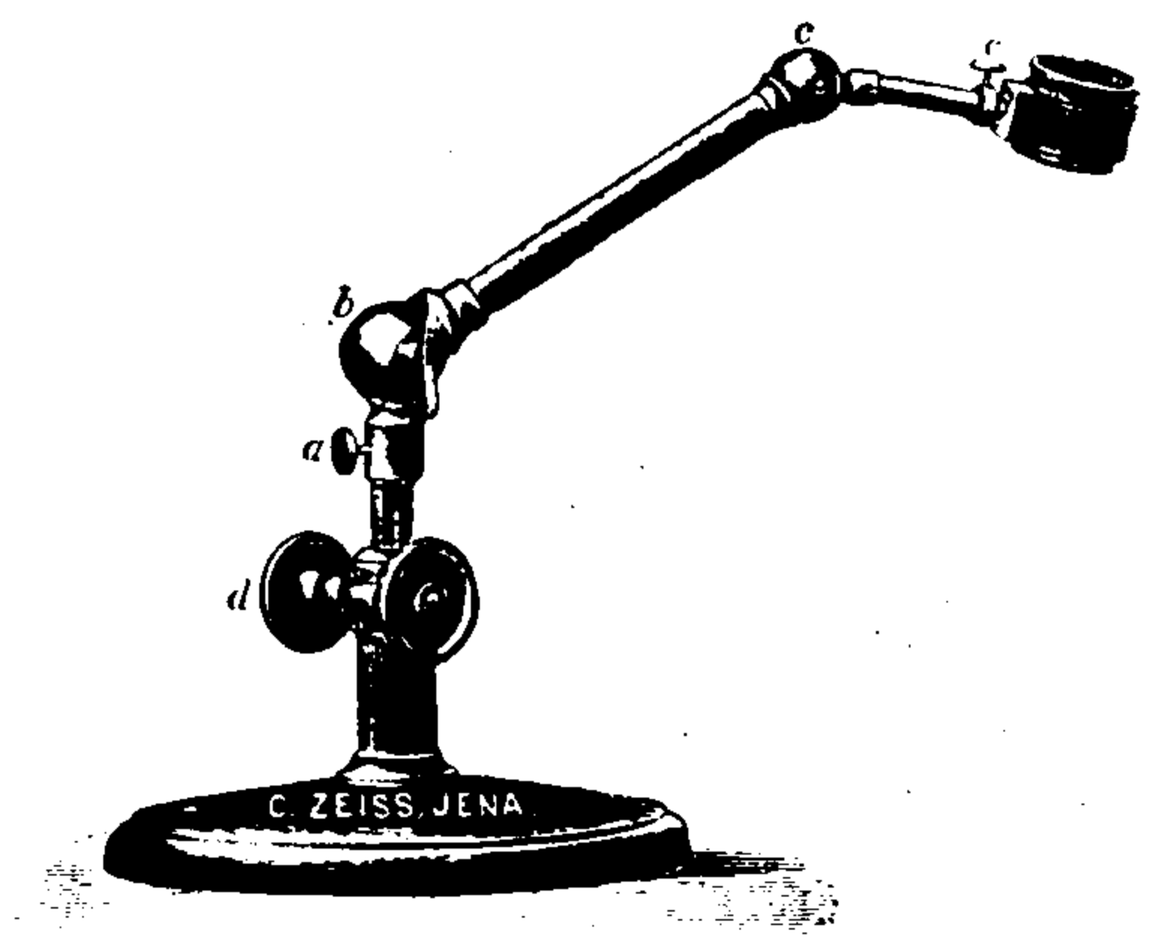


Фиг. 52. Препаровальный штативъ Цейсса (по Броусъ-Дрюнеру). Труба вращается во всѣ стороны, почему можно разсматривать большіе предметы. Вмѣсто микроскопа къ штативу можно прикрѣпить фотографическую камеру (Б).

роткій фокусъ. Удобнѣе его во многихъ отношеніяхъ лупа Брюкке при хорошемъ штативѣ. У нея длинный фокусъ, позволяющій производить подъ нею весьма различныя манипуляціи; сдвигая и раздвигая ее, можно получать цѣлую скалу различныхъ увеличеній (до 12—15 разъ). Очень хорошъ для болѣе тонкихъ препаратовъ бинокулярный препаровальный микроскопъ Цейсса,

дающій вполнѣ тѣлесное изображеніе, см. фиг. 52. Къ сожалѣнію онъ очень дорогъ.

Обратимся теперь къ обзору тѣхъ пріемовъ, которые употребляются въ настоящее время для изготовленія микроскопическихъ препаратовъ. Пріемы эти разработаны въ очень сложную систему техники, относительно которой здѣсь можно будетъ ограничиться приведеніемъ лишь самаго существеннаго. Только въ сравнительно рѣдкихъ случаяхъ приходится изслѣдовать части животныхъ и растеній въ ихъ свѣжемъ видѣ, обыкновенно надобно, какъ говорятъ, зафиксировать эти части въ ихъ строеніи, т. е. подвергнуть ихъ дѣйствію тѣхъ или иныхъ химическихъ реактивовъ, которые сдѣлали бы неизмѣняемыми въ ихъ формѣ тѣ или иныя части, входящія въ составъ ихъ. Фиксированныя части должны быть уплотнены, т. е. сдѣланы настолько твердыми, чтобы можно было ихъ или разщипывать, или изготовлять изъ нихъ разрѣзы.—Большую роль играетъ окрашиваніе препарата. Прибѣгая къ окрашиванію, можно выдѣлять яснѣе въ препаратѣ однѣ части по сравненію съ другими и такимъ образомъ дѣлать препараты во много разъ нагляднѣе и болѣе доступными пониманію. — Въ заключеніе препаратъ долженъ быть сдѣланъ постояннымъ, т. е. такимъ, чтобы его можно было сохранять долгое время. Со всѣми подобными пріемами и надлежитъ ознакомиться въ нижеслѣдующихъ строкахъ.



Фиг. 53. Стативъ для лупъ Цейсса.

Для изслѣдованія живыхъ простѣйшихъ организмовъ пользуются той водой или той средой, въ которой они живутъ. Берутъ каплю воды съ живущими въ ней инфузоріями или другими микроорганизмами, помѣщаютъ на предметное стекло, покрываютъ сверху покровнымъ стеклышкомъ, подложивши подъ него, если надо песчинку или кусочекъ того же стеклышка, чтобы не раздавить мельчайшія существа въ каплѣ—и препаратъ готовъ. Для изслѣдованія свѣжихъ тканей многоклѣточныхъ животныхъ такой способъ совершенно не годится: вода немедленно разрушила бы ихъ ткани. Употребляютъ въ такихъ случаяхъ такъ наз. *индифферентныя жидкости*. Этими жидкостями теперь называютъ такія, осмотическій обмѣнъ между которыми и тканями либо происходитъ крайне медленно, либо совершается съ одинаковой быстротой изъ ткани въ жидкость и обратно (*изотоническія жидкости*).

Кромѣ того такія жидкости не должны сколько нибудь замѣтно вліять химически. Сюда относится прежде всего кровяная сыворотка того животнаго, чьи ткани изслѣдуются. Ее можно получить, подвергнувши центрофугированію свернувшуюся кровь. Пригодна также околоплодная жидкость, которую отъ овецъ, коровъ и свиней можно добывать на бойняхъ. Къ ней можно прибавлять іода до цвѣта чая (іодистая сыворотка М. Шультце). Проще всего, однако, брать водянистыя влаги глаза, выпуская ихъ въ часовое стеклышко изъ разрѣзаннаго глаза, или вытягивая ихъ шприцемъ. Можно также вынуть стекловидное тѣло, растереть его стеклянной палочкой въ часовомъ стеклѣ и помѣщать ткани въ капли полученной жидкости.—Изъ искусственныхъ жидкостей наиболѣе просто получить физіологическій растворъ поваренной соли въ дестиллированной водѣ. Для позвоночныхъ онъ долженъ заклю-

чать отъ 0,5 до 0,9% чистой соли. [1]) Еще болѣе пригоденъ растворъ Рингера-Кулябко, содержащій въ себѣ 8,0 грамм. поваренной соли, 0,2 гр. *KCl*, 0,2 гр. *Na HCO*$_3$ и 0,2 гр. *Ca Cl*$_2$ на литръ совершенно чистой дестиллированной воды.

Если наблюденія надъ живыми клѣтками или тканями требуется производить продолжительное время, то удобнѣе всего устроить *влажную камеру, или же наз. висячую каплю*, что можетъ быть достигнуто весьма различными способами. Къ угламъ покровнаго стеклышка приклеиваютъ по восковой маленькой ножкѣ, на середину стекла кладутъ каплю жидкости съ клѣтками или частями тканей и ставятъ все на предметное стекло. Можно вырѣзать рамку изъ пропускной бумаги, промыть ее

Фиг. 54 и 55. Влажныя камеры.

перегнанной водой, помѣстить на предметномъ стеклѣ, въ середину рамки положить каплю жидкости съ клѣтками или микроорганизмами и затѣмъ покрыть все покровнымъ стекломъ. Черезъ подобную камеру легко пропускать токъ индиферентной жидкости; стоитъ только къ одному краю покровнаго стеклышка приложить полоску пропускной бумаги, а на другой—помѣстить каплю той же жидкости, какъ образуется постоянный токъ, который не трудно поддерживать. Продаются предметныя стекла съ вышлифованными въ нихъ углубленіями (фиг. 54, 55.), приклеенными колечками и т. п., на которыя накладывается покровное стекло

[1]) Правильно подобрать растворъ соли можно помѣщая въ него каплю крови. Если красныя тѣльца не мѣняются—растворъ изотониченъ и годенъ; если набухаютъ—гипотониченъ и долженъ быть усиленъ; въ гипертоническомъ, тѣльца сжимаются, и растворъ надо разбавить.

съ каплей жидкости. Въ подобныхъ влажныхъ камерахъ, которыя могутъ быть весьма различно безъ труда видоизмѣняемы соотвѣтственно той или другой цѣли, легко выводить культуры бактерій, инфузорій, или даже тканей позвоночныхъ животныхъ. Для послѣдней цѣли требуется только устроить возможность пропускать токъ питающей жидкости (сыворотка) черезъ культуру и не давать ей загрязниться бактеріями.

Остановимся немного на мацерирующихъ, или размачивающихъ, жидкостяхъ, цѣль употребленія которыхъ заключается въ томъ, чтобы можно было безъ труда изолировать другъ отъ друга отдѣльныя клѣтки или другія составныя части тканей. Очень хорошимъ средствомъ для этого служитъ *алкоголь въ треть Ранвье* (1 ч. алког. 90° на 2 ч. воды) и *смѣсь Шиффердеккера:* 1 объемъ метиловаго спирта, 10 объемовъ глицерина и 20 воды. Особенно пригодны эти смѣси для различныхъ эпителіевъ, ретины и вещества мозга. Черезъ сутки обычно очень легко удается расщипываніе иглами. Очень пригодны для быстрой изоляціи (нѣсколько минутъ) крѣпкіе *растворы ѣдкаго кали или натра*— 50% для растительныхъ объектовъ, 30—40% (для мышцъ). Распавшіяся части изслѣдуются въ той же жидкости, при чемъ надобно очень остерегаться, чтобы не замочить ею объектива микроскопа. Для изоляціи клѣтокъ волосъ и ногтей требуется во всякомъ случаѣ отъ нѣсколькихъ часовъ до двухъ-трехъ дней. Для изоляціи частей, въ которыхъ находится много волокнистой соединительной ткани очень пригодны *азотная и соляная кислота* въ 20% растворѣ (часовъ 10—12). При помощи 2% воднаго раствора *сѣрной кислоты* удается хорошо изолировать эпителіи, нервныя клѣтки и эпителіи органовъ чувствъ. При употребленіи мацерирующихъ смѣсей не надобно брать много жидкости.

Обычно на кусокъ величиною въ горошину приходится брать 15—20 куб. сант. раствора.

Обратное надобно сказать про употребленіе *фиксирующихъ жидкостей*. Здѣсь нерѣдко приходится брать разъ въ 50 больше жидкости, чѣмъ объемъ фиксируемаго куска. Большинство такихъ жидкостей очень медленно проникаетъ внутрь тканей и органовъ и потому надобно принять за правило брать очень небольшіе кусочки. Кусочекъ, сторона коего равна 1-му сантиметру, уже великъ. Надобно брать части возможно свѣжими отъ только что убитыхъ животныхъ. Поэтому человѣческій матеріалъ въ большинствѣ случаевъ очень мало пригоденъ. Относительно продолжительности фиксаціи нельзя дать никакихъ совершенно опредѣленныхъ правилъ, такъ какъ разныя жидкости требуютъ весьма различнаго времени, отъ нѣсколькихъ минутъ (осміева кислота) до нѣсколькихъ дней (Мюллеровская жидкость). Послѣ фиксаціи обыкновенно надобно промыть хорошо препаратъ водой, дабы онъ хорошо красился. Для этого или нѣсколько разъ перемѣняютъ воду въ банкѣ съ препаратомъ, или лучше ставятъ эту банку подъ кранъ водопровода и пускаютъ воду течь болѣе или менѣе продолжительное время. За фиксаціей слѣдуетъ нерѣдко *уплотненіе препарата*, если онъ остается мягкимъ. Для уплотненія обычно употребляется спиртъ, причемъ нѣжные или богатые водою препараты должны быть переводимы постепенно изъ болѣе слабаго въ спиртъ все болѣе крѣпкій, иначе они сожмутся и съежаться.

Довольно часто употребляется для фиксаціи и одновременнаго уплотненія обыкновенный спиртъ или *этильный алкоголь* ($C_2 H_5 OH$) въ растворахъ различной крѣпости отъ 70% и болѣе. Онъ быстро проникаетъ вглубь ткани, и уплотняетъ ткани, отнимая у нихъ воду.

При долгомъ храненіи въ немъ рѣзко уменьшается способность къ окраскѣ, поэтому изъ болѣе крѣпкихъ растворовъ (90—95%) надобно переносить въ болѣе слабые (70%). Хорошія услуги оказываютъ нѣкоторыя смѣси съ алкоголемъ. Такова, напр., *смѣсь Карнуа*: 60 част. абсолютн. алкоголя, 30 частей хлороформа и 10 частей ледяной уксусной кислоты. Эти отношенія можно различно видоизмѣнять. Маленькіе куски фиксируются въ теченіе 15—25 минутъ, и болѣе крупные—около часа. Ихъ переносятъ затѣмъ не промывая водою въ крѣпкій спиртъ. Прекрасно фиксируются структуры ядеръ и протоплазмы. Нерѣдко можетъ примѣняться смѣсь алкоголя и формалина. Обычно къ крѣпкому спирту (90%) прибавляютъ 5—10% формалина. Смѣсь сморщиваетъ меньше чѣмъ алкоголь. Препараты остаются въ ней около сутокъ и затѣмъ переносятся для храненія въ слабый (60—70%) спиртъ, или же, для немедленнаго приготовленія разрѣзовъ, въ болѣе крѣпкій спиртъ.

Въ большомъ употребленіи до сихъ поръ находится *Мюллеровская жидкость*, которая состоитъ изъ 2—2½ граммъ двухромокислаго калія ($K_2\ Cr_2\ O_7$) 1 грамма сухого сѣрнокислаго натра ($Na_2\ SO_4$) и 100 частей воды. Жидкость эта болѣе или менѣе пригодна для всякихъ органовъ и тканей, но уродуетъ строеніе ядеръ и протоплазмы. Очень пригодна для фиксаціи мозга. Первое время дѣйствуетъ слегка мацерирующимъ образомъ (½— 1 сутки), потомъ препаратъ становится плотнѣе (на свѣту). Препараты въ жидкости можно оставлять очень долго, цѣлыми недѣлями. Они со храняютъ хорошо способность окрашиваться, особенно карминами и гематоксилинами. Смѣсь Мюллеровской жидкости, сулемы и уксусной кислоты носитъ названіе *Ценкеровской жидкости*: въ 100 куб. с. Мюллер. жидк. растворяютъ 5 граммъ сулемы и передъ употребле-

ніемъ прибавляютъ 5 куб. с. ледяной уксусной кислоты. Дѣйствуетъ также какъ Мюллеровская жидкость, но гораздо быстрѣе и даетъ осадки кристалловъ сулемы въ тканяхъ, трудно удалимые прибавленіемъ кристаллическаго іода къ спирту при уплотненіи. Часто-употребляютъ *смѣсь формалина съ Мюллер. жидк.* (1:10), также гораздо быстрѣе фиксирующую чѣмъ чистая жидкость. Нерѣдко однако разрѣзы плохо красятся. Хорошія смѣси получаются изъ смѣси Ценкеровской жидкости и 5—10 к. с. формалина вмѣсто уксусной кислоты. (*жидкость Хелли*). Превосходные результаты можетъ иногда давать (эмбріоны) жидкость Хелли съ добавкой 10к. с. 1—2% раств. осміевой кислоты на 100 к. с. смѣси (*жидкость Максимова*). Фиксація не болѣе сутокъ въ темнотѣ.

Очень часто употребляется, благодаря его дешевизнѣ, водный растворъ формалина. Формалинъ есть безцвѣтная жидкость рѣзкаго непріятнаго запаха, представляющая собою 40% водный растворъ формальдегида (*H. COH*). Употребляютъ 4—10% водные растворы формалина. Послѣ промывки переносятъ въ разведеный спиртъ. Хорошо сохраняетъ мышцы, но пригоденъ для фиксаціи и всякихъ другихъ органовъ.— Сулема ($Hg\ Cl_2$) употребляется или въ чистомъ водномъ растворѣ (2—5%), или съ прибавленіемъ поваренной соли, или кислотъ (1—2% уксусной кислоты, 7,5% азотной кислоты). Куски въ 4—5 м.м. сторона фиксируются въ продолженіе 4—5 часовъ. Маленькіе объекты требуютъ не болѣе часа. Фиксація часто очень хороша, но неудобство въ отложеніи вглуби тканей кристалловъ, которые часто не удается удалить прибавленіемъ іодной настойки къ спирту. Ее прибавляютъ до коричневаго окрашиванія. Образуется іодистая ртуть, которая растворяется въ спирту.

Хорошимъ и недорогимъ фиксаторомъ является *азотная кислота* ($H\ N\ O_3$). Употребляютъ обык. 10—15% растворъ аптечной кислоты. Черезъ 3—5 часовъ обыкновенно фиксація закончена. Куски переносятъ въ 70° спиртъ или 4% формалинъ во избѣжаніе набуханія соединительной ткани.—Превосходнымъ, но къ сожалѣнію очень дорогимъ, фиксаторомъ является *осміевая кислота* ($Os\ O_4$), продаваемая въ видѣ желтоватыхъ кристалликовъ, запаянныхъ въ маленькихъ стеклянныхъ трубочкахъ. Такую трубочку тщательно очищаютъ отъ этикетокъ, вымываютъ водой для удаленія всякихъ слѣдовъ клея, пота и т. п. и затѣмъ подпиливаютъ тонкимъ подпилкомъ и кладутъ въ бутылочку съ притертой стеклянной пробкой также тщательно вымытую. Здѣсь трубочку разбиваютъ или встряхиваніемъ или дотрогиваясь до надпиленнаго мѣста раскаленной до бѣла стеклянной палочкой. Затѣмъ наливаютъ возможно чистой перегнанной воды. Употребляютъ обычно 1% растворъ; рѣже пользуются 0,5% или 2% раств. Осміева кислота очень хорошо сохраняетъ внѣшнюю форму тканевыхъ элементовъ. Жиръ, соединяясь съ нею, въ ней становится чернымъ, также какъ и мякотное бѣлое вещество мозга и нерновъ. Остальныя ткани принимаютъ коричнево-сѣрый тонъ. Обычно кусочки остаются въ растворѣ 10—12 часовъ. Фиксированные куски можно долго сохранять или просто въ водѣ, или въ разведенной Мюллерской жидкости. Осміева кислота входитъ въ составъ двухъ часто употребляемыхъ для сохраненія ядерныхъ структуръ жидкостей *Флеммингoвской и Германовской*. Первая состоитъ изъ 15 к. сант. 1% раствора хромовой кислоты, 4 куб. сант. 2% осміевой и 1-й к. с. уксусной кислоты Вторая заключаетъ въ себѣ вмѣсто хромовой кислоты столько же 1% раст. хлористой платины. Въ обѣихъ жидкостяхъ маленькіе кусочки остаются до 24 часовъ

и по промывкѣ водой переводятся въ спиртъ. Очень хорошо фиксируются фигуры дѣленій ядра.

Переходимъ къ способамъ окраски препаратовъ. Для окраски разрѣзовъ помѣщаютъ ихъ въ растворѣ краски въ часовомъ стеклѣ и оставляютъ тамъ пока они не примутъ желаемаго цвѣта, что можетъ произойти въ очень различное время въ зависимости отъ свойствъ и густоты красящаго раствора, температуры (чѣмъ теплѣе растворъ, тѣмъ быстрѣе идетъ окраска), предварительной обработки. Если разрѣзы наклеены на стекло, то ставятъ послѣднее въ сосудъ соотвѣтственной формы (продаются особыя сосуды для этого, гдѣ можно помѣщать безопасно по нѣскольку стеколъ). Если препаратъ по окраскѣ надо расщипать, то надо принять за правило отрѣзать кусочекъ ткани подлежащій расщипыванію и окрасить его цѣликомъ, а отнюдь не разщипываютъ въ краскѣ, иначе весь препаратъ растеряется. По окраскѣ слѣдуетъ промывка водой пока не сбѣжитъ излишняя краска и затѣмъ дальнѣйшая обработка. Кромѣ такой *прогрессивной окраски* можно иногда пользоваться *регрессивной окраской*. Препаратъ перекрашиваютъ а затѣмъ отмываютъ окраску, пока не получится желаемый эффектъ. Часто это бываетъ очень полезно. Всѣ красящія вещества мы раздѣлимъ на три группы: 1) краски животнаго происхожденія, 2)—краски растительныя и, наконецъ, 3) искусственныя анилиновыя и иныя красящія вещества. Къ первой группѣ относятся карминъ и карминовая кислота, добываемыя изъ кошинели (Cuccus cacti). Для приготовленія амміакъ-кармина растворяютъ въ чашкѣ 1 гр. хорошаго кармина №·40 или Nakarate) въ 1 куб. с. нашатырнаго спирта и приливаютъ 100 к. с. дист. воды. Нагрѣваютъ затѣмъ до исчезновенія запаха амміака. Если сюда прибавить по каплямъ раствора пикриновой кислоты, пока не начнетъ получаться кир-

пичный оттѣнокъ, то получится *пикрокарминъ Ранвье*. Амміакъ карминъ, правильно изготовленный, представляетъ собою хорошую прочную ядерную краску, протоплазма красится въ розовый цвѣтъ. Пригоденъ для очень разныхъ цѣлей. Пикрокарминъ даетъ двойную окраску, различныя промежуточныя вещества становятся желтыми или оранжевыми. *Квасцовый карминъ* можно изготовить, растворяя карминъ или карминовую кислоту (0,5%) въ 5% водн. раств. калійныхъ квасцовъ при нагрѣваніи; быстро окрашиваетъ ядра. *Паракарминъ Майера* приготовляютъ, растворяя 1 гр. карминовой кислоты, 0,5 гр. хлористаго аллюминія и 4 гр. хлористаго кальція въ 100 к. с. 70% алкоголя, фильтруютъ и хранятъ хорошо закупореннымъ. Для употребленія разбавляютъ въ 5—10 разъ 70% спиртомъ. При слабомъ подкисленіи уксусной кисл. хорошо выступаютъ ядра. Краситъ очень быстро, но довольно однообразно, безъ градацій и оттѣнковъ. Изъ второй группы особаго вниманія заслуживаетъ *гематоксилинъ*, экстрактъ добываемый изъ сандала или кампешеваго дерева (*Haematoxylon campechianum.*) Часто вмѣсто гематоксилина употребляется, добываемый изъ него, *гематеинъ*. Характерно для этихъ веществъ то, что окраску тканей они даютъ только въ соединеніи съ *протравой*, солями и окисями различныхъ металловъ, аллюминія, желѣза, мѣди и т. д. Такое соединеніе носитъ названіе лака и краситъ въ синій, бурый или черный цвѣтъ, смотря по употребленному окислу. Изъ различныхъ примѣняемыхъ укажемъ здѣсь два: *гемалаунъ* предоставляетъ собою аллюминіевый лакъ. Растворяютъ 25 гр. калійныхъ квасцовъ въ 500 к. с. перегнанной горячей воды и приливаютъ 25 к. с. 2% спиртового раств. гематеина. Тотчасъ смѣсь синѣетъ. При стояніи даетъ осадки, почему приходится передъ употребленіемъ фильтровать. Близокъ къ описанному *гематоксилинъ Бемера*,

получаемый приливаніемъ спиртоваго раствора гематоксилина къ 10% раствору калійныхъ квасцовъ. Обѣ краски удобнѣе употреблять разведенными, иначе препаратъ часто перекрашивается. Въ послѣднемъ случаѣ краску можно отмыть водой, слегка подкисленной уксусной или лучше соляной кислотой. Очень часто бываетъ выгодно положить препаратъ въ растворъ квасцовъ а затѣмъ въ очень слабый водный растворъ гематоксилина и затѣмъ слѣдить, какъ получается обычно очень чистая и избирательная окраска. Очень хорошіе результаты даетъ *окраска по М. Гейденгайну.* Разрѣзы, возможно тонкіе, кладутся въ 2,5% воды фіолетовыхъ желѣзныхъ квасцовъ (*Ferr. ammon. sulphuric.*) часа на два или болѣе и затѣмъ послѣ быстраго ополаскиванія водой переносятся на 10—12 часовъ въ 1% воды растворъ гематоксилина. Они становятся совершенно черными. Послѣ этого ихъ переносятъ, ополоснувши опять водой, въ протраву. Излишняя краска постепенно сбѣгаетъ и слѣдя за дифференцировкой окраски въ микроскопъ, можно проявить очень тонкія структуры: центрозомы, нити сферъ, ядрышки, митохондріи и. т.

Къ числу растительныхъ красокъ можетъ быть отнесенъ *индигокарминъ,* который въ 25% растворѣ даетъ синюю окраску протоплазмы, а при послѣдовательной окраскѣ пикриновой кислотой, также какъ и гематоксилинъ, красивыя двойныя окраски въ синій и желтый цвѣта.

Многочисленныя искусственныя окраски удобнѣе всего раздѣлить на три группы: основныя, кислыя и нейтральныя краски.

Дѣйствующія какъ щелочь, основныя краски представляютъ собою соли красящихъ основаній, соляно-азотно-уксусно-кислыя. Дубильная кислота образуетъ съ ними нерастворимыя соединенія. Большая часть

изъ нихъ обладаетъ способностью рѣзко окрашивать хроматинъ ядра (ядерныя краски), зернышки въ соединительно-тканныхъ («тучныхъ») клѣткахъ и слизь. Упомянемъ изъ нихъ прежде всего *фуксинъ* (солянокислая соль розанилина), или *рубинъ*, который даетъ хорошую красную краску при растворенiи въ водѣ или растворѣ анилиноваго масла въ водѣ. Послѣ окраски излишекъ краски вытягиваютъ спиртомъ. *Метильвiолетъ и генцiана — вiолетъ* употребляются также въ растворахъ въ анилиновой водѣ. По промывкѣ спиртомъ, *дифференцируютъ по Граму*, для чего разрѣзъ помѣщаютъ въ растворъ iода въ iодистомъ калiи (1 гр. iода, 2 гр. iодистаго калiя, 300 к. с. дест. воды), пока не побурѣетъ и затѣмъ опять въ спиртъ до возвращенiя синей окраски. Способъ этотъ позволяетъ прекрасно окрашивать бактерiи и также ядра клѣтокъ. Очень хорошiе результаты для послѣдней цѣли даетъ *метильгрюнъ. Метиленовая синь* (химически чистая) употребляется главнымъ образомъ для прижизненнаго окрашиванiя нервовъ и нервныхъ окончанiй. Впервые это свойство было открыто П. Эрлихомъ. Слабый растворъ ($^1/_4$—$1^0/_0$) краски вспрыскиваютъ подъ кожу лягушкамъ (нѣсколько куб. сант.) и оставляютъ ихъ сидѣть во влажномъ горшкѣ на 2—5 часовъ и затѣмъ вскрываютъ. Теплокровнымъ животнымъ вспрыскиваютъ растворъ прямо черезъ лѣвую половину сердца въ кровь до смерти. Проще класть кусочки тканей и органовъ на подкладкѣ изъ стеклянной или гигроскопической ваты въ чашечку съ слабымъ растворомъ краски ($^1/_8$—$^1/_{16}{}^0/_0$ Догель), такъ чтобы послѣдняя не не покрывала куска. Чашечка закрывается крышкой во избѣжанiе испаренiя и помѣщается въ термостатъ при температурѣ тѣла животнаго. При удачѣ и навыкѣ окрашиваются очень тонко и изящно нервы вплоть до окончанiй. Фиксируется краска $10^0/_0$ воднымъ раство-

ромъ молибденово-кислаго аммонія, возможно охлажденнымъ (3—5°). Можно также пользоваться насыщеннымъ растворомъ пикриново-кислаго аммонія, которымъ пропитываютъ комочки ваты или пропускную бумагу и кладутъ на нихъ кусочки съ окрашенными нервами. При прямомъ погруженіи въ такой растворъ нерѣдко сбѣгаетъ вся краска. Уплотненіе сдѣлается очень холоднымъ спиртомъ. Очень употребителенъ *сафранинъ*, дающій въ водномъ растворѣ красивое красное окрашиваніе.—Подъ именемъ кислыхъ красокъ разумѣютъ обычно калійныя и натронныя соли красящихъ кислотъ. Всѣ онѣ обладаютъ кислой реакціей и обладаютъ способностью окрашивать преимущественно протоплазму. Благодаря этому, при помощи ихъ, вмѣстѣ съ основными красками можно получать очень красивыя *двойныя окрашиванія*. Упомянемъ здѣсь о кисломъ фуксинѣ (щелочная соль розанилинсульфокислоты), *Bleu de Lyon*, *Оранжъ G* (азосоединеніе) и *эозинъ* (тетрабромфлуоресцеинъ, или его соли). Всѣ они даютъ въ водныхъ растворахъ (около 0,1%) прекрасные дополнительные окраски къ синимъ и краснымъ основнымъ краскамъ, гематоксилину и кармину. Кислый фуксинъ вмѣстѣ съ пикриновой кислотой (*пикрофуксинъ Ванъ Гизона*) (45 к. с. насыщеннаго раствора пикриновой кис., 5 к.с. 2% раст. кислаго фуксина) дастъ очень красивую окраску соединительной ткани въ красный цвѣтъ, всѣ остальныя ткани желтыя, ядра синія при предварительной окраскѣ гемалауномъ. Очень пестрое окрашиваніе даетъ окраска по *Эрлихъ Біонди*. Стираютъ вмѣстѣ въ ступкѣ метильгрюнъ *NMP* 3,4 гр., кислаго фуксина *SMP*—4,2 гр. и Оранжъ *GMP* [1]) и разводятъ ихъ въ 100 к. с. дист. воды. Оставляютъ смѣсь стоять нѣсколько дней въ термостатѣ. Для употребленія растворъ долженъ быть

[1]) Всѣ краски Берлинскаго Акціонернаго Общества.

подкисленъ, и разведенъ. Берутъ 5 к. с. раствора и разводятъ до 50 к. с. перегнанной водой и прибавляютъ затѣмъ нѣсколько капель 1% по объему раствора уксусной кислоты. Послѣ окраски промываютъ 0,5 уксусной кислотой и переносятъ въ 70° спиртъ. Когда препаратъ покраснѣлъ, переносятъ его въ абсолютный алкоголь и затѣмъ въ ксилолъ. Ядра зеленыя, центріоли сферы, веретена, соединительная ткань, кость красныя, кровяныя тѣльца оранжевыя, и т. д.

Индиферентными красками мы называемъ такія, которыя не растворяются въ водѣ и плохо въ спирту и потому не окрашиваютъ тканей. Изъ этой группы заслуживаютъ вниманія суданъ III и Fett-ponceau или Scharlach R, которыми очень хорошо и ярко окрашивается жиръ. Приготовляютъ насыщенные растворы этихъ красокъ въ крѣпкомъ спиртѣ, послѣ чего можно прибавить воды до крѣпости спирта въ 70°. Жиръ окрашивается суданомъ въ оранжевый а Fett-ponceau въ малиновый цвѣтъ, равно какъ и мякоть нерновъ. Легко различать мельчайшія зернышки жира.

Очень близко къ окраскамъ стоятъ *импрегнаціи металлами*. Сущность этого метода заключается въ томъ, что куски тканей или органовъ пропитываются растворомъ металлической соли, которая затѣмъ дѣйствіемъ другой соли, или часто самой ткани, подвергается возстановленію, при чемъ металлъ выпадаетъ на опредѣленныхъ мѣстахъ въ формѣ мельчайшихъ зернышекъ, или же элементы ткани могутъ быть окрашены извѣстнымъ образомъ безъ всякого осадка. Въ послѣднемъ случаѣ между окраской и импрегнаціей нѣтъ существенной разницы. Такъ это, напр., будетъ, если послѣдовательно пропитать желѣзнымъ купоросомъ, а затѣмъ ферроціанкали ткань, въ которой образуется тогда импрегнація берлинской лазурью. Обычно употребляютъ для импрегнаціи благородные металлы: се-

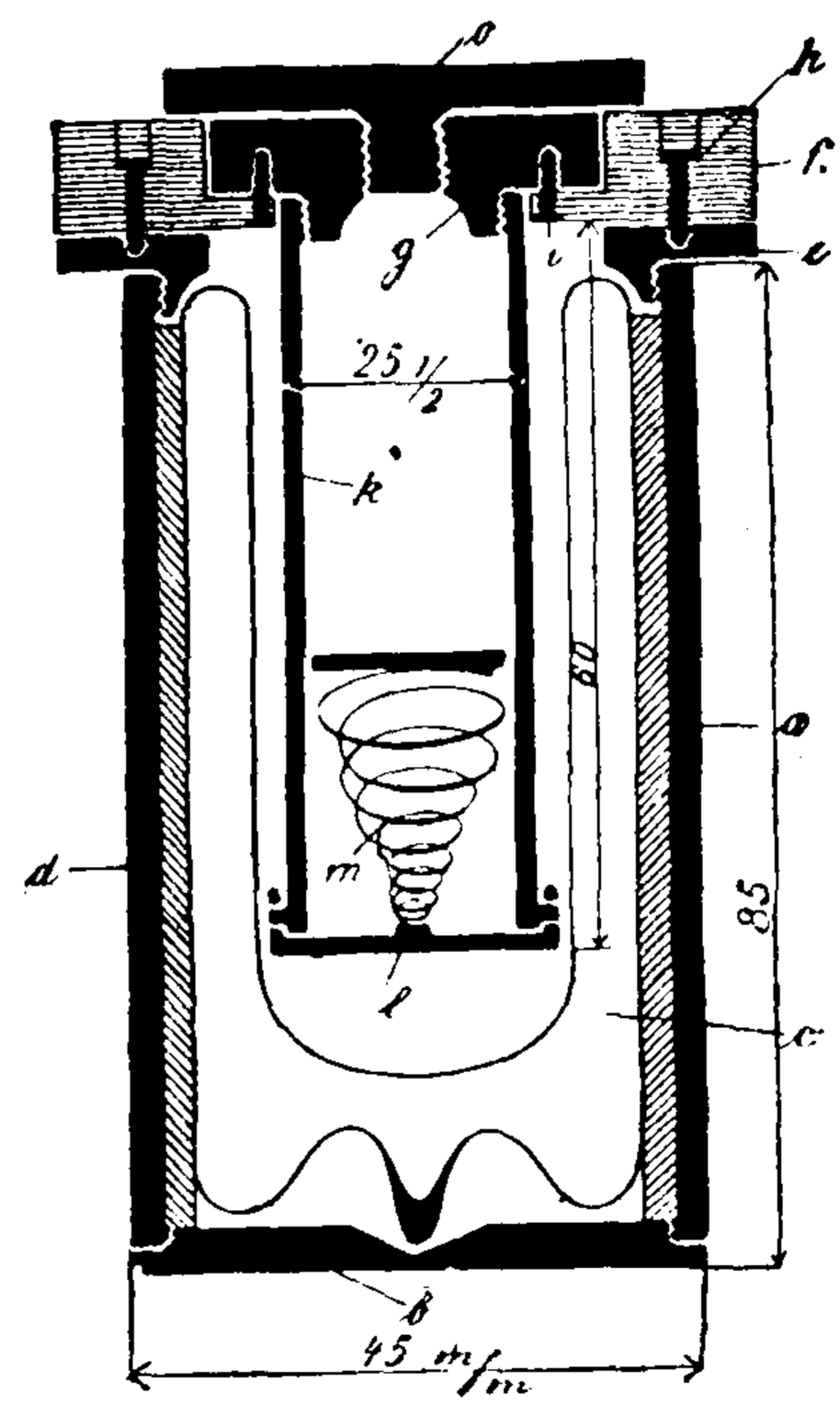
ребро, золото, платину, осмій и т. д. Объ импрегнаціи послѣднимъ уже говорилась выше. Такъ какъ соли этихъ металловъ осаждаютъ бѣлки, то обычно одновременно съ импрегнаціей происходитъ и фиксація тканей. Нерѣдко методы импрегнаціи сложны и для возстановленія соли прибѣгаютъ къ сильно возстановляющимъ средствамъ, мышьяковистой кислотѣ, пирогалловой кислотѣ, гидрохинону и, подобно фотографамъ, не успѣвшую возстановиться соль серебра удаляютъ промывкой растворомъ сѣрноватистаго натра. О такихъ методахъ будетъ сказано ниже въ соотвѣтственныхъ мѣстахъ. Здѣсь же мы остановимся на самыхъ простыхъ пріемахъ импрегнаціи солями серебра и золота.

Берутъ палочку ляписа или кристалликъ азотнокислаго серебра и вымазываютъ ею импрегнируемую поверхность, (напр., роговицу глаза лягушки), пока она не побѣлѣетъ. Вырѣзаютъ затѣмъ острыми ножницами вымазанную часть и кладутъ въ воду на свѣту. Оставляютъ пока не потемнѣетъ. Видны на расщипанномъ препаратѣ спаивающее вещество между клѣтками эпителія и соковые канальцы. — Берутъ тонкую пленку (брыжжейку кишки лягушки, кусокъ сальника и т. д.), разстилаютъ въ тарелкѣ, покрытой застывшимъ парафиномъ, прикалываютъ стеклянными или ежовыми иглами и обливаютъ 0,5—1% растворомъ азотнокислаго серебра, оставляютъ нѣсколько минутъ, пока не побѣлѣетъ; сливаютъ растворъ и наливаютъ воды. Препаратъ на дневномъ свѣту болѣе или менѣе быстро бурѣетъ. При такой обработкѣ вырисовываются ясно границы клѣтокъ и связывающія ихъ вещества. — Нерѣдко растворы азотнокислаго серебра для той же цѣли вспрыскиваютъ въ различныя полости, напр., въ легкія черезъ бронхи, въ кровеносные сосуды и т. д.

Для импрегнаціи золотомъ употребляютъ обычно хлористое золото, коричневое или желтое. Оно продается въ запаянныхъ стеклянныхъ трубочкахъ. Такую трубочку ломаютъ указаннымъ для осміевой кислоты способомъ и приготовляютъ 1—2% растворъ въ дистил. водѣ. Изъ множества методовъ укажемъ здѣсь только немногіе, служащіе для обнаруженія нерновъ и ихъ окончаній. Кусочки мышцъ, или тонкихъ богатыхъ соединительной тканью органовъ, помѣщаютъ минутъ на 5—15 въ свѣже выжатый лимонный сокъ (Ранвье) или 1% уксусную кислоту (Конгеймъ), переносятъ затѣмъ на ½—1 часъ въ ½—1% растворъ хлористаго золота. Вынимаютъ, ставшій желтымъ, препаратъ *стеклянными* (отнюдь не желѣзными) иголками и переносятъ на свѣту въ 1% уксусную кислоту. Кусочки при удачѣ становятся черезъ болѣе или менѣе продолжительное время красными или фіолетовыми и нервы въ нихъ представляются почти черными на красноватомъ фонѣ. Для той же цѣли можетъ служить способъ Левитта. Растянутые на восковыхъ или деревянныхъ пластинкахъ тонкія мышцы помѣщаютъ минутъ на 15—20 въ 30% муравейную кислоту. Затѣмъ ихъ переносятъ въ ½—1% растворъ хлористаго золота на ½—1 часъ и затѣмъ переносятъ въ тотъ же растворъ кислоты въ темнотѣ. Обыкновенно возстановленіе на слѣдующій день закончено. Если же препаратъ не сталъ краснымъ или лиловымъ, его можно перенести въ подкисленный уксусомъ или муравейной кислотой глицеринъ и оставить тамъ до возстановленія золота. Методы съ золотомъ очень капризны и часто безъ видимыхъ причинъ не удаются.

Обратимся теперь къ разсмотрѣнію способовъ обработки препаратовъ для изготовленія изъ нихъ срѣзовъ при помощи микротомовъ. Такая обработка имѣетъ своей цѣлью сдѣлать препаратъ твердымъ и въ то же

время настолько пластичнымъ, чтобы онъ не ломался и не трескался. Препараты или замораживаютъ для этого, или пропитываютъ парафиномъ или целлоидиномъ. Для замораживанія употребляютъ въ настоящее время обычно твердую угольную кислоту, которую теперь безъ труда можно пріобрѣтать въ металлическихъ сосудахъ, такъ называемыхъ бомбахъ. Твердой углекислотой наполняютъ патронъ въ замораживающемъ столикѣ придаваемомъ къ микротому. Такой столикъ имѣетъ форму цилиндра съ платформой наверху, гдѣ кладется препаратъ, см. фиг. 56. Патронъ помѣщается въ серединѣ цилиндра въ такъ называемомъ сосудѣ Дьюара; это стеклянный сосудъ съ двойными, внутри высеребренными стѣнками, изъ котораго совершенно выкаченъ воздухъ, благодаря чему потеря тепла доведена до минимума. Послѣ того, какъ заложена въ патронъ угольная кислота и пластинка столика привинчена, на нее наносятъ немного воды и укладываютъ въ нее кусокъ, который желаютъ рѣзать. Все быстро замерзаетъ. Рѣжутъ поперечно поставленной сухой бритвой. Препа-



Фиг. 56. Замораживающій цилиндръ для микротома. *a*—металическій цилиндръ, заключающій въ защищенный войлочнымъ чехломъ *d* сосудъ Дьюара, *c* стеклянный цилиндръ съ двойными стѣнками внутри посеребреными; изъ пространства между ними выкаченъ воздухъ. *K* — металическій цилиндръ, вставляемый въ сосудъ Дьюара; въ цилиндръ *K* снизу вводится патронъ изъ углекислоты и закрывается крышкой *l*. Пружина *m* прижимаетъ патронъ къ верхней крышкѣ *g*, въ которую ввинченъ столикъ *O*, на который кладется препаратъ. По Краузе.

раты можно класть или свѣжіе, или уже фиксированные водяными растворами. Для успѣха рѣзанія огромное значеніе имѣетъ консистенція препарата. Онъ не долженъ заключать въ себѣ много воды, иначе будетъ черезчуръ твердъ и будетъ разрываться. Нерѣдко бываетъ полезно предварительно подержать препаратъ въ слабомъ спиртѣ или 5% формалинѣ, чтобы понизить температуру замерзанія. Разрѣзы могутъ быть очень тонки, ихъ берутъ пинцетомъ и бросаютъ въ воду или краску, если они сдѣланы изъ фиксированнаго матеріала или, если они сдѣланы изъ свѣжихъ тканей, подвергаютъ той обработкѣ, которая требуется по ходу работы: фиксируютъ, красятъ, разсматриваютъ свѣжими.

Целлоидинъ (динитроцеллулеза) продается въ видѣ полупрозрачныхъ плитокъ. Одинаково пригоденъ фотоксилинъ, имѣющій видъ ваты. Плитки разрѣзаютъ скальпелемъ на мелкія стружки и высушиваютъ. Требуется осторожность въ обращеніи съ такимъ сухимъ целлоидиномъ, а особенно съ фотоксилиномъ, такъ какъ они представляютъ собою сильно взрывчатыя вещества. Растворяютъ какъ целлоидинъ, такъ и фотоксилинъ, въ смѣси равныхъ объемовъ абсолютнаго спирта и сѣрнаго эфира. Требуется имѣть непремѣнно два раствора, одинъ жидкій вродѣ жидкаго сиропа, другой долженъ быть очень густымъ. Растворы хранятъ въ бутылкахъ съ хорошо притертыми пробками. Препараты переводятъ изъ спирта въ абсолютный алкоголь для обезвоженія и затѣмъ на короткое время въ смѣсь алкоголя и эфира, а отсюда въ жидкій целлоидинъ, гдѣ они могутъ оставаться, пока не пропитаются, отъ нѣсколькихъ часовъ до нѣсколькихъ дней. Ихъ переносятъ затѣмъ въ густой растворъ и оставляютъ ихъ тамъ обыкновенно на нѣсколько сутокъ. Удобнѣе помѣщать куски при этомъ въ широкогорлыя невысокія банки или чашки съ крышками.—Кусокъ надо при-

клеить затѣмъ къ кубику изъ дерева [1]) или фибры. Кубикъ ставятъ передъ собою, смазываютъ немного гвоздичнымъ масломъ и кладутъ на сторону его, гдѣ волокна перерѣзаны въ торецъ, кусокъ съ покрывающимъ его густымъ целлоидиномъ и сверху наносятъ еще каплю-другую целлоидина. Когда все подсохнетъ, и образуется пленка, кладутъ кубикъ въ спиртъ 70—80°, къ которому можетъ быть прибавлено нѣсколько капель хлороформа, что придаетъ бо́льшую твердость массѣ. Можно также выпарить медленно целлоидинъ въ чашечкѣ съ препаратами до консистенціи хряща, вырѣзать маленькіе блоки съ послѣдними изъ общей массы и приклеить ихъ къ кубикамъ дерева. Такъ легче получать тонкіе разрѣзы, благодаря большей плотности блоковъ.

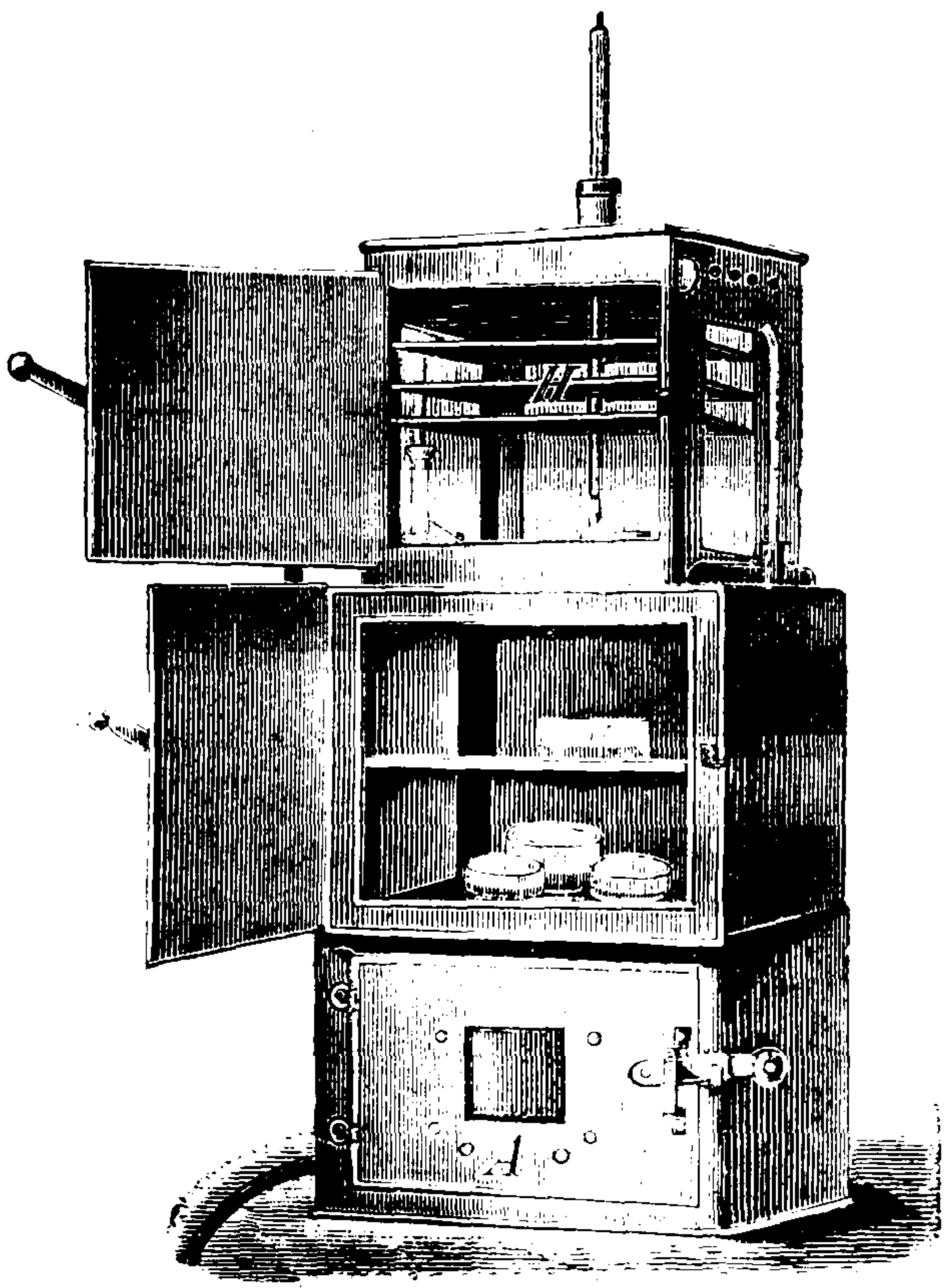
Обыкновенно рѣжутъ косо поставленной смоченной спиртомъ бритвой.—Можно целлоидиновые блоки положить въ смѣсь кедроваго масла и хлороформа. Они сначала плаваютъ, а затѣмъ опускаются на дно. Черезъ день-два они желты и прозрачны и могутъ быть переложены въ чистое кедровое масло на 2—3 дня. Такъ приготовленные блоки надо рѣзать сухой почти поперечно поставленной бритвой; получаются очень тонкіе срѣзы. Препараты, залитые въ целлоидинъ или фотоксилинъ можно сохранять годами въ спиртѣ или маслѣ кедроваго дерева.

Для заливки препаратовъ въ парафинъ необходимо имѣть *термостатъ*, т.-е. металлическій нагрѣваемый шкапъ, въ которомъ можетъ быть установлена надолго температура, по желанію отъ 25° до 60° *C*. Такіе термостаты могутъ быть устроены очень различно и иногда очень сложно. Нерѣдко они очень дороги. Понятіе объ

---

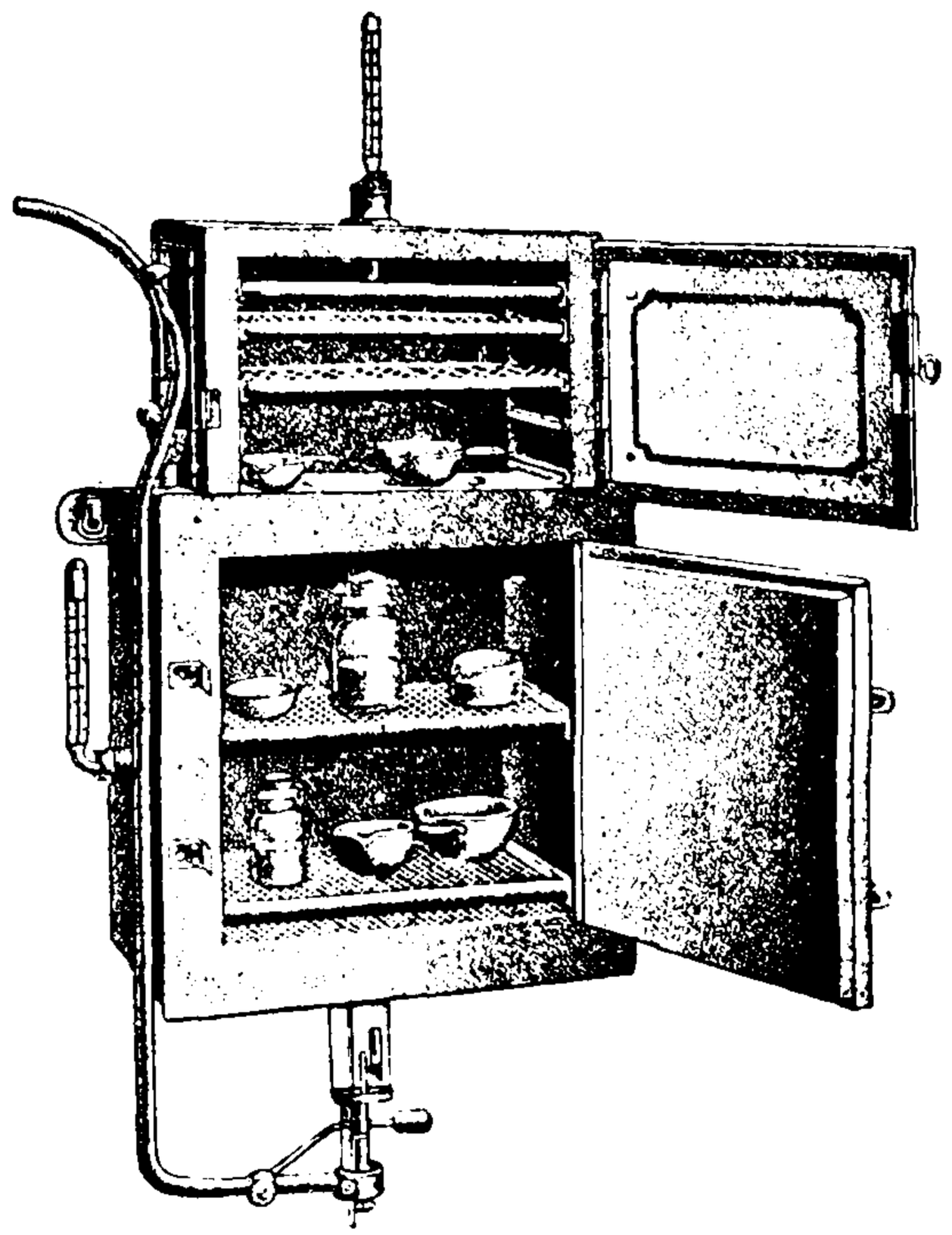
[1]) Деревянные напиленные кубики надо вымочить первоначально въ спиртѣ для удаленія дубильныхъ и смолистыхъ веществъ и высушить.

ихъ устройствѣ даютъ фигуры 57 и 58. Для домашней лабораторіи совершенно достаточенъ небольшой мѣдный шкапикъ съ двойными стѣнками и полками внутри. Внутренніе размѣры шкаповъ должны быть около 15 с., наружные около 20 сант. сторона. Между стѣнками наливается вода; въ верхней стѣнкѣ должно быть отверстіе, идущее внутрь, куда можетъ быть вставленъ термометръ. Шкапикъ удобнѣе устроить на ножкахъ ($^3/_4$ арш.). Для нагрѣванія можетъ служить самая обыкновенная 5—8 линейная керосиновая лампа. Температура держится при помощи ея крайне ровно цѣлыми сутками, не требуя никакого регулятора. Такой термостатъ можетъ служить для самыхъ разныхъ цѣлей и можетъ оказывать очень большія услуги.—Кусочки, предназначенные для заливки въ парафинъ, обезвоживаются предварительно въ абсолютномъ спиртѣ и переносятся затѣмъ или въ хлороформъ, пока не уто-



Фиг. 57. Термостатъ для заливанія препаратовъ въ парафинъ. *A*. Отдѣлъ для лампы. Средній отдѣлъ съ двойными стѣнками, пространство между которыми наполнено водой, для пропитыванія кусковъ парафиномъ. Верхній отдѣлъ съ ординарными стѣнками и полочками для стеколъ съ разрѣзами.

нуть въ немъ, или въ ксилолъ, или, что часто бываетъ лучше, въ масло кедроваго дерева до просвѣтленія въ немъ. Послѣ этого кусочки переводятся въ растворъ парафина (точка плавл. приб. 48° *C*), сдѣланный при комнатной температурѣ въ этихъ же веществахъ, гдѣ кусочки остаются, смотря по величинѣ, 1—3 сут. Затѣмъ ихъ переносятъ въ растворъ парафина въ тѣхъ же веществахъ, но при температурѣ 25—35° *C* въ термостатъ, гдѣ оставляютъ, смотря по размѣрамъ отъ 1 часа до 3-хъ. Далѣе кусочки переносятся въ чистый растопленный парафинъ, гдѣ ихъ оставляютъ по возможности малое время, но все-таки смотря по размѣрамъ отъ 1-го часа до нѣсколькихъ часовъ. Употребляютъ обычно для нѣжныхъ препаратовъ парафинъ съ точкой плавленія до 45°—48° *C* и для болѣе грубыхъ—до 56° *C*. Очень часто бываетъ пригоденъ парафинъ нѣсколько разъ переплавленный и перегрѣтый, желтоватаго цвѣта. Онъ болѣе пластиченъ и даетъ хорошія ленты. Надо, во всякомъ случаѣ, остерегаться того, чтобы не пережарить препараты. Они становятся тогда твердыми и хрупкими. Когда считаютъ, что пропитываніе окончено, выливаютъ растопленный парафинъ въ чашечку или часовое стекло, вымазанныя слегка кед-



Фиг. 58. Термостатъ для заливки въ парафинъ привѣшиваемый на стѣнѣ.

ровымъ масломъ, укладываютъ препаратъ какъ надо и даютъ застынуть возможно быстро, ставя чашечки въ тарелку съ водою. Удобно употреблять для заливки пластинки изъ металла, составляя которыя можно получать кубики желаемой величины. Пластинки ставятъ на плоское стекло, наливаютъ немного парафина, укладываютъ нагрѣтыми иглами, какъ надо, препаратъ и затѣмъ заливаютъ до краевъ. Коробочку ставятъ со стекломъ въ воду. Когда все охладится, металлическія пластинки легко отнять, а кубикъ парафина наклеить на грибокъ микротома или деревяшку, чуть-чуть его подогрѣвши.

Рѣжутъ поперечнымъ ножемъ. Если разрѣзы свертываются, то проще всего противодѣйствовать этому тонкой кисточкой, дѣйствуя лѣвой рукой въ то время, какъ правая движетъ потихоньку колодку съ ножемъ.

Въ заключеніе намъ остается разсказать про окончательную укладку и задѣлку препаратовъ. Препаратъ долженъ быть задѣланъ на предметномъ стеклѣ въ сохраняющую его среду и прикрытъ при этомъ покровнымъ стеклышкомъ. Обычными такими средами служатъ глицеринъ и канадскій бальзамъ. Если нужно заключить разрѣзъ въ глицеринъ ($C_3 H_5 (OH)_3$), то берутъ каплю этого вещества на предметное стекло, помѣщаютъ въ нее разрѣзъ, расправляютъ и раскладываютъ его при помощи иголъ такъ, какъ надо, и затѣмъ покрываютъ покровнымъ чистымъ стеклышкомъ. Для этого берутъ послѣднее за одинъ край пинцетомъ, противоположный край ставятъ на предметное стекло за каплей и, поддерживая здѣсь иголкой, медленно опускаютъ стекло на каплю глицерина съ препаратомъ. Надобно научиться брать капли такого размѣра, чтобы глицеринъ не расплывался изъ-подъ покровнаго стекла и надобно, чтобы при опусканіи послѣдняго въ глице-

ринѣ отъ удара не появлялись бы пузырьки воздуха. Это достигается послѣ нѣкотораго опыта. Во всякомъ случаѣ вытекшій изъ-подъ покровнаго стеклышка глицеринъ можно осторожно обтереть влажной тряпочкой или свернутой пропускной бумагой. Препаратъ такъ сдѣланный надо замазать. Для этого употребляютъ обыкновенно асфальтовый лакъ, имѣющійся въ продажѣ. Мягкой тонкой каланковой кистью обводятъ рамку изъ него сначала кругомъ покровнаго стекла, а потомъ накладываютъ такую же рамку и по краю стеклышка. Обтирая лакъ смоченной водой тряпкой или пропускной бумагой, рамкѣ придаютъ возможно правильную форму, остается только оставить рамку засохнуть, что дѣлается черезъ 1—2 дня.

Въ глицеринѣ выцвѣтаетъ легко большинство красокъ и иногда части дѣлаются черезчуръ прозрачными. Это надо имѣть въ виду при его употребленіи.— Если препаратъ надо расщипать, то окрашенный комочекъ препарата расщипываютъ въ каплѣ глицерина (не въ краскѣ) и въ остальномъ поступаютъ, какъ сказано.

Болѣе продолжительное время сохраняются препараты въ канадскомъ бальзамѣ, такъ называется смола приморской сосны (Pinus maritima). Смолу эту обыкновенно разводятъ до консистенціи жидкаго сиропа ксилолемъ или, что много хуже, скипидаромъ. Вмѣсто канадскаго бальзама можно употреблять также даммаръ лакъ, также смолу, добываемую изъ разныхъ видовъ акацій.

Передъ заключеніемъ въ канадскій бальзамъ или лакъ препаратъ *надо обезводить*. Для этого разрѣзъ или кусочекъ препарата по окраскѣ кладутъ въ чашечку съ безводнымъ спиртомъ [1]) на нѣкоторое время.

---

[1]) Абсолютный алкоголь у насъ очень дорогъ. Его съ успѣхомъ можно замѣнить крѣпкимъ спиртомъ (95°), который наливаютъ на

Затѣмъ препаратъ надо *просвѣтить*. Изъ спирта его переносятъ обычно въ гвоздичное масло, гдѣ онъ оставляется на нѣсколько минутъ, пока не станетъ прозрачнымъ. Вмѣсто гвоздичнаго масла можно съ успѣхомъ употреблять многія другія эфирныя масла. Очень удобна смѣсь изъ одной части чистой разжиженной нагрѣваніемъ карболовой кислоты и трехъ частей ксилола. Когда разрѣзы здѣсь стали прозрачными ихъ переносятъ въ ксилолъ и отсюда въ каплю бальзама или лака на предметное стекло и здѣсь покрываютъ покровнымъ стекломъ. Обводить асфальтовымъ лакомъ нѣтъ никакой надобности. Заключенный въ бальзамъ препаратъ часто выгодно засушить скорѣе въ термостатѣ, чтобы сохранить дольше окраску. Если спиртъ вытягиваетъ краску изъ препарата, то иногда можно просто высушить препаратъ на воздухѣ, просвѣтить его ксилолемъ и затѣмъ заключить въ бальзамъ. Если въ бальзамѣ или лакѣ остаются пузырьки воздуха, то объ нихъ нечего безпокоиться: они сами собою исчезаютъ изъ препарата. Бальзамъ очень сильно просвѣтляетъ препараты. Неокрашенныя части въ немъ нерѣдко могутъ стать совершенно невидимыми.—Очень хорошимъ средствомъ для заключенія препаратовъ можетъ служить *левулоза, или плодовый сахаръ;* 20 граммъ ея растворяютъ въ 15 куб. с. воды въ теплѣ. Разрѣзъ можетъ быть помѣщаемъ въ нее прямо изъ воды. Она хорошо сохраняетъ краски и не просвѣтляетъ чрезмѣрно препаратовъ. Кругомъ препаратъ обводится рамкой изъ лака.

Разрѣзы, изготовленные изъ препаратовъ пропитанныхъ парафиномъ, требуется освободить отъ послѣдня-

---

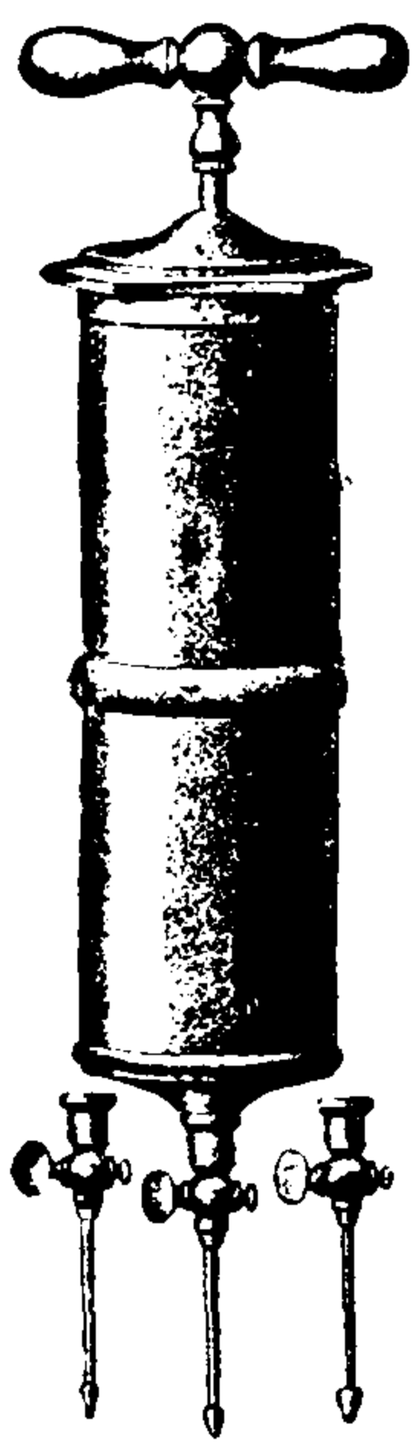
прогрѣтый до бѣла и разсыпавшійся въ порошекъ мѣдный купоросъ. Послѣдній отнимаетъ воду у спирта и синѣетъ. Можно также препараты переносить ихъ воды въ анилиновое масло до просвѣтлѣнія, отсюда въ ксилолъ и бальзамъ.

го, нерѣдко также приклеить къ стеклу и окрасить прежде чѣмъ приступить къ окончательной задѣлкѣ. Опишемъ, какъ это все обычно дѣлается. Начинаютъ съ того, что возможно тщательно вымываютъ предметныя стекла, нерѣдко ихъ приходится продержать нѣсколько часовъ въ растворѣ (2—5%) двухромокислаго кали, промыть затѣмъ водой и вытереть чистой тряпкой, чтобы удалить всякіе слѣды жира и пота съ ихъ поверхности. Затѣмъ на стекло наносится маленькая капля смѣси изъ ровныхъ частей глицерина и бѣлка куринаго яйца[1]) и пальцемъ эта капля размазывается въ возможно тонкій слой. Такія стекла можно тотчасъ же употреблять въ дѣло, но лучше высушить ихъ въ термостатѣ (при 60°*C* 1—2 часа) и употреблять по мѣрѣ надобности. На стекло палочкой или кисточкой наносятъ большую каплю воды, размазываютъ ее ровнымъ слоемъ на его поверхности и на эту воду кладутъ рядъ за рядомъ ленты разрѣзовъ съ ножа микротома. Стекло съ разрѣзами кладется или на поверхность термостата (около 30°*C*) или, при навыкѣ и умѣньи, стекло его можно слегка нагрѣть, подержавши надъ огнемъ спиртовой лампочки. Смятые слегка разрѣзы при этомъ совершенно расправляются, и все можетъ быть уложено въ полной правильности иглами. Лишнюю воду удаляютъ пропускной бумагой или тряпкой и препаратъ высушивается въ термостатѣ, на что требуется около 1 — 3 часовъ. Разрѣзы крѣпко пристаютъ къ стеклу. Теперь удаляютъ парафинъ, для чего стекла помѣщаютъ въ бензинъ или ксилолъ, до полнаго ра-

---

[1]) Выпущенный изъ яйца бѣлокъ изрѣзываютъ ножницами или слегка растираютъ въ ступкѣ, фильтруютъ черезъ холстинку и смѣшиваютъ съ глицериномъ. Если къ такой смѣси прибавить немного карболовой кислоты, или положить въ нее кристалликъ тимола, ее можно сохранить очень долгое время. Къ очень чистымъ стекламъ разрѣзы приклеиваются прочно и безъ намазыванія бѣлкомъ.

створенія парафина; они обмываются затѣмъ сначала спиртомъ а потомъ водою и переносятся въ краску. Затѣмъ препаратъ обмываютъ водой и обычнымъ образомъ задѣлываютъ въ глицеринъ или бальзамъ. Послѣднее предпочтительнѣе.—Такимъ способомъ приготовляются цѣлыя серіи разрѣзовъ безъ всякихъ пропусковъ изъ отдѣльныхъ органовъ или цѣлыхъ эмбріоновъ, что часто бываетъ очень нужно при изслѣдованіи трудно представляемыхъ замысловатыхъ отношеній частей между собою.



Фиг. 59. Шприцъ для иньекцій.

Въ заключеніе описанія методовъ употребляемыхъ въ микроскопіи скажемъ нѣсколько словъ объ иньекціяхъ, или наливтіи кровеносныхъ и лимфатическихъ сосудовъ или полостныхъ органовъ цвѣтными массами. Для этой цѣли обычно употребляются шприцы различной величины, сдѣланные изъ стекла или металла съ наборомъ различныхъ канюль острыхъ и снабженныхъ утолщеніями на концахъ, для того чтобы ихъ можно было ввязывать въ сосуды или выводящіе ходы железъ или бронхи легкихъ. (Фиг. 59) Можно употреблять также воронки, которыя подвѣшиваютъ на нѣкоторую высоту на стативѣ или на кольцѣ; на носикъ такой воронки надѣваютъ резиновую трубку съ зажимомъ, въ конецъ которой вставляется полая игла или канюля. Въ воронку наливается иньекціонная масса и поднимая и опуская воронку можно регулировать давленіе, подъ которымъ будетъ вытекать жидкость. Вмѣсто воронки, конечно, можетъ быть употребляема широкогорлая банка, черезъ ея пробку пропускаютъ двѣ стеклянныя трубки; съ той которая доходитъ до дна соединяютъ резиновую трубку и канюлю; другая

трубка проходитъ только до жидкости, Для иньекціи употребляютъ вещества не способныя диффундировать въ ткани; иначе масса проходитъ въ ткань, ихъ окрашиваетъ и дѣлаетъ препаратъ негоднымъ.

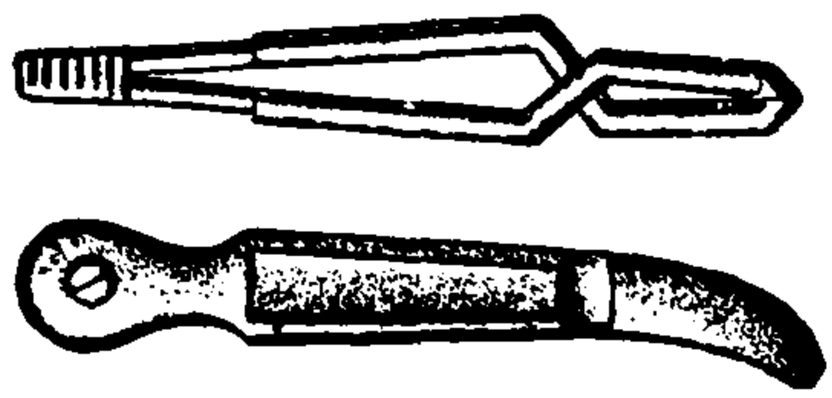
Въ видѣ *холодныхъ* иньекціонныхъ массъ могутъ быть употреблены насыщенный растворъ берлинской лазури, оливкое масло, растворъ азотнокислаго серебра. Препаратъ съ берлинской лазурью кладется въ спиртъ, налитый масломъ помѣщаютъ въ растворъ осміевой кислоты, гдѣ масло чернѣетъ и становится твердымъ, налитый азотно-кислымъ серебромъ можетъ быть сохраненъ также въ спиртѣ. *Горячія клеевыя* массы, требующія нагрѣванія для ихъ растворенія, состоятъ, главнымъ образомъ, изъ желатины окрашенной той или иной краской. Такія массы покупаютъ или готовыми, или приготовляютъ по одному изъ многочисленныхъ рецептовъ, имѣющихся въ подробныхъ руководствахъ. Техника иньекціи требуетъ большого навыка и опытности.—Довольно просто дѣлать иньекціи лимфатическихъ сосудовъ по *методу укола*. Для этого пригоденъ растворъ берлинской лазури въ водѣ.

Движеніемъ поршня шприца или открытіемъ зажима трубки наполняютъ иглу и вкалываютъ иглу въ тотъ органъ или границу той области, которую хотятъ налить и очень слабымъ медленнымъ движеніемъ поршня, или при маломъ давленіи жидкости въ банкѣ или воронкѣ заставляютъ жидкость проникать въ ткани. Когда органъ окрасится, его вырѣзаютъ быстро и кладутъ въ спиртъ.

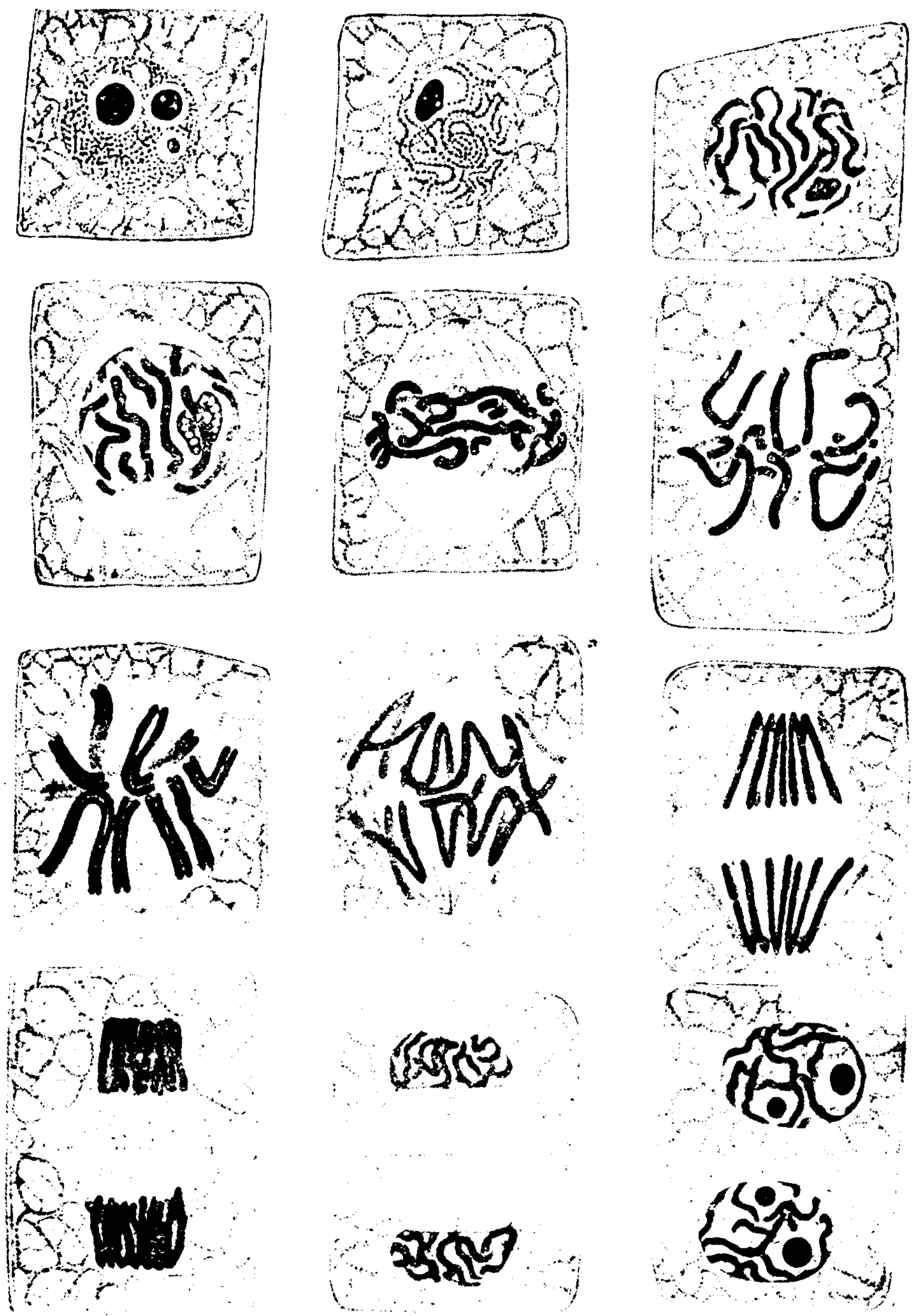
Изъ органовъ объемистыхъ дѣлаютъ разрѣзы, тонкія пленки разстилаютъ и, не окрашивая, заключаютъ въ бальзамъ. Для иньекціи клеевой массой сосудовъ, убиваютъ хлороформированіемъ небольшое животное, открываютъ грудную полость, вводятъ наполненную теплымъ физіологическимъ растворомъ или жидкостью

Рингера канюлю въ аорту и промываютъ кровеносную систему до той поры отъ крови, пока изъ правой половины (ушка) сердца не пойдетъ чистый растворъ, вставляютъ шприцъ, наполненный нагрѣтой жидкой иньекціонной массой, въ канюлю и медленнымъ ровнымъ движеніемъ поршня иньицируютъ массу, пока она также не выйдетъ вонъ изъ праваго сердца. Также наливаютъ и отдѣльные органы и вводятъ массу, пока жидкость не выйдетъ изъ вены соотвѣтственной артеріи.

Конечно, тѣло животнаго при иньекціи горячей массой должно быть согрѣто или теплыми обвертываніями или помѣщено въ теплую ванну.—Канюля должна быть крѣпко ввязана въ сосудъ. По обнаженіи послѣдняго передъ иньекціей подъ него кривой иглой вводятъ двойную лигатуру изъ шелковой крѣпкой нитки. Конецъ петли у иглы разрѣзаютъ и раскладываютъ ровно нити. Надрѣзаютъ острыми ножницами сосудъ (на 5—8 м.м.) и въ отверстіе вводятъ канюлю, наполненную предварительно растворомъ соли (или 8% раств. глауберовой соли), продвигаютъ канюлю, и завязываютъ за ея головкой двойной петлей лигатуру и и затѣмъ поступаютъ, какъ сказано. Если жидкость выступаетъ изъ сосѣднихъ перерѣзанныхъ сосудовъ, ихъ надо зажать особыми маленькими зажимными пинцетами (фиг. 60). По окончаніи иньекціи горячей массой тѣло животнаго, или налитый органъ, надо положить въ снѣгъ или ледъ, чтобы желатина застыла возможно скорѣе и уже затѣмъ по охлажденіи приступаютъ къ анатомической препаровкѣ. Часто вмѣсто продажныхъ металлическихъ канюль приходится дѣлать ихъ самому изъ стеклянныхъ трубокъ, оттягивая



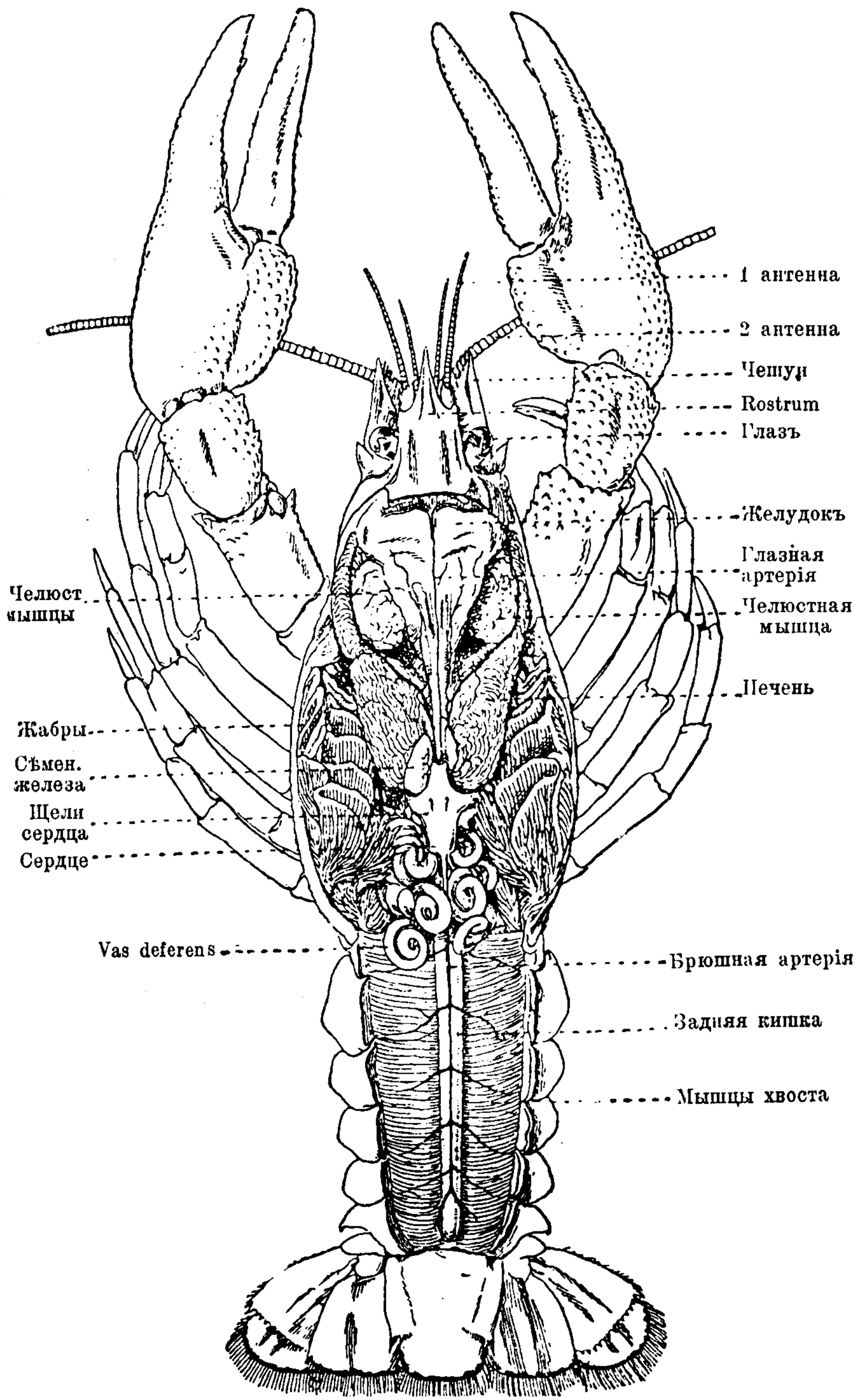
Фиг. 60. Задвижной пинцетъ для артерій.



Фиг. 73 и 74. 12 послѣдовательныхъ стадій каріокинеза въ клѣткахъ корневыхъ верхушекъ гіацинта. Фиг. 1—ядро въ состояніи покоя. Фиг. 2 - профаза. Фиг. 3—4 густой и рыхлый клубки. Фиг. 5—переходъ отъ профазы къ метафазѣ, образованіе веретена и раствореніе ядерной оболочки. Фиг. 6—метакинезъ. Фиг. 7—monaster съ продольнымъ разщепленіемъ хромозомъ. Фиг. 8—анафаза. Фиг. 9—начало расхожденія дочернихъ звѣздъ. Фиг. 10—продолженіе того же самаго, кромѣ того начало образованія клѣточной пластинки. Фиг. 11—12 телофазы. Фиг. 11—Dispirem и фиг. 12—Dispirem съ раздѣленіемъ тѣла на двѣ новыя клѣтки. По Дальгрену и Веннеру (изъ руководства А. Максимова).

лезы видны весьма различныя фазы дѣленія и по стѣнкамъ долекъ нерѣдко прямое дѣленіе большихъ прилегающихъ къ нимъ клѣтокъ. Сохраненіе въ левулезѣ или бальзамѣ. На фиг. 75 изображено расположеніе частей въ ракѣ самцѣ, которое дѣлаетъ понятнымъ, какъ надо отпрепаровывать сѣмянную железу.

Очень хорошимъ объектомъ для изслѣдованія явленій дѣленія клѣтокъ служатъ яйца лошадиной аскариды (Ascaris megalocephala), которую безъ труда можно найти на конскихъ бойняхъ. У Ascaris всего 2—4 хромозомы и на хорошо сохраненныхъ препаратахъ прекрасно видна ахроматиновая фигура.—Самокъ отъ самцовъ очень легко отличить. Первыя больше вторыхъ и у самки задній конецъ тѣла заостряется, тогда какъ у самца онъ загибается крючкомъ и изъ заднепроходнаго отверстія торчатъ палочки—spicula. Выбранную самку кладутъ въ тарелку, съ восковой налитой пластинкой на днѣ, брюшной поверхностью кверху и прикалываютъ булавками головной и хвостовой концы. Затѣмъ острыми маленькими ножницами вскрываютъ полость тѣла, наливши въ тарелку физіологическаго раствора поваренной соли. Обѣ матки, въ видѣ болѣе толстыхъ бѣлыхъ трубокъ, переходящихъ въ извивы болѣе тонкихъ трубокъ яйцеводовъ становятся тотчасъ же видимы. Распутываютъ слегка извивы матокъ, отрѣзаютъ долой лентообразный кишечникъ, вырѣзаютъ отверстіе влагалища вмѣстѣ съ кускомъ тѣла и, потягивая его, изолируютъ матки, перевязываютъ матки тонкими нитями, сзади и спереди и переносятъ ихъ осторожно пинцетомъ въ плоскую чашку, или широкую банку, на положенную на днѣ ея мокрую пропускную бумагу, въ нѣсколько слоевъ; покрываютъ банку крышкой или завязываютъ банку пергаментной бумагой и оставляютъ нѣсколько матокъ на сутки при комнатной температурѣ. Такая процедура имѣетъ цѣлью найти яйца въ



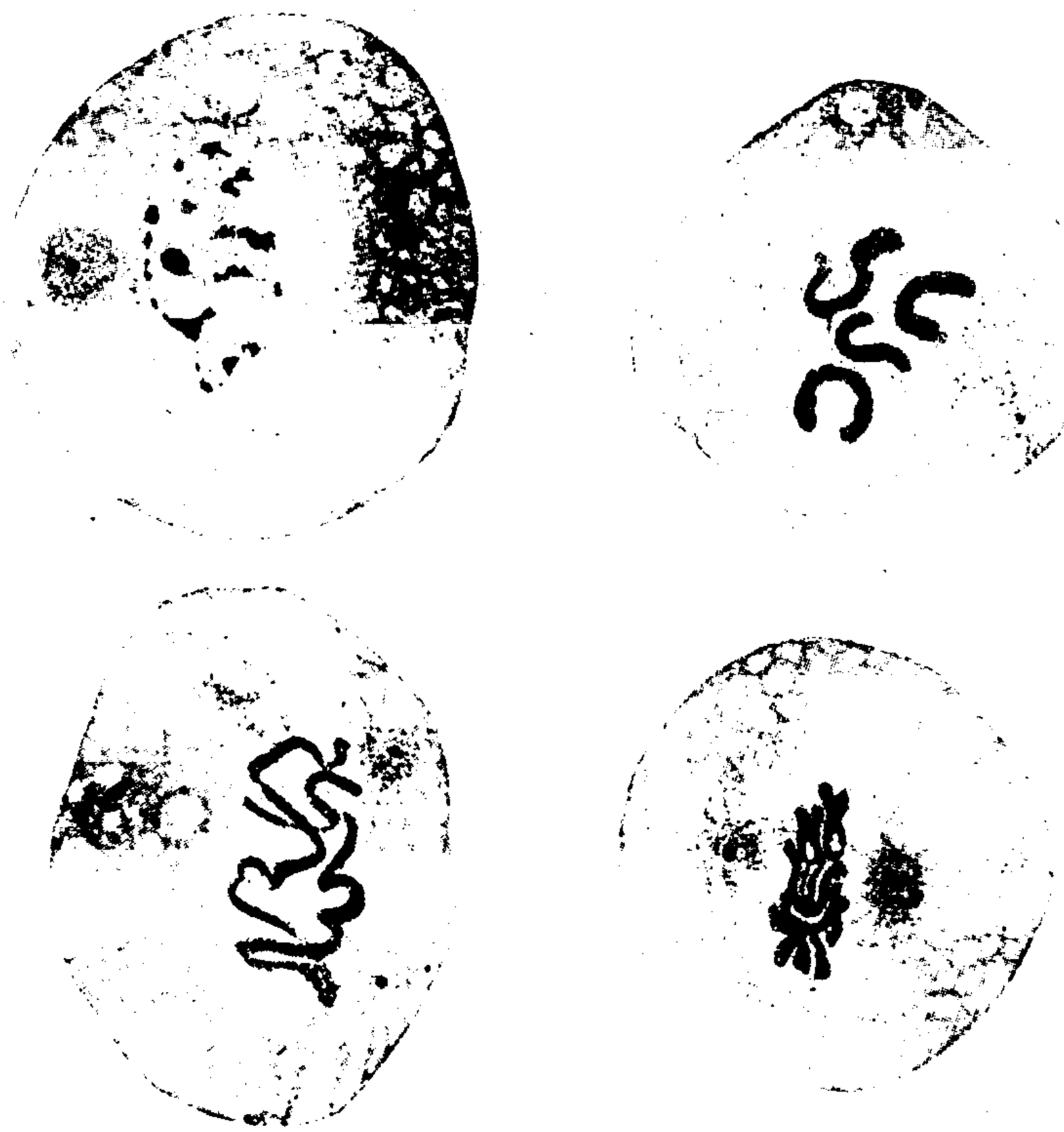
Фиг. 75. Анатомія самца рѣчного рака (по Кюкенталю).

маткахъ въ состояніи дѣленія, такъ какъ въ маткѣ они рѣдко въ немъ встрѣчаются.

Подвѣшиваютъ матки въ широкогорлой банкѣ (или кладутъ на дно ея) съ 100—150 к. с. жидкости Карнуа. Черезъ 30—40 минутъ жидкость сливаютъ и замѣняютъ абсолютнымъ алкоголемъ. На слѣдующій день переносятъ разрѣзанный на куски препаратъ на три часа въ смѣсь 1 части хлороформа и 4 ч. абсолютнаго спирта и затѣмъ сливаютъ каждые три часа около $^1/_4$ или $^1/_3$ части жидкости и столько же приливаютъ хлороформа. Послѣ ночи въ хлороформѣ, въ чашку кладутъ кусокъ мягкаго парафина и ставятъ на термостатъ (35—35^0 *C*) непокрытой. По мѣрѣ испаренія хлороформа прибавляютъ парафина. На ночь куски переносятъ въ очень легкоплавкій растопленный до точки плавленія парафинъ и затѣмъ переносятъ на полчаса въ растопленный болѣе твердый—и затѣмъ обычнымъ образомъ готовятъ блоки, помѣщая обычно вмѣстѣ нѣсколько трубокъ. Наклееные разрѣзы (см. стр. 93) окрашиваются гематоксилиномъ съ желѣзными квасцами (стр. 79), можно, конечно, употреблять и другія окраски. Препаратъ очень нѣженъ, и часто бываютъ неудачи, почему и требуется очень внимательно слѣдовать предписаніямъ. Фиг. 76 показываетъ фазы дѣленія и фигуры каріокинеза.

Для ознакомленія съ эпителіальной тканью всего проще получать матеріалъ отъ лягушекъ, хотя, конечно, вполнѣ пригодны и всякія другія животныя. По убіеніи обычнымъ способомъ лягушки, вскрываютъ ножницами полость брюшка и груди и отпрепаровываютъ осторожно весь кишечникъ, начиная отъ полости глотки, или отъ пищевода. Придерживая пинцетомъ лѣвой рукой, ножницами въ правой вскрываютъ вдоль весь кишечный каналъ и кладутъ въ Мюллеровскую жидкость (около 50 к. с.) час. на 10—12. Изъ отрѣзанной головы той же лягушки вынимаютъ, при по-

мощи ножницъ и пинцета, глаза; одинъ изъ нихъ разрѣзаютъ по экватору и кладутъ оба также въ Мюллеровскую жидкость (30 к. с.). Сюда же можно присоединить и обонятельные бугорки. Чтобы открыть ихъ поступаютъ такъ. Одну вѣтвь небольшихъ ножницъ вводятъ въ ноздрю и разсѣкаютъ кожу и кость по нанаправленію снаружи внутрь до линіи соединяющей

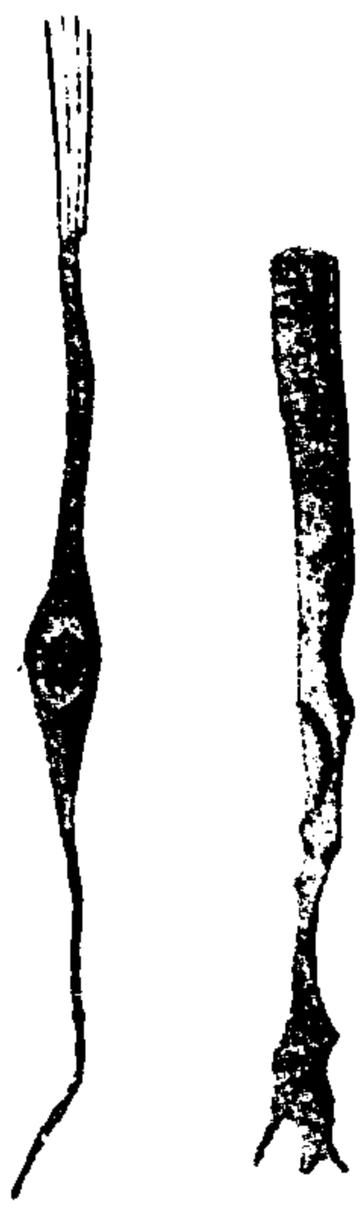


Фиг. 76. Фазы дѣленія въ яйцахъ. Ascaris megalocephala. (По Краузе).

поперекъ лба, глаза. То же самое повторяютъ съ другой стороны; затѣмъ пинцетомъ приподнимаютъ надсѣченный клинъ кверху и отрѣзаютъ его ножницами по линіи между глазами: $^{0}\triangle^{0}$

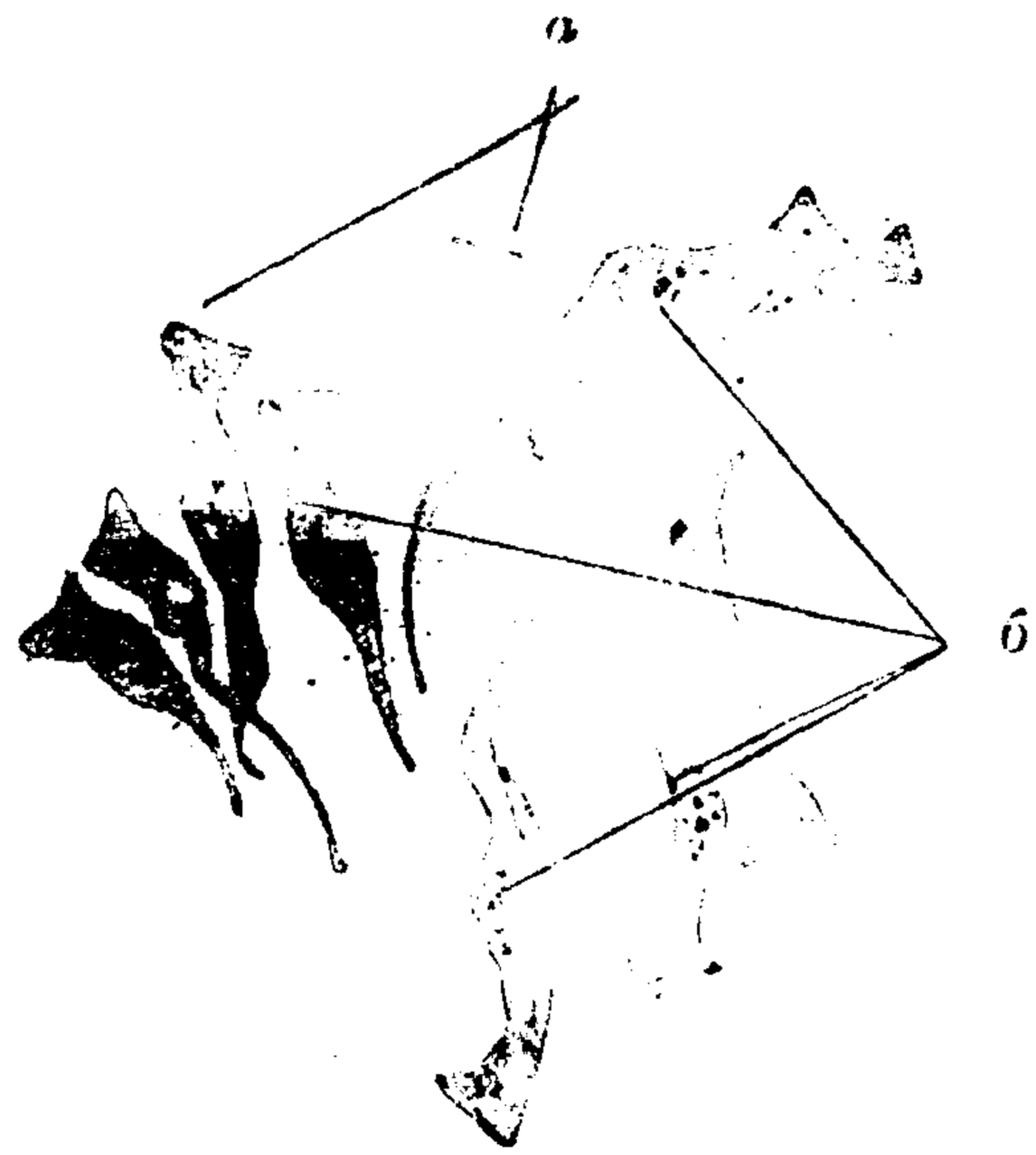
На этой схематической фигурѣ линіями показано, какъ надобно вести разрѣзы. На днѣ, открывшейся такимъ способомъ, обонятельной полости, по обѣ стороны продольной перегородки, видно по коричневому или

желтому овальному бугорку. Съ нихъ можно получить препараты обонятельнаго эпителія. Наконецъ, на той же лягушкѣ, если аккуратно извлечь изъ нея внутренности (печень, икру у самки и т. д.), такъ, чтобы не повредить тонкихъ прозрачныхъ перепонокъ, идущихъ направо и налѣво кнаружи отъ почекъ (коричнево-красныя продолговатыя тѣла тотчасъ позади прямой кишки), можно получить прекрасные препараты эндотелія. Съ этой цѣлью, по удаленіи внутренностей, поливаютъ почки и идущія отъ нихъ въ стороны пленки при помощи пипетки слабымъ растворомъ азотно-кислаго серебра (см. выше стр. 83). Когда поверхность почекъ и пленки (стѣнка Cysternae magnae) побѣлѣютъ, ихъ аккуратно вырѣзаютъ ножницами при помощи пинцета (лучше никкелированнаго), захватывая какъ можно больше пленокъ и переносятъ въ обыкновенную воду, споласкиваютъ въ ней препараты, чтобы удалить кровь и случайныя примѣси, мѣняютъ воду и оставляютъ лежать въ водѣ на свѣту, пока пленки не побурѣютъ. Смотря по времени года, на это требуется отъ 2—3 часовъ до сутокъ. Препараты изъ заготовленнаго матеріала дѣлаются такъ. Вынимаютъ на слѣдующій день кишечникъ изъ жидкости, слегка ополаскиваютъ его водой въ чашкѣ и затѣмъ концомъ скальпеля или копьевидной иглой соскабливаютъ комочекъ вещества со внутренней поверхности пищевода, желудка и кишечника. Комочекъ окрашиваютъ въ нѣсколькихъ капляхъ амміачнаго или квасцоваго кармина въ маленькомъ часовомъ стеклѣ, или же прямо на предметномъ стеклѣ, затѣмъ ихъ

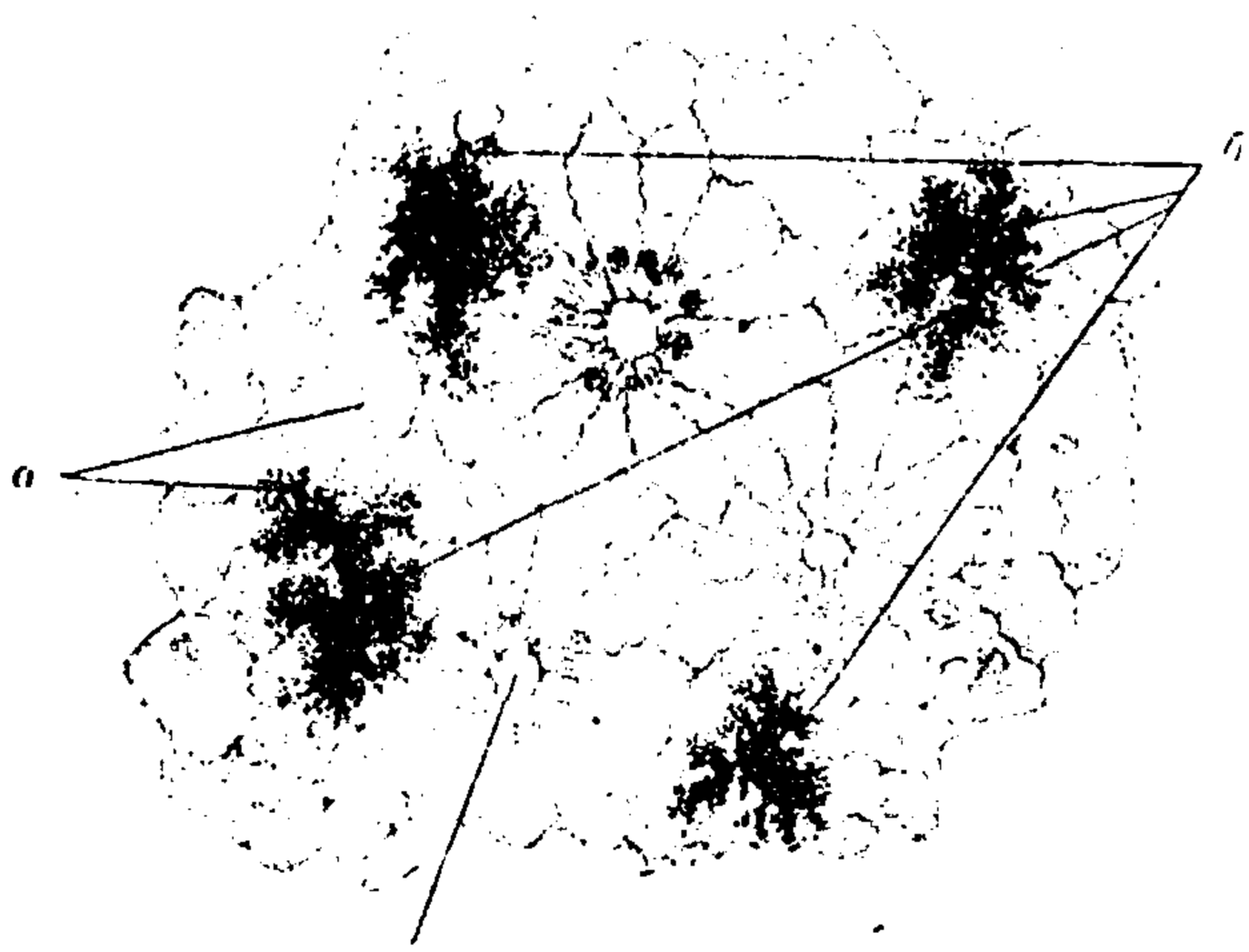


Фиг. 77. Обонятельный эпителій лягушки (ув. 350). А — обонятельная клѣтка. В—поддерживающая клѣтка съ углубленіями тѣлъ обонятельныхъ клѣтокъ (по Турне).

обмываютъ слегка водой, осторожно капая ею изъ пипетки или съ палочки и затѣмъ расщипываютъ мелко въ каплѣ глицерина или левулезы. Изъ пищевода получается препаратъ мерцательнаго эпителія, смѣшаннаго съ бокаловиднымъ; изъ желудка — клѣтки подобныя бокаловиднымъ, но обычно закрытыя на своемъ свободномъ концѣ; изъ кишки—клѣтки эпителія съ рубчикомъ. Послѣдній здѣсь имѣетъ видъ однороднаго комочка, сидящаго на клѣткѣ. Нерѣдко между клѣтками эпителія попадаются форменные элементы крови, красныя тѣла или клѣтки Реклингаузена, рѣдко бѣлыя тѣла. Такая примѣсь происходитъ или благодаря тому, что на поверхность слизистыхъ оболочекъ при убіе-



Фиг. 78. Каемчатый эпителій изъ кишечника лягушки; *а*—кутикулярный рубчикъ, *б*—ядра клѣтокъ. Небольшое увеличеніе. Мацерація Мюллеровской жидкостью.

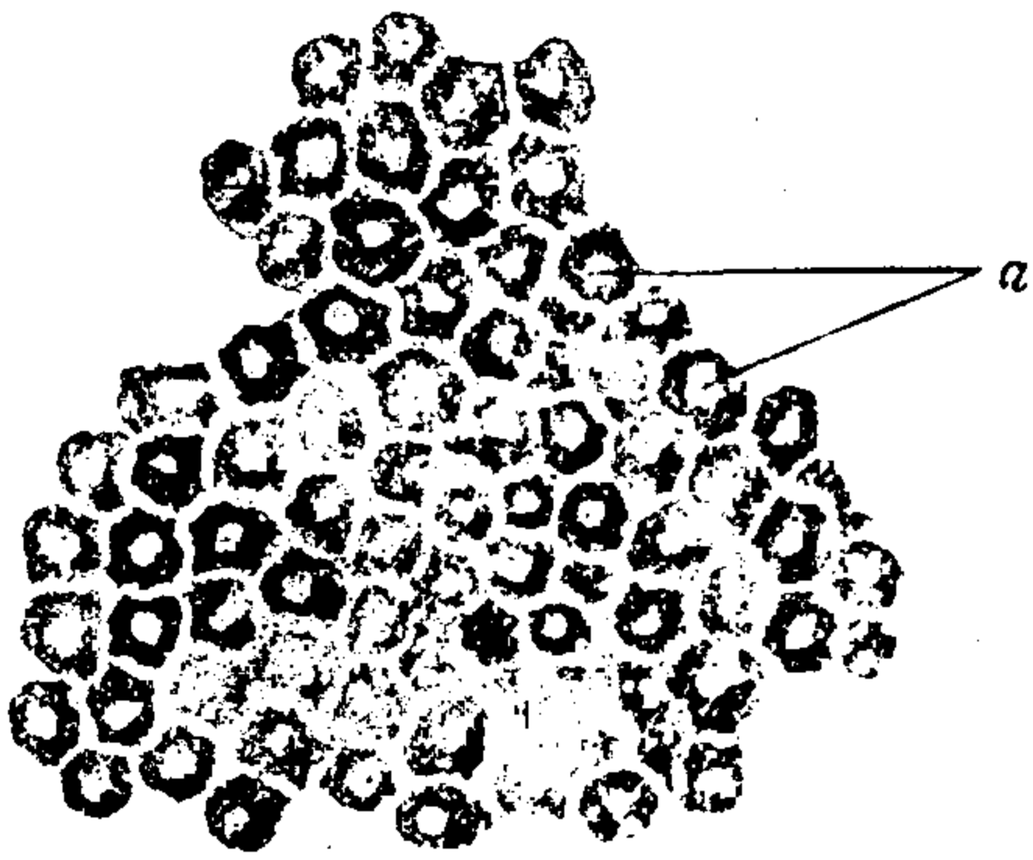


Фиг. 79. Эндотелій cysternae magnae лягушки; *а*—клѣтки эндотелія, *б*—клѣтки соединительной ткани, наполненныя пигментомъ съ ясно видными отростками и зернышками пигмента; *в*—стоматы. Границы между эндотеліальными клѣтками импрегнированы азотно-кислымъ серебромъ.

ніи попала кровь, или же при соскабливаніи были захвачены лежащіе подъ эпителіемъ сосуды. Изъ глаза удаляютъ стекловидное тѣло и вынимаютъ сѣтчатку, къ которой обычно прочно пристаетъ пигментный эпителій и подъ лупой иглами расщипываютъ кусочекъ послѣдняго съ сѣтчаткой. Въ препаратѣ видны маленькіе кусочки пигментнаго эпителія съ плоскости въ видѣ шестисторонних табличекъ соединенныхъ вмѣстѣ, а такъ же клѣтки въ профиль, съ отростками въ видѣ нитей проникающихъ между наружными клѣтками сѣтчатки (палочками и конусами) и съ лишенной пигмента наружной шапочкой. Внутри клѣтокъ лежатъ черныя зернышки и кристаллики пигмента меланина.

Фиг. 80. Бокаловидный эпителій изъ зѣва лягушки. Клѣтки наполнены слизью. Небольш. увелич. Мацерація Мюллеровской жидкостью.

Ядро имѣетъ видъ свѣтлаго пятна. Препаратъ клѣтокъ обонятельнаго эпителія изготовляется совершенно такъ же, какъ и клѣтокъ эпителія кишечника. Видны, такъ наз., обонятельныя и поддерживающія клѣтки. Пленки съ эндотеліемъ окрашиваютъ квасцовымъ гематоксилиномъ (синія ядра) и расправляютъ куски ихъ въ каплѣ глицерина или левулезѣ. Видны зачерненныя границы между клѣтками и кружки и пятнышки на нихъ стомы и стигмы), а такъ же круглыя отверстія съ

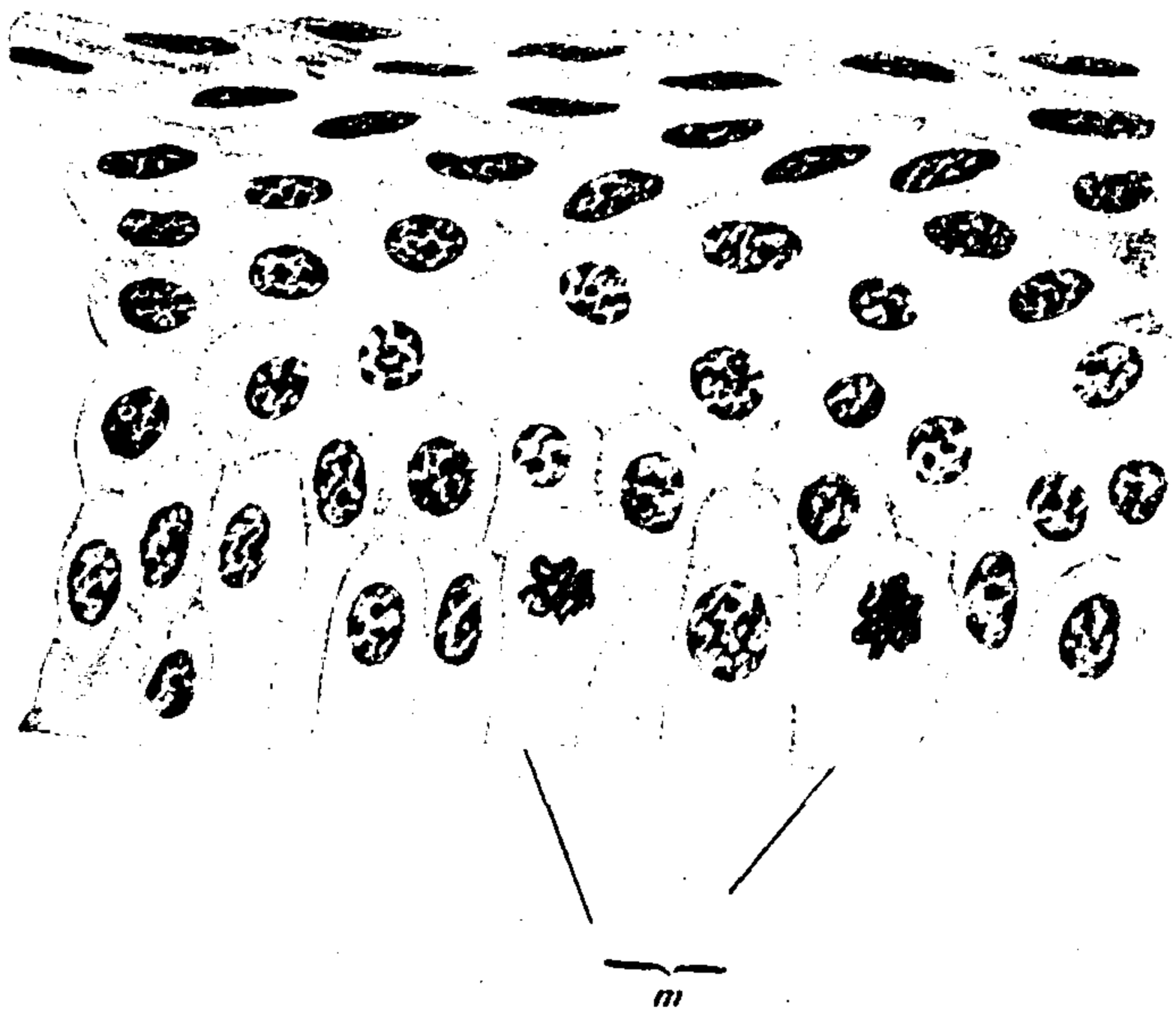


Фиг. 81. Пигментный эпителій изъ глаза кошки при разсматриваніи съ плоскости. Свѣтлыя пятна соотвѣтствуютъ ядрамъ. Слабое увеличеніе.

радіально расположенными клѣтками. Черезъ отверстія эти сообщаются между собою передній и задній отдѣлы брюшной полости. Если, посадить двухъ-трехъ лягушекъ въ банку, на днѣ которой налито немного воды, то черезъ нѣсколько часовъ въ этой водѣ окажутся тонкія пленки, которыя суть не что иное какъ эпидерма, содранная лапками лягушекъ съ кожи другъ у друга. Пленки эти можно разсматривать свѣжими, но лучше продержать ихъ двое-трое сутокъ въ Мюллеровской или Ценкеровской жидкости, и затѣмъ куски ихъ красить тѣмъ или инымъ карминомъ и, расправивши, разсматривать въ глицеринѣ, левулезѣ или при желаніи въ бальзамѣ. Пленки состоятъ изъ пяти-шестисторонних клѣтокъ. Нерѣдко поверхностныя изъ нихъ ороговѣли и въ нихъ трудно различимы ядра. Кое-гдѣ клѣтки содержатъ зернышки пигмента. Между клѣтками сямъ и тамъ отверстія для железъ и концы, такъ наз., Лейдиговскихъ клѣтокъ (кружки, затянутые пленкой). Нерѣдко на поверхности много бактерій. Если у свѣже убитой лягушки тонкими ножницами съ поверхности слизистой оболочки пищевода отрѣзать полоску около 1—2 мил. шириною, положить въ каплю физіологическаго раствора или Рингеровской жидкости, и покрыть стеклышкомъ, то подъ микроскопомъ можно наблюдать, не давая засыхать препарату, очень долго мерцаніе волосковъ. Для сужденія о наслоеніи эпителіевъ на-

Фиг. 82. Мерцательный эпителій изъ пищевода лягушки. Мацерація Мюллеровской жидкостью. Небольш. увеличеніе.

добно изготовить разрѣзы изъ нихъ. Однослойные эпителіи (кубическіе съ волосками) можно видѣть въ почкахъ лягушекъ (азотная кисл. 7%, въ нас. раст. сулемы 50 к. с. 3—4 часа, окраска желѣз. гематоксил.), многослойные мостильные въ роговицѣ, кожѣ (алкоголь, формалинъ). Здѣсь же видны будутъ мостики между клѣтками. Цилиндрическій однослойный съ каймой изъ палочекъ и бокаловидный, можно видѣть въ тонкихъ



Фиг. 83. Многослойный эпителій роговицы человѣка. Формалинъ. Замороженый срѣзъ. Желѣзный гематоксилинъ; *m*—фигуры дѣленія въ глубокихъ клѣткахъ. Ув. 600.

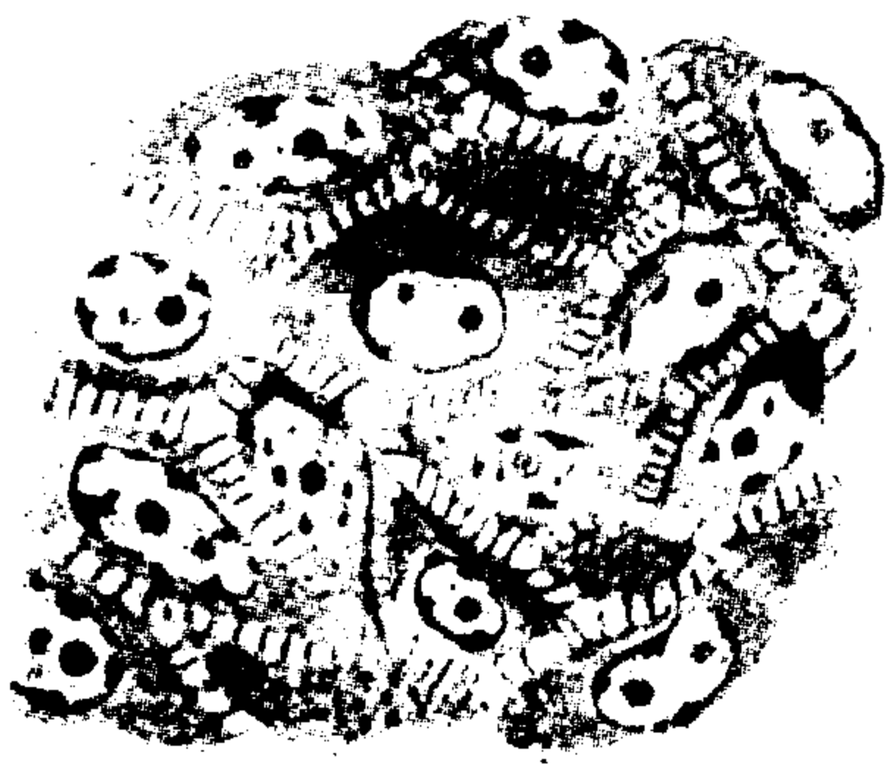
кишкахъ млекопитающихъ (Ценкеровская жидкость формалинъ, целлоидинъ или парафинъ, гематоксилинъ). Вообще же рекомендуется, сравнить между собою эпителіи различныхъ животныхъ позвоночныхъ и такъ же безпозвоночныхъ. Хорошимъ объектомъ у насъ изъ послѣднихъ можетъ служить анодонта. Въ ногѣ послѣдней проходитъ значительная часть кишечнаго канала, покрытаго мерцательнымъ эпителіемъ, снабженнымъ, такъ наз., мерцательнымъ аппаратомъ. Раковину кла-

дутъ на ночь въ отварную воду, къ которой можно прибавить немного хлороформа. Къ утру моллюскъ умираетъ и раковина раскрывается; вынимаютъ ногу, надрѣзаютъ и фиксируютъ въ Мюллеровской жидкости съ формалиномъ или Ценкеровской жидкости. Парафиновые разрѣзы красятъ желѣзнымъ гематоксилиномъ. У волосковъ видны базальныя тѣльца и продолженія въ видѣ нитей внутрь клѣтки. Для расщипанныхъ препаратовъ — фиксація одной Мюллеровской жидкостью.

Обратимся къ изслѣдованію тканей соединительнаго вещества и различныхъ видовъ соединительной ткани въ частности. Для ознакомленія съ этой тканью необходимо разсмотрѣть ея волокна и ея клѣтки. Какъ извѣстно, волокна двухъ родовъ: одни даютъ клей при вареніи, другія, эластическія, при этомъ не мѣняются; первыя при обработкѣ уксусной кислотой или растворомъ ѣдкаго кали (30%) набухаютъ и растворяются, вторыя не измѣняются въ этихъ реактивахъ. Чтобы убѣдиться въ такихъ свойствахъ, надобно или варить въ водѣ кусочекъ сухожилія или какой-нибудь эластической связки, или проще (затылочная связка овцы или быка) расщипать иглами на сухомъ стеклѣ

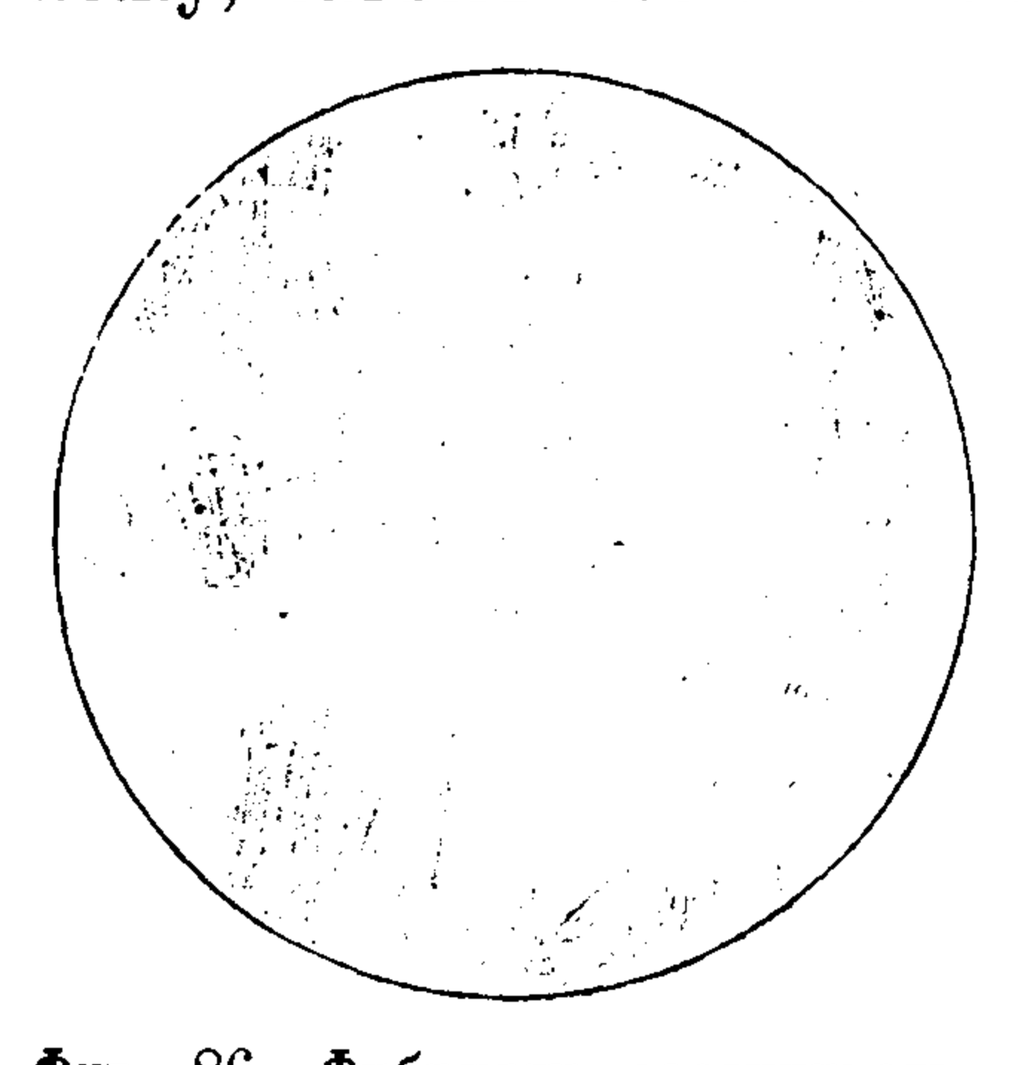
Фиг. 84. Корешки мерцательныхъ волосковъ (кишечникъ Anodontae) соединенные поперечными мостиками и узелками. Фик. сулемой съ уксусной кис. Окраска желѣзнымъ гематоксилиномъ. Очень большое увеличеніе (по Колачеву).

кусочекъ такого сухожилія, или связки, накрыть покровнымъ стеклышкомъ и по каплямъ прибавлять сбоку уксусной кислоты подъ стеклышко и смотрѣть подъ микроскопомъ, что происходитъ съ волокнами. Отъ клей-дающихъ скоро останется только одинъ студень, а эластическія станутъ видны только яснѣе. То же самое можно продѣлать съ кусочкомъ подкожной клѣтчатки или брюшины. Тогда сначала мало различимыя эластическія волокна очень ясно выступятъ среди набухшихъ клей-дающихъ. Клѣтки на такихъ препаратахъ совершенно уродуются и на нихъ лучше не обращать вниманія, хотя онѣ и видны въ формѣ блестящихъ палочекъ и комочковъ. Для изслѣдованія клѣтокъ и волоконъ вмѣстѣ на фиксированныхъ препаратахъ удобнѣе и проще пользоваться матеріаломъ, добываемымъ отъ лягушекъ и отъ мелкихъ млекопитающихъ (мышей и крысъ), хотя, конечно, пригодны и всякіе другіе болѣе крупные звѣри (собаки, кошки, кролики etc.). Убиваютъ животное, отсѣкая ножницами голову или хлороформируя въ закрытой банкѣ, на дно которой брошенъ комокъ ваты, смоченный хлороформомъ. У лягушки отрѣзаютъ съ заднихъ лапокъ Ахилловы сухожилія съ сесамоидными узелками и затѣмъ, снявши кожу, кладутъ ступни въ Мюллеровскую или Ценкеровскую жидкости. Вскрывши полость брюшка, отпрепаровываютъ куски кишечника, всячески сохраняя, относящіяся къ нимъ, брыжжейки.

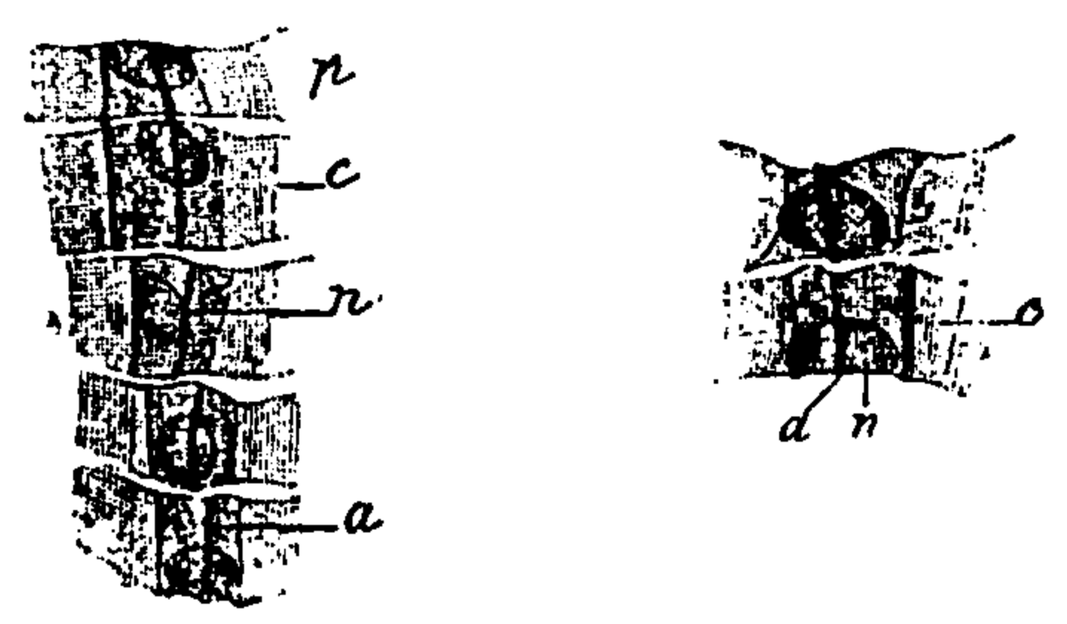


Фиг. 85. Межклѣточные мостики въ эпителіи кожи человѣка. Алкоголь. Пропитываніе парафиномъ. Окраска генціаной. Канадскій бальзамъ. Ув. 1000. Видны промежутки между клѣтками и пересѣкающіе ихъ мостики съ маленькими узелками по срединѣ.

У мышей отрѣзаютъ хвостъ и обдираютъ съ него кожу, затѣмъ костякъ хвоста, съ продольно идущими тонкими блестящими сухожиліями, такъ же кладутъ въ Мюллеровскую жидкость. То же дѣлаютъ, если мышь была убита, съ лапками. Тутъ же, на трупѣ такой мыши или крысы, очень удобно воспользоваться методомъ укола (Ранвье). Наполняютъ 3% растворомъ сулемы стеклянный шприцъ съ острой иглой, расщепляютъ по средней передней линіи тѣла кожу, отнюдь ея не прорѣзая насквозь, вкалываютъ иглу въ подкожную клѣтчатку и, медленно нажимая на поршень, заставляютъ войти жидкость въ клѣтчатку, которая поднимается въ видѣ пузыря. Можно сдѣлать такихъ пузырей 2—3. Отечный пузырь вырѣзаютъ, затѣмъ вмѣстѣ съ кожей ножницами, сохраняя его цѣлость, прикалываютъ къ восковой пластинкѣ на днѣ плоской чашки за кожу, наливаютъ раствора сулемы, чтобы онъ покрылъ пузырь, и оставляютъ такъ часа на два-три.



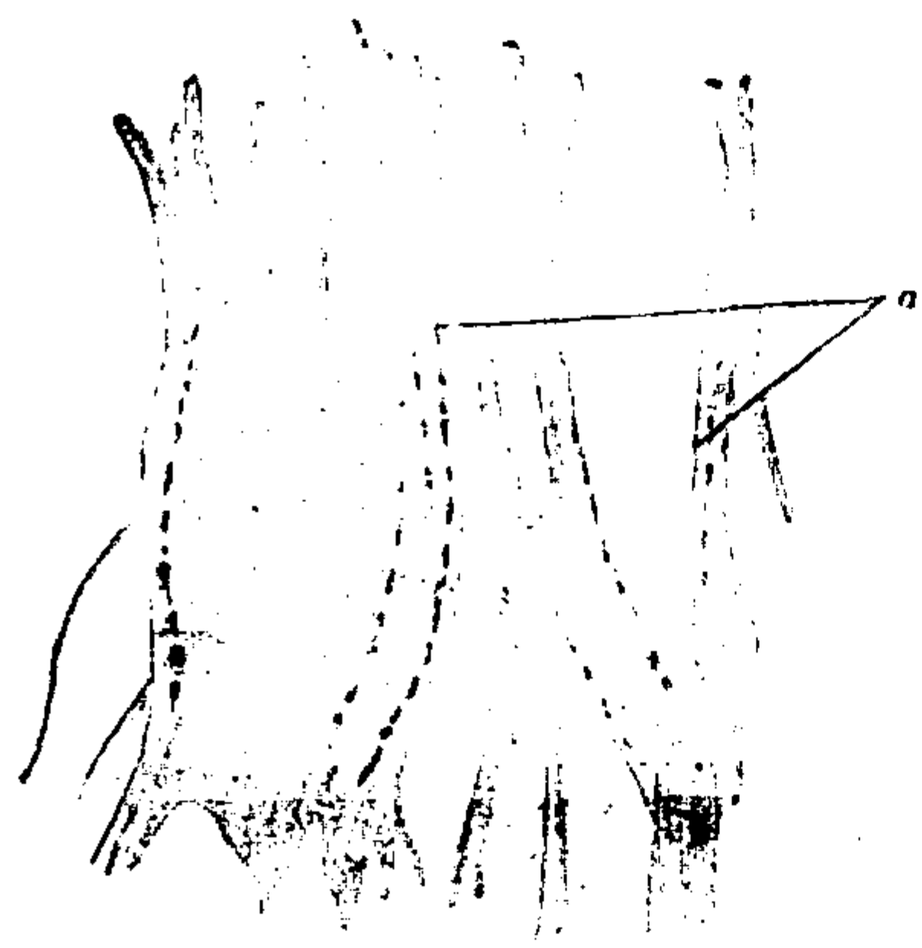
Фиг. 86. Фибрилли соединительной ткани. Разщ. препаратъ. Мацерація въ Мюллеровской жидкости. Окраска карминомъ.



Фиг. 87. Клѣтки сухожилій мышинаго хвоста. Пикрокарминъ. Уксусная кислота. Глицеринъ; *c*—клѣтки; *p*—боковые отростки; *n*—ядра; *o*—гребешки. (Ув. 325). По Ранвье.

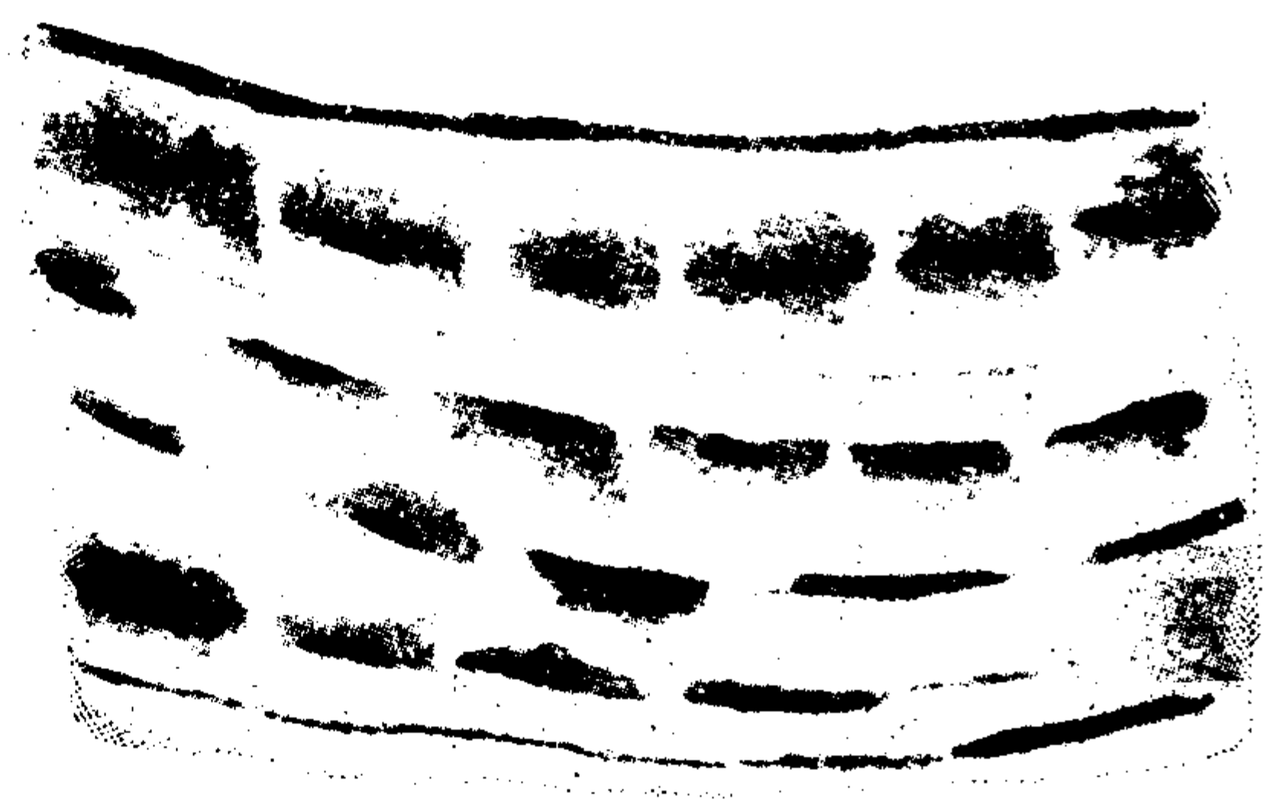
Промываютъ затѣмъ сутки и затѣмъ лучше всего, если есть замораживающій микротомъ, морозятъ препаратъ и дѣлаютъ изъ него срѣзы. Если такого микротома нѣтъ, то можно срѣзать очень острыми ножни-

цами верхушку пузыря и, растянувши въ пленку иглами приступить къ ея окраскѣ; можно такъ же пропитать препаратъ целлоидиномъ и изготовить изъ него разрѣзы. Удобнѣе всего красить во всѣхъ этихъ случаяхъ по Эрлихъ-Біонди (см. стр. 81). Можно дѣлать отечные пузыри, наполняя ихъ пикрокарминомъ и, оставивши полежать два-три часа, отрѣзать ихъ верхушки ножницами, растягивать въ каплѣ глицерина. Болѣе наглядные препараты получаются все-таки на пузыряхъ съ сулемой и разрѣзахъ изъ нихъ.



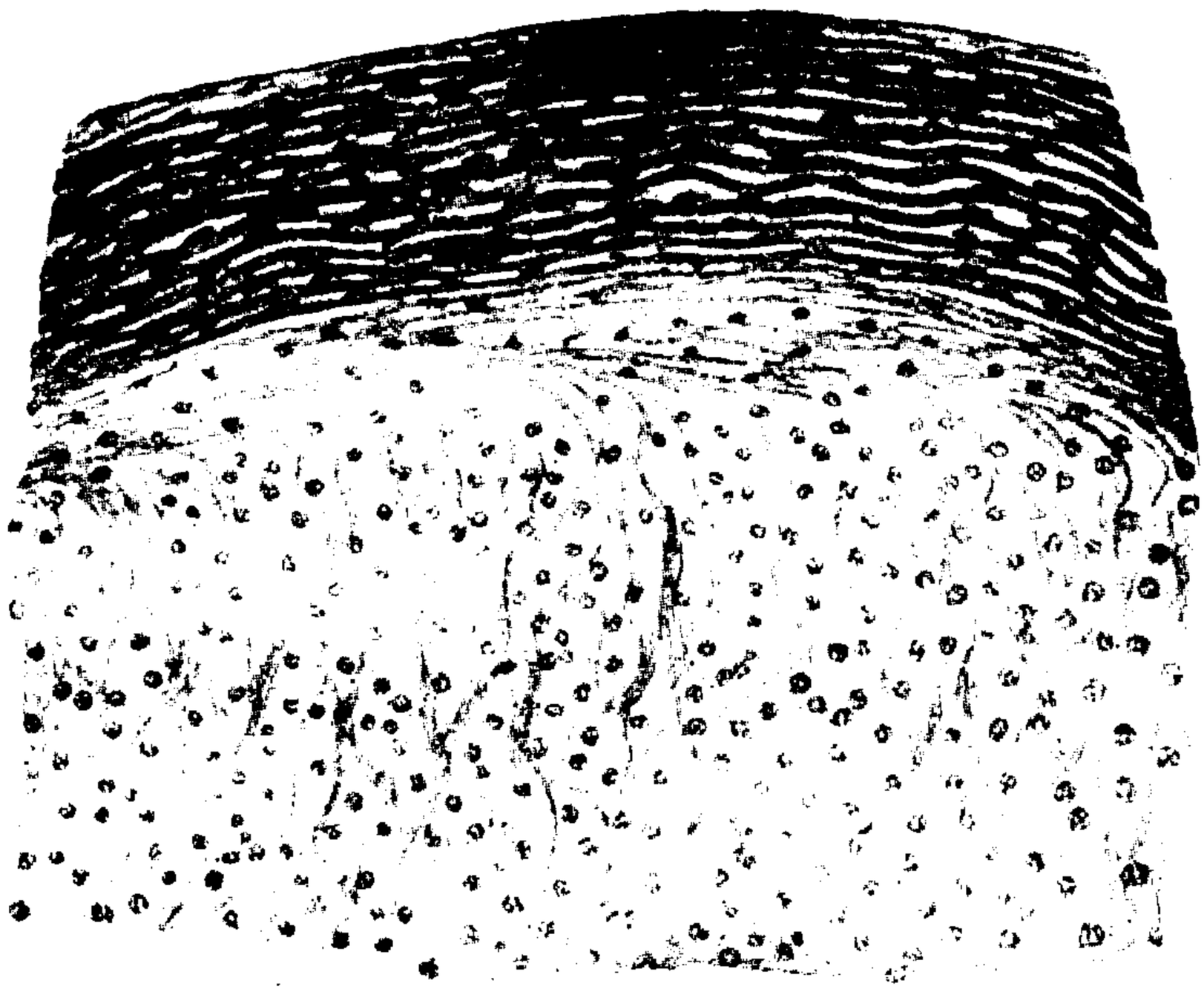
Фиг. 88. Разщипанное сухожиліе изъ хвоста мыши. Уплотн. Мюллеровской жидк. Окраска карминомъ; *a* — цѣпочки клѣтокъ. Ранвье. Малое увелич.

Посмотримъ, что можно видѣть на изготовленныхъ такъ препаратахъ. Сутокъ черезъ 2—3 можно иглами расщипывать сухожилія. У лягушекъ отрѣзаютъ кусочекъ сухожилія, промываютъ немного въ водѣ и затѣмъ красятъ однимъ изъ карминовъ. Видны почти исключительно одни волнистые, составленные изъ тончайшихъ фибрилль, болѣе или менѣе окрашенные въ розовый цвѣтъ, пучки клей-дающихъ волоконъ фиг. 86; лишь изрѣдка попадаются угловатыя или веретенообразные фибро-



Фиг. 89. Продольный разрѣзъ черезъ сухожиліе овцы. Видны соединительно-тканныя волокна, сложенныя изъ фибрилль и клѣтки Ранвье съ пластинками Ув. 450. Формалинъ, продольный разрѣзъ послѣ заливки целлоидиномъ или замораживанія, окраска гемалауномъ. (Краузе).

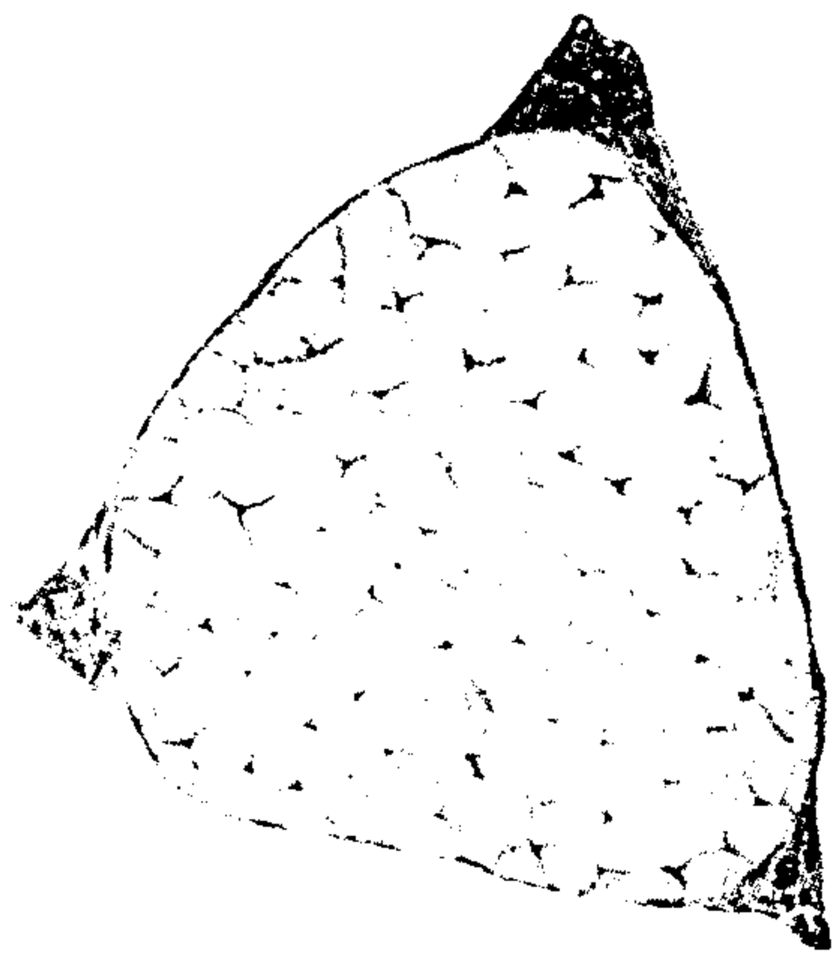
бласты. То же самое будетъ видно и у мышей (въ хвостѣ), съ той только разницею, что между пучками будутъ видны сухожильныя тѣльца, или клѣтки Ранвье, похожія на развернутую книгу, своими листами охватывающія пучки (фиг. 87—89). Изъ сесамоидныхъ узелковъ надобно изготовить тонкіе разрѣзы и убѣдиться на нихъ, что клѣтки здѣсь такъ же лежатъ между



Фиг. 90. Разрѣзъ черезъ сесамовидный узелокъ въ Ахилловомъ сухожиліи лягушки. Формалинъ. Срѣзъ черезъ замороженый или пропитанный препаратъ. Окраска Біонди. Видны пучки соединительной ткани и гнѣзда большихъ пузырчатыхъ клѣтокъ. Ув. 150. (Краузе).

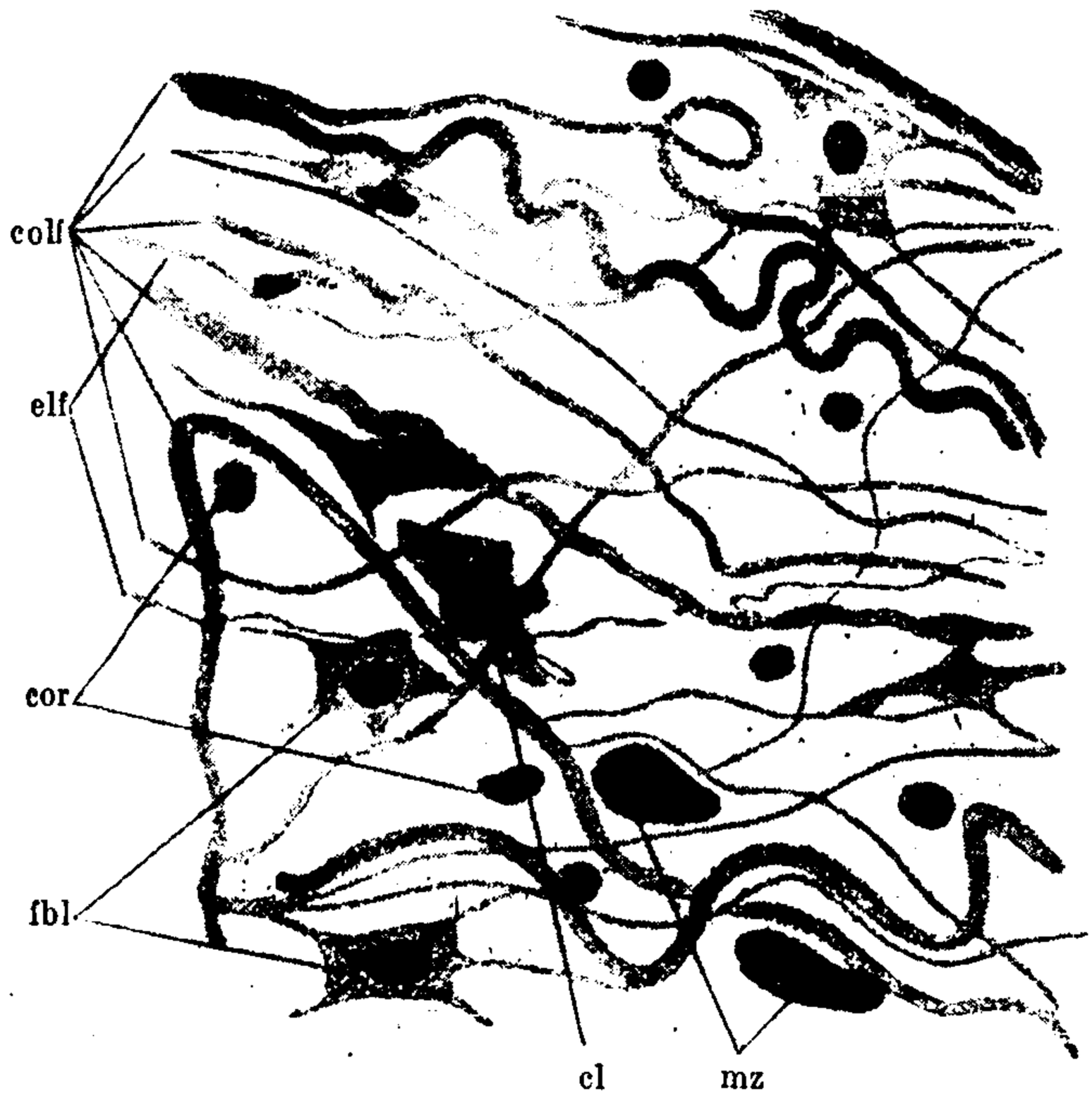
пучками и волокнами и имѣютъ видъ шариковъ или пузырьковъ, охваченныхъ тонкой сумкой или оболочкой, дающей органу его плотную консистенцію (фиг. 90). Очень разнообразная картина будетъ видна на отечныхъ пузыряхъ. Соединительно-тканныя волокна здѣсь сильно раздвинуты другъ отъ друга; болѣе тонкія однородныя и сильнѣе окрашенныя суть эластическія волокна. Ихъ можно сдѣлать болѣе отчетливо вид-

ными, прибавивши къ препарату каплю уксусной кислоты. Изъ клѣтокъ прежде всего бросаются въ глаза большія плоскія, то похожія на веретена, то угловатыя и снабженныя отростками—*стойкія клѣтки*. Отростки прилегаютъ часто къ пучкамъ. Другой видъ будутъ *Эрлиховскія тучныя клѣтки* съ округлымъ или овальнымъ тѣломъ, съ окрашенными внутри ихъ тѣла зернышками. Воспринимая изъ раствора Біонди метильгрюнъ, клѣтки эти получаютъ синефіолетовую окраску. Онѣ очень многочисленны въ препаратѣ. Затѣмъ въ препаратѣ часто встрѣчаются *блуждающія клѣтки* съ неправильными очертаніями, различной величины и формы. Далѣе слѣдуютъ *клазматоциты*, угловатыя, отростчатыя клѣтки съ зернистостью, окрашенной фуксиномъ; повидимому, это успокоившіяся блуждающія клѣтки. Сюда же относятся *эозинофильныя клѣтки*, мелкія, съ полиморфнымъ ядромъ въ видѣ кольца, колбаски и т. д., окрашеннымъ въ зеленый цвѣтъ; въ протоплазмѣ ихъ — многочисленныя мелкія оранжево-желтыя зернышки.



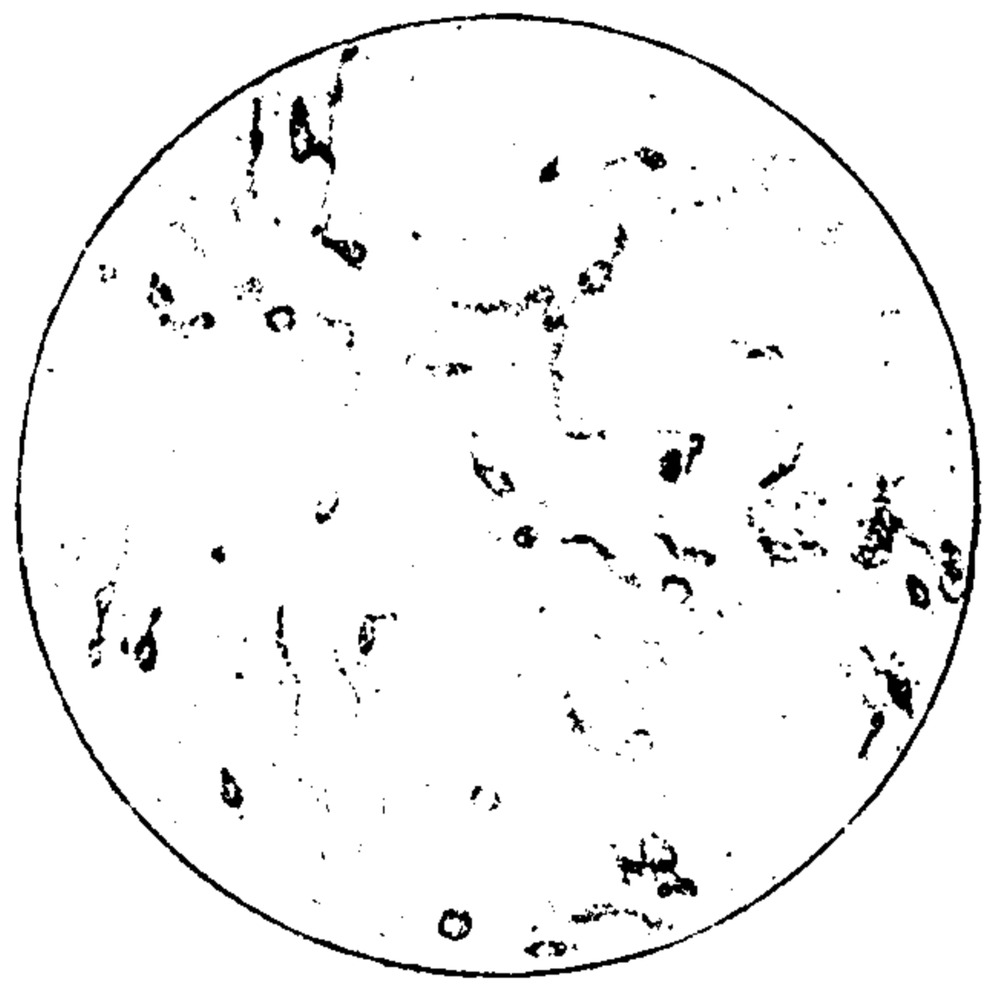
Фиг. 91. Поперечный разрѣзъ черезъ сухожиліе овцы. Формалинъ. Замороженый или залитой срѣзъ. Гематоксилинъ. Видна, окружающая сухожиліе, оболочка (перитеноній), посылающая внутрь сухожилія листки. Между волокнами видны звѣздчатыя клѣтки.

На такихъ же срѣзахъ можно избирательно окрасить жировыя клѣтки, здѣсь часто встрѣчающіяся и эластическія волокна. Для первыхъ производятъ окраску лучше всего шарлахомъ (Fettponceau), причемъ жир. клѣтки выдѣляются изъ общей массы препарата своимъ малиновымъ цвѣтомъ, шарообразной формой, расположеніемъ группами и относительно большими размѣрами. Для окраски эластическихъ волоконъ могутъ



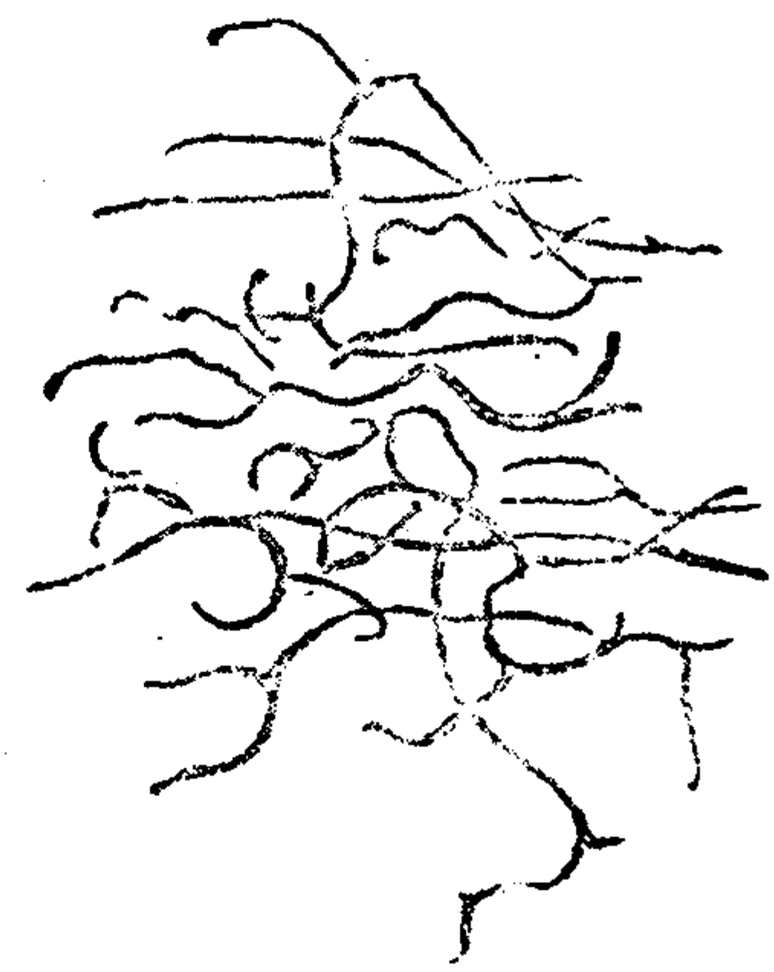
Фиг. 92. Подкожная клѣтчатка бѣлой крысы. Шприцемъ иньецируютъ 3% раств. сулемы въ клѣтчатку кожи убитой крысы. Пузырь вырѣзаютъ и, расправивъ на восковой пластинкѣ, кладутъ въ 3% сулему на 2—3 часа. Разрѣзъ на микротомѣ, окраска краской Біонди. Видны клейдающія (colf) и упругія (elf) волокна; фибробласты (fbl), тучныя клѣтки (mz), клазматоциты (cl) и эозинофильныя клѣтки (cor). Ув. 650.

быть употреблены различные способы. Хорошей краской можетъ служить орсеинъ (орсеина 0, 25, алкоголя 40, воды дест. 15 к. с.; окраска около 12 час., промывка водой подкисленной соляной или азотной кислотой, бальзамъ) и резорцинъ фуксинъ (200 куб. с. 1% фуксина + 4 грамма резорцина нагрѣваютъ до кипѣнія и прибавляютъ 25 к. с. liquor ferri sesquichl., фильтруютъ. Объемистый осадокъ вмѣстѣ

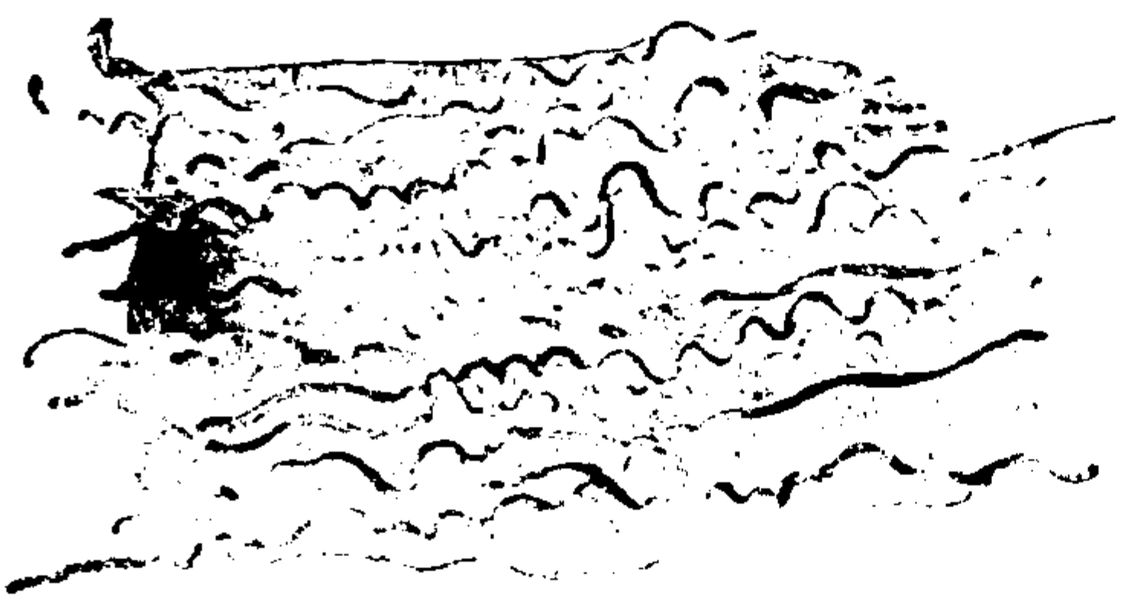


Фиг. 93. Эрлиховскія тучныя клѣтки изъ языка лягушки. Спиртъ метиленовая синь. Небольш. увелич.

съ фильтромъ помѣщаютъ въ чашку съ 200 к. с. крѣпкаго алкоголя и нагрѣваютъ до кипѣнія на водяной банѣ, фильтруютъ, къ фильтрату прибавляютъ 4 к. с. соляной кислоты и все дополняютъ 95% спиртомъ до 200 к. с.); въ продолженіе 10—30 минутъ резорцинъ фуксинъ (какъ и орсеинъ) окрашиваетъ упругія волокна въ черный цвѣтъ; соединительная ткань слабо-синяя, хрящи красноватые, избытокъ краски удаляютъ 95% спиртомъ. — Очень хорошо сѣти эластическихъ волоконъ окрашиваются на целлоидинныхъ разрѣзахъ кожи, фиксированной формалиномъ, или спиртомъ.—Кусокъ затылочной связки быка покупаютъ въ мясной лавкѣ, разрѣзаютъ на маленькіе кусочки и кладутъ въ Мюллеровскую жидкость. Черезъ сутки отрѣзаютъ маленькій кусочекъ и расщипываютъ въ каплѣ глицерина или левулезы безъ всякой окраски. Видны исключительно одни эластическія волокна со всѣми ихъ характерными признаками. Изъ уплотненныхъ болѣе продолжительный срокъ кусковъ полезно изготовить поперечные разрѣзы (целлоидинъ или парафинъ).



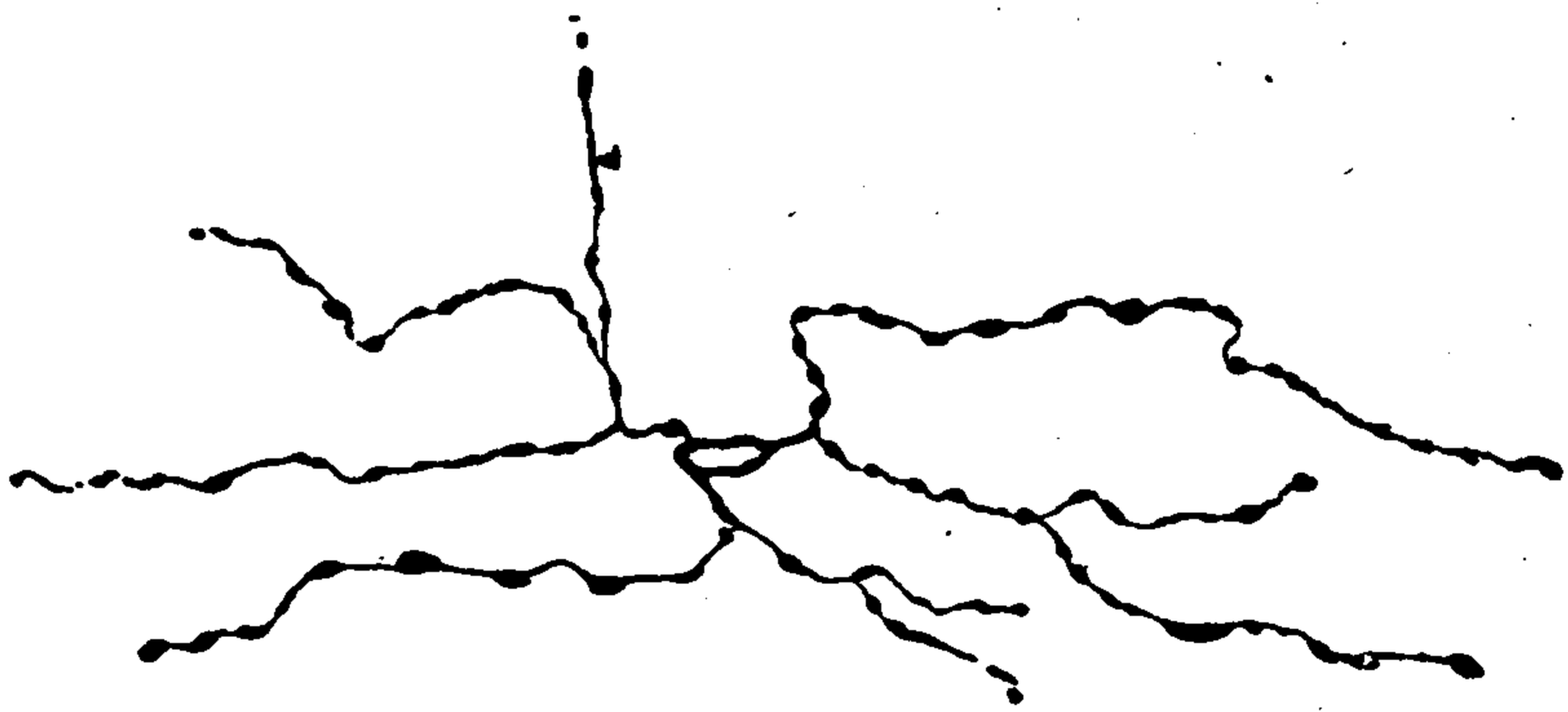
Фиг. 94. Эластическія волокна изъ затылочной связки быка. Разщ. преп. Небольш. увелич.



Фиг. 95. Эластическія волокна въ стѣнкѣ артеріи. Окраска орсеиномъ. Средн. увелич.

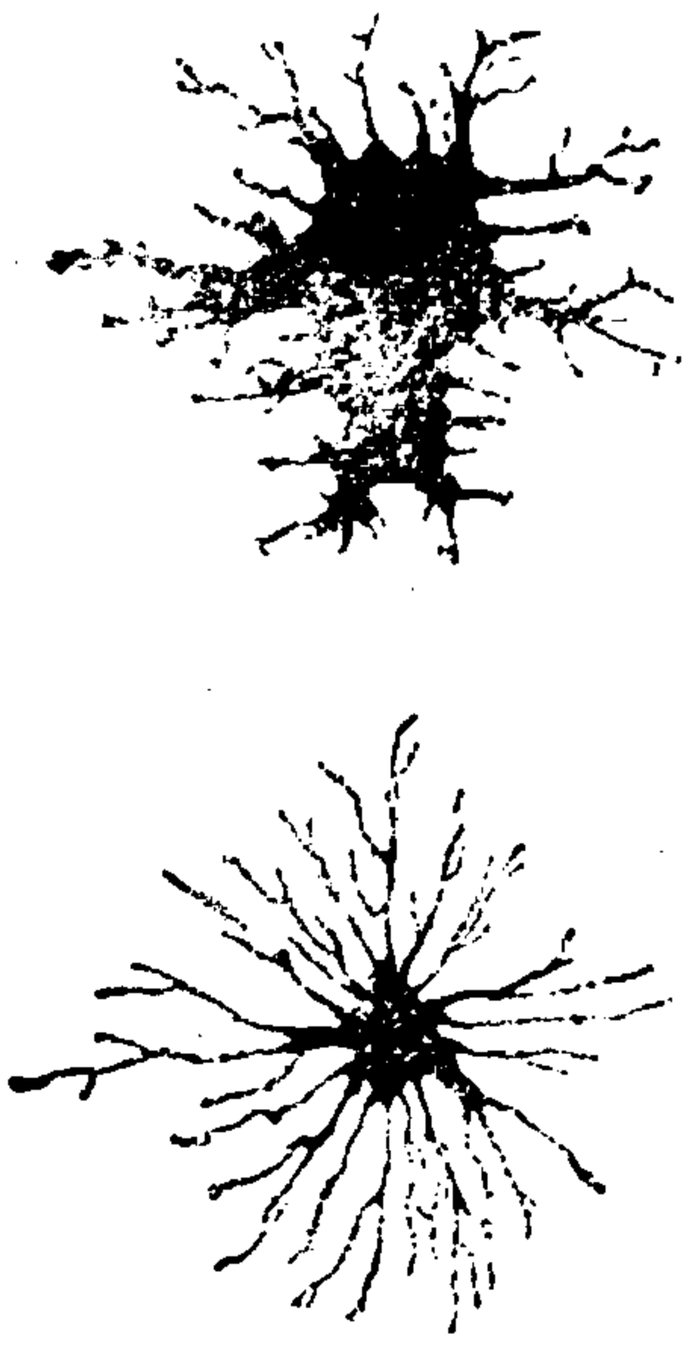
Изъ фиксированныхъ брыжжеекъ и сальниковъ вырѣзаютъ ножницами небольшіе куски, окрашиваютъ ихъ карминомъ или гематоксилиномъ и возможно

правильно расправляютъ въ каплѣ глицерина или левулезы. Видны перекрещенные пучки волоконъ, ядра



Фиг. 96. Клазматоцитъ изъ брыжжейки тритона. Ув. 120 (по Турне).

эндотеліальныхъ клѣтокъ, обычно веретенообразныя стойкія клѣтки, жировыя клѣтки, около сосудовъ зернистыя плазматическія клѣтки Эрлиха. У лягушекъ очень часто попадаются звѣздчатыя пигментныя клѣтки (хроматофоры). Подобныя хроматофоры можно найти на днѣ глаза (лягушка), на чешуйкахъ костистыхъ рыбъ, въ мягкой мозговой оболочкѣ овцы и т. д.



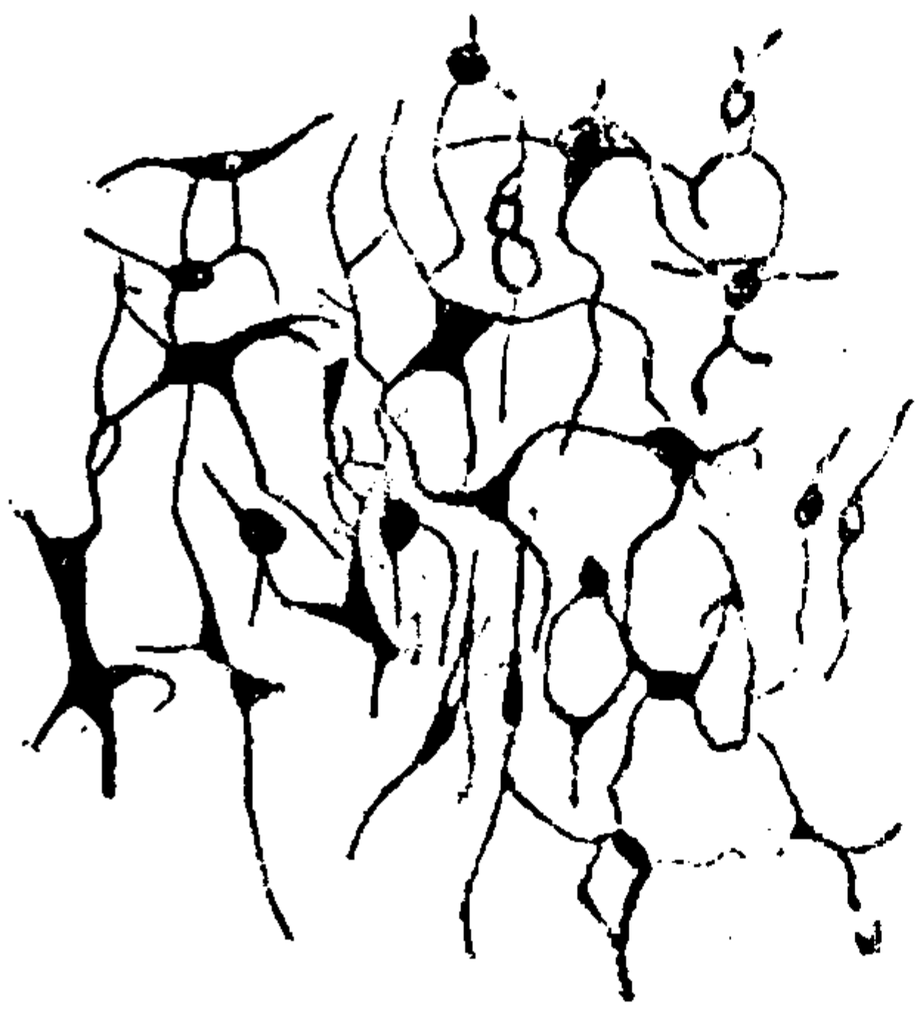
Фиг. 97. Хроматофоры (пигментныя клѣтки) золотой рыбки въ расправленномъ видѣ.

Для изслѣдованія *ретикулярной или сѣтчатой соединительной ткани* удобнѣе всего пользоваться лимфатическими железами различныхъ млекопитающихъ животныхъ. Болѣе трудно получить хорошій препаратъ изъ селезенки. Изъ разнообразныхъ способовъ укажемъ на слѣдующіе, болѣе простые. Куски железъ (селезенки) кладутъ въ слабый спиртъ (35—60%), такъ, чтобы они были только закрыты спиртомъ. Послѣдній можетъ быть замѣненъ Мюллеровской

жидкостью. На слѣдующій день, когда куски еще совершенно мягки, изъ нихъ острой бритвой отъ руки приготовляютъ безъ всякихъ заливокъ разрѣзы, настолько тонкіе, насколько хватаетъ умѣнья и возможности. Разрѣзы переносятъ въ пробирку, наполовину наполненную водою, и встряхиваютъ ихъ, заткнувши отверстіе пробирки большимъ пальцемъ руки. При удачѣ вода становится мутной, а разрѣзы прозрачными. Ихъ выливаютъ въ чашку или большое часовое стекло, возможно чистыя; вылавливаютъ затѣмъ шпателемъ и переносятъ на предметное стекло, гдѣ и расправляютъ разрѣзъ возможно тщательно въ каплѣ воды или глицерина. Смотря по роду и возрасту животнаго, видна на прозрачныхъ

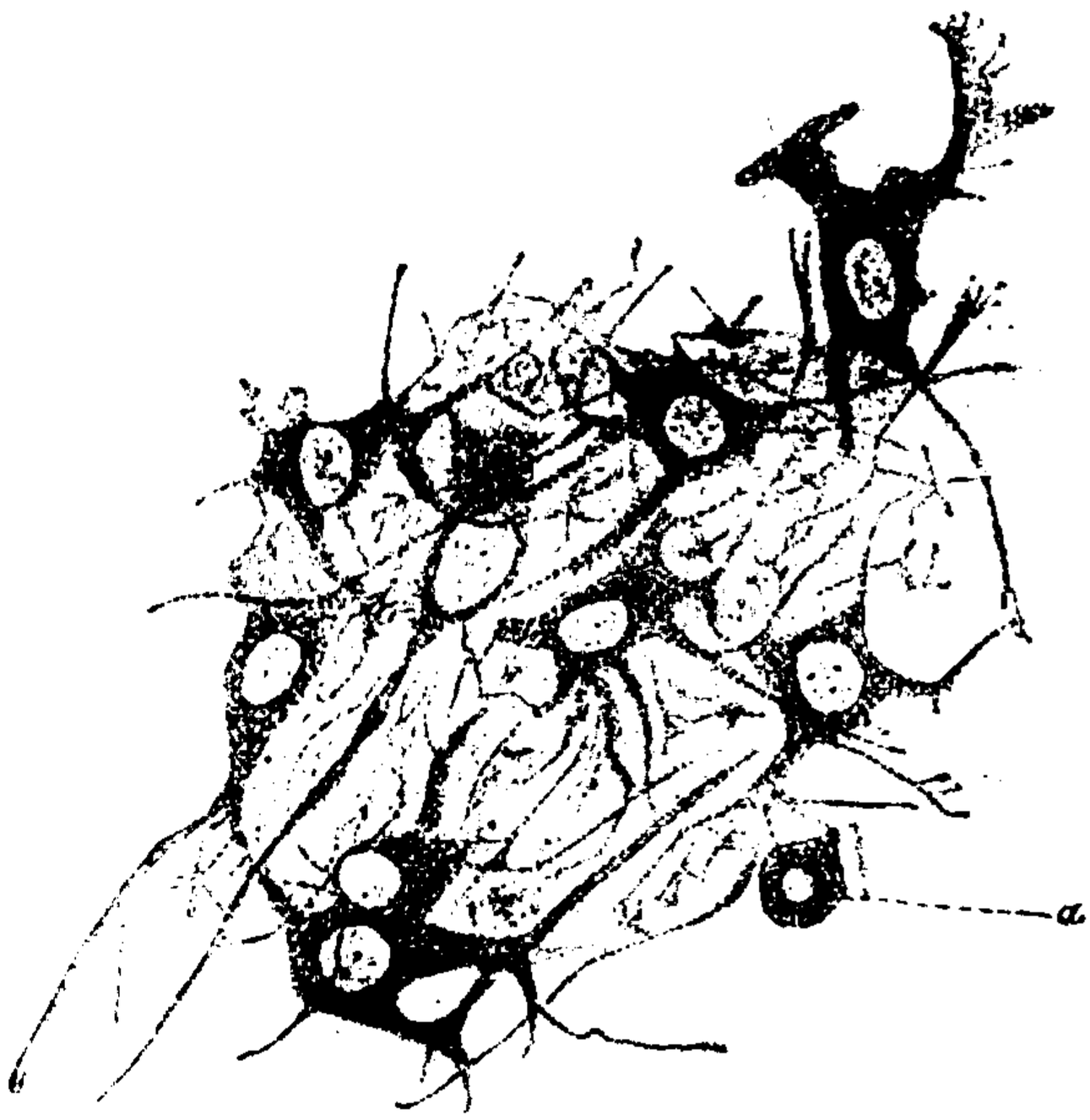
Фиг. 98. Ретикулярная ткань изъ лимфатической железы кошки. Формалинъ, замороженый срѣзъ, іодъ въ іодистомъ каліи, хлористое золото, канадскій бальзамъ. Видны звѣздчатыя клѣтки остова. Ув. 600. (Краузе).

мѣстахъ препарата или сѣть изъ нѣжныхъ звѣздчатыхъ клѣтокъ (фиг. 98), или сѣть изъ тонкихъ волоконъ и нитей безъ клѣтокъ, или, наконецъ, видна сѣть изъ волоконъ, къ перекрестамъ которой прилегаютъ плоскія нѣжныя клѣтки. На болѣе толстыхъ частяхъ препарата сѣть заполнена круглыми лимфоцитами и потому или вовсе не различима, или видима только очень несовершенно. Болѣе замыслова-



Фиг. 99. Клѣтки эмбріональной соединительной ткани изъ пупочнаго канатика собаки. Ранняя фаза развитія. Слизистая масса и волокна не нарисованы. Слабое увеличеніе.

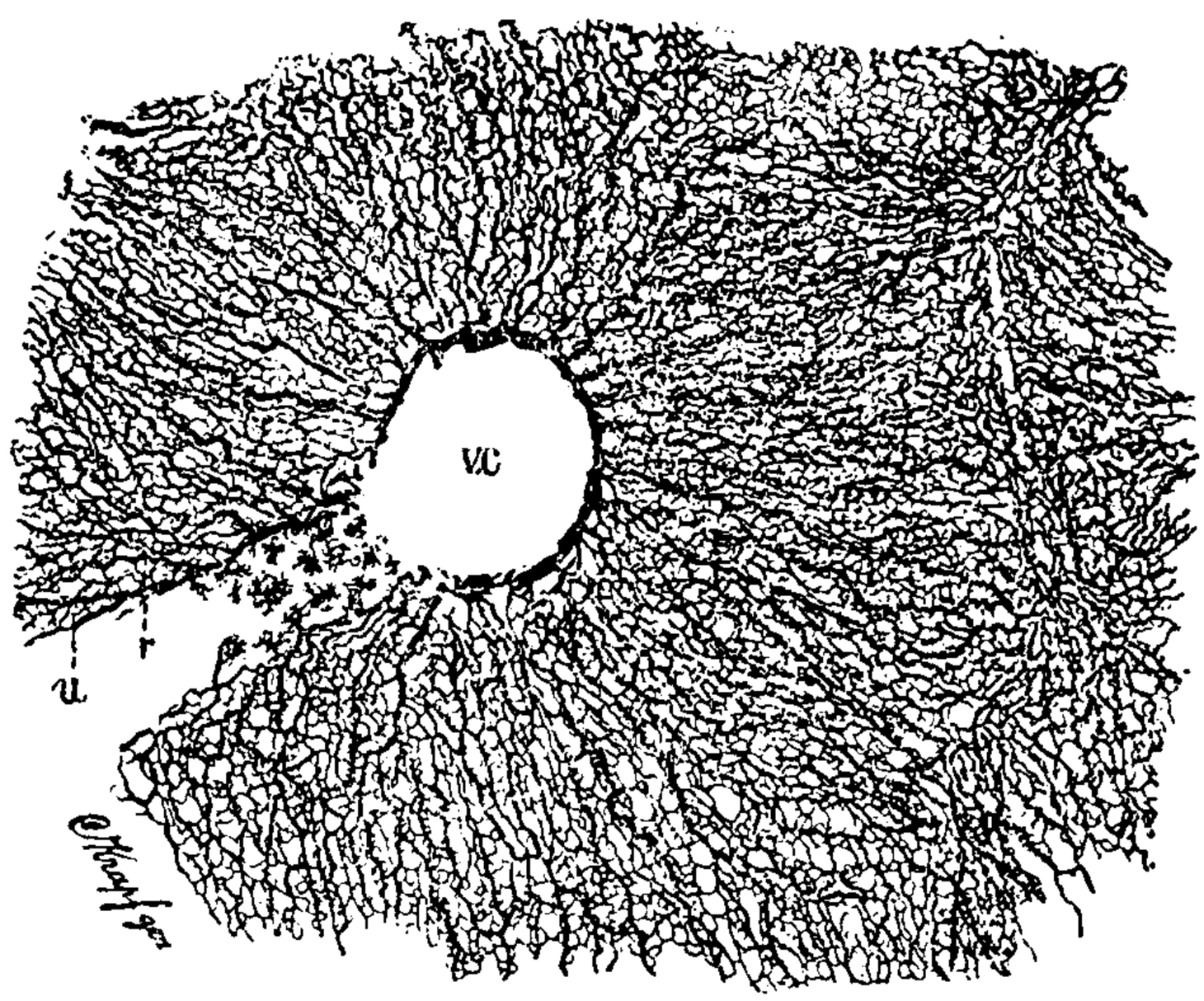
тый способъ состоитъ въ томъ, что железу фиксируютъ въ 4—5% формалинѣ и черезъ сутки изготовляютъ на микротомѣ замороженные разрѣзы, которые обрабатываются растворомъ соды въ іодистомъ кали и хлористымъ золотомъ. Срѣзы помѣщаютъ на 30 минутъ въ растворѣ іода въ іодистомъ каліи (см. стр. 80), разведенный пополамъ водой и затѣмъ послѣ быстраго ополаскиванія переносятъ на столько же времени въ 0, 2% хлористаго золота, гдѣ они окрашиваются въ желтый цвѣтъ. Послѣ промывки водой, разрѣзы переводятся въ 2% растворъ резорцина около 1—2 часовъ; затѣмъ ихъ промываютъ въ 5% растворѣ гипосульфита въ продолженіе 10—20 минутъ, для удаленія не возстановленнаго золота, и заключаютъ въ левулезу или бальзамъ. Получается красивый препаратъ съ краснымъ остовомъ ретикулы.



Фиг. 100. Кусокъ большого сальника отъ зародыша овцы въ 7 сант. длиною. Фикс. осміевой кислотой. Окраска сафраниномъ. Среднее увеличеніе.

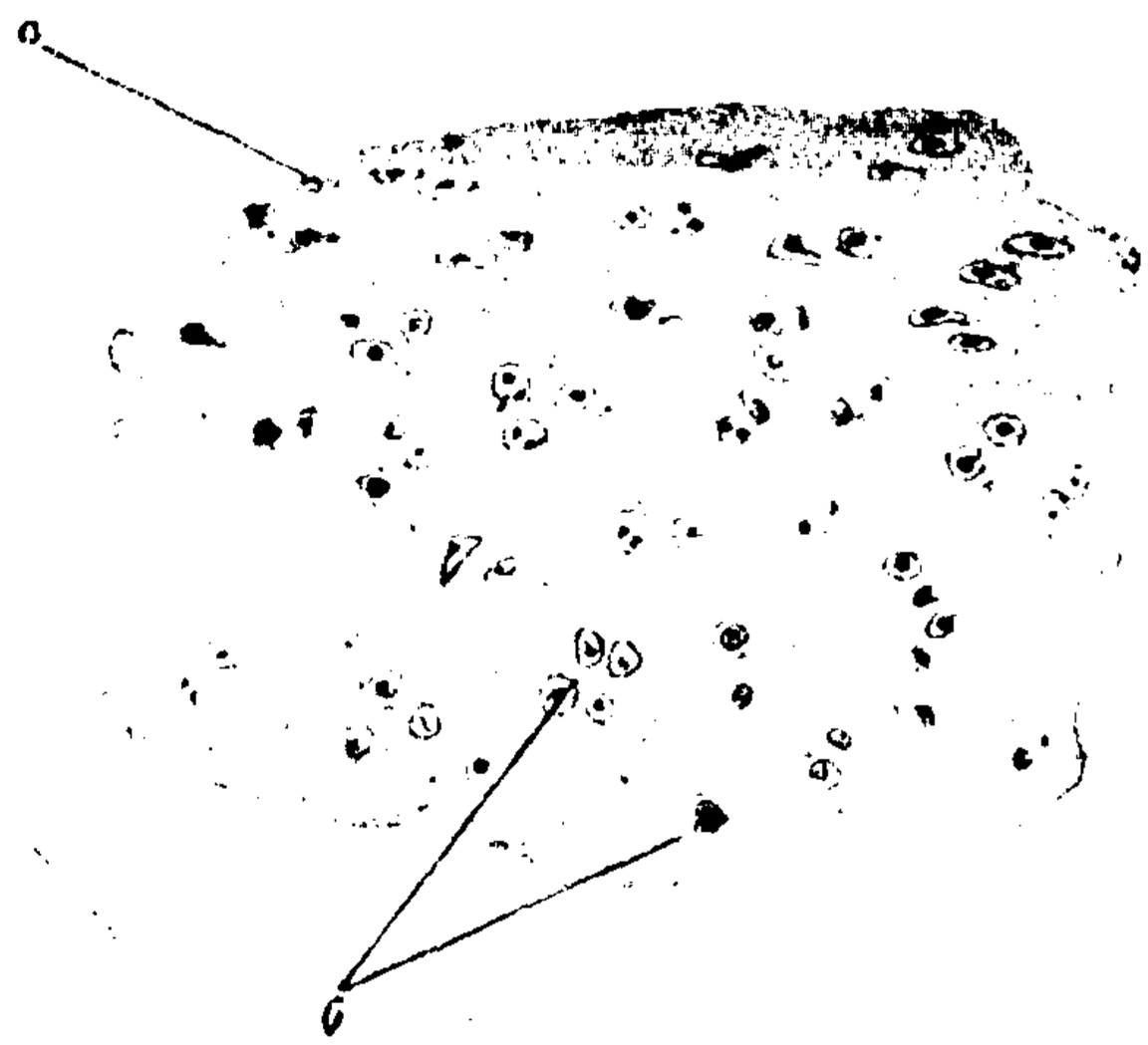
Для фиксаціи слизистой соединитель-

ной ткани служитъ такъ же Мюллеровская жидкость. Въ нее помѣщаютъ куски, длиною въ суставъ пальца, пуповины какого-нибудь млекопитающаго (овцы, собаки, свиньи и т. д.), и на слѣдующій день уже можно ножницами вырѣзать комочки слизи изъ вскрытыхъ вдоль кусковъ и окрашивать эти комочки карминомъ. По окраскѣ и промывкѣ комочекъ расплющиваютъ покровнымъ стекломъ въ каплѣ глицерина или левулезы. Видны звѣздчатыя и округлыя клѣтки, волокна и слизистая масса. Надобно брать пуповины отъ маленькихъ зародышей, чтобы видѣть подобную картину; у большихъ эмбріоновъ клѣтокъ и массы мало, преобладаютъ волокна. Интересно сравнить картины слизистой ткани въ хвостѣ головастиковъ, лягушекъ, съ картинами у млекопитающихъ. У головастиковъ ткань эта помѣщается въ плавникахъ хвоста тотчасъ подъ эпидермой. Обработка та же самая. Здѣсь ткань состоитъ изъ сѣти звѣздчатыхъ клѣтокъ, заключенныя въ слизи; у млекопитающихъ такая картина бываетъ видна только въ ранніе періоды развитія. Можно изъ пуповины и хвостовъ головастиковъ изготовлять разрѣзы (формалинъ, Ценкер. жид. и т. д., пропитываніе целлоидиномъ или замораживаніе, различныя окраски).



Фиг. 101. Рѣшетчатыя волокна изъ человѣческой печени. *VC* — центральная вена дольки; *i* — край дольки; *r*—радіальныя волокна; *u*—оплетающія волокна (по Оппелю).

Въ заключеніе укажемъ еще на помянутую выше (стр. 81) краску Ванъ-Гисона, которая даетъ очень красивыя картины при окраскѣ соединительно-тканныхъ образованій, особенно тамъ, гдѣ вмѣстѣ съ соединительной находятся и другія ткани. Относительно такъ наз. рѣшетчатыхъ волоконъ замѣтимъ здѣсь, что всего легче ихъ обнаружить въ печени, импрегнируя куски ея по способу Гольджи-Кахаля. Методъ этой импрегнаціи будетъ описанъ ниже (см. нервная ткань, стр. 176).



Фиг. 102. Стекловидный хрящъ собаки; *а*—болѣе поверхностныя, *б*—болѣе глубокія клѣтки лежащія въ капсулахъ. Небольшое увеличеніе.

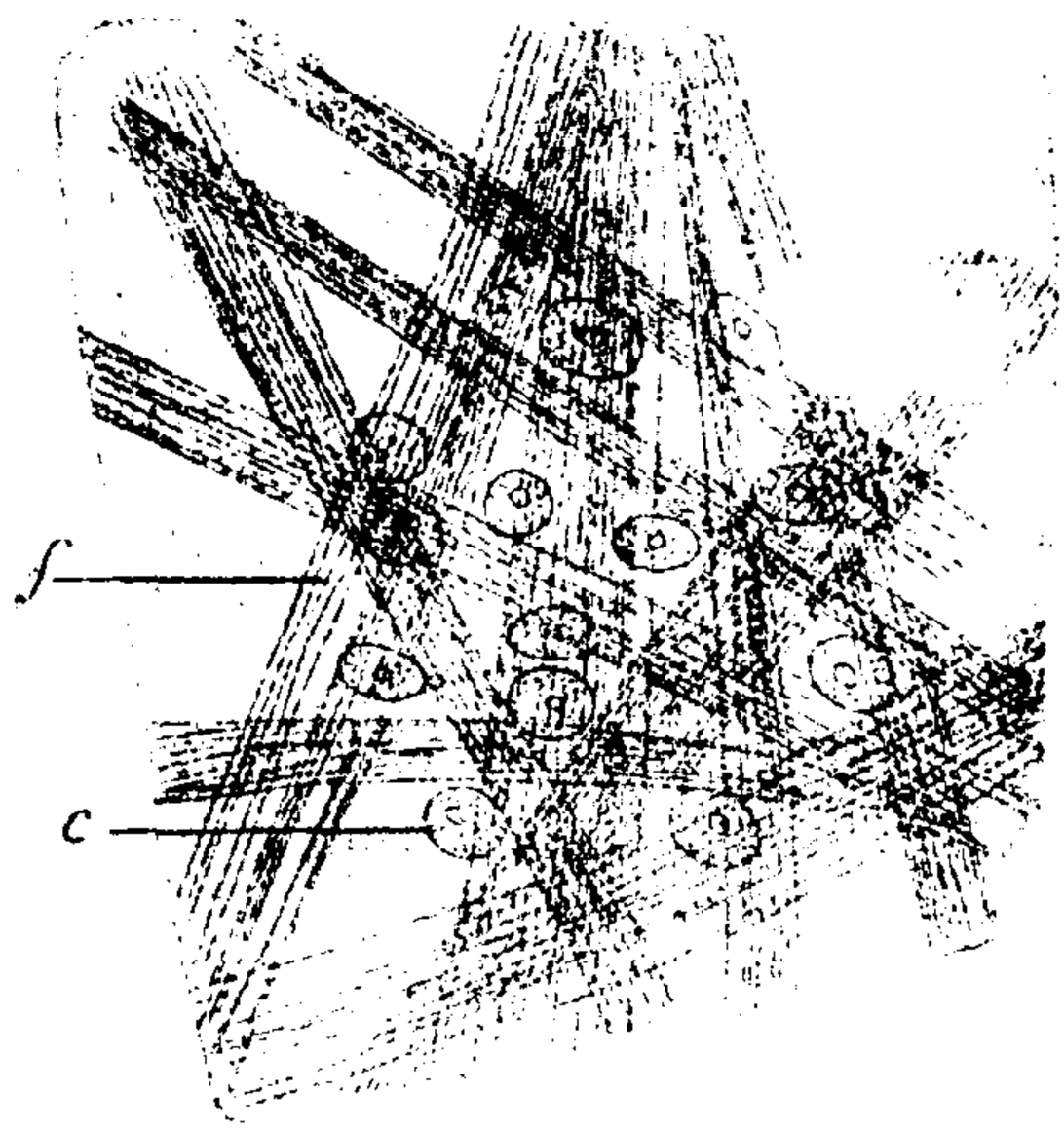
Для изслѣдованія гіалиноваго хряща въ свѣжемъ состояніи очень пригодна тонкая пластинка этого хряща, которой заканчивается грудина у лягушки. Чтобы получить возможно прозрачный тонкій препаратъ, конечно, нужно выбрать очень маленькую лягушку. По убіеніи отрѣзаютъ у нея ножницами эту пластину и изслѣдуютъ въ каплѣ физіологическаго раствора или Рингеровской жидкости. Очень ясно и хорошо видны свѣтлыя крупныя клѣтки съ ядрами въ серединѣ и свѣтлымъ ободкомъ капсулы, видна хорошо волокнистая надхрящница. Изъ болѣе объемистыхъ хрящей млекопитающихъ легко изготовить сухой бритвой тонкіе разрѣзы отъ руки, не подвергая хрящъ никакой предварительной обработкѣ. На такихъ разрѣзахъ легко убѣдиться въ существованіи внутри клѣтокъ капелекъ и глыбокъ гликогена, прибавляя къ сухому препарату

на стеклѣ раствора іода въ іодистомъ кали. Глыбки при этомъ принимаютъ цвѣтъ краснаго дерева или крѣпкаго настоя чая. Если къ такому разрѣзу прибавить раствора Fettponceau или осміевой кислоты, то внутри клѣтокъ обнаружатся красныя или черныя капли жира. Такіе разрѣзы, вымоченные болѣе или менѣе продолжительное время въ крѣпкомъ растворѣ (10%—15%) поваренной соли, позволятъ различить во-

Фиг. 103. Хрящевыя клѣтки изъ ребернаго хряща молодой морской свинки. Флеммингoвская жидкость. Разрѣзы окрашены смѣсью Біонди. Видны клѣтки съ вакуолями, гдѣ находился гликогенъ и черныя зерна (отъ осмія) жира. Ув. 600. (Краузе).

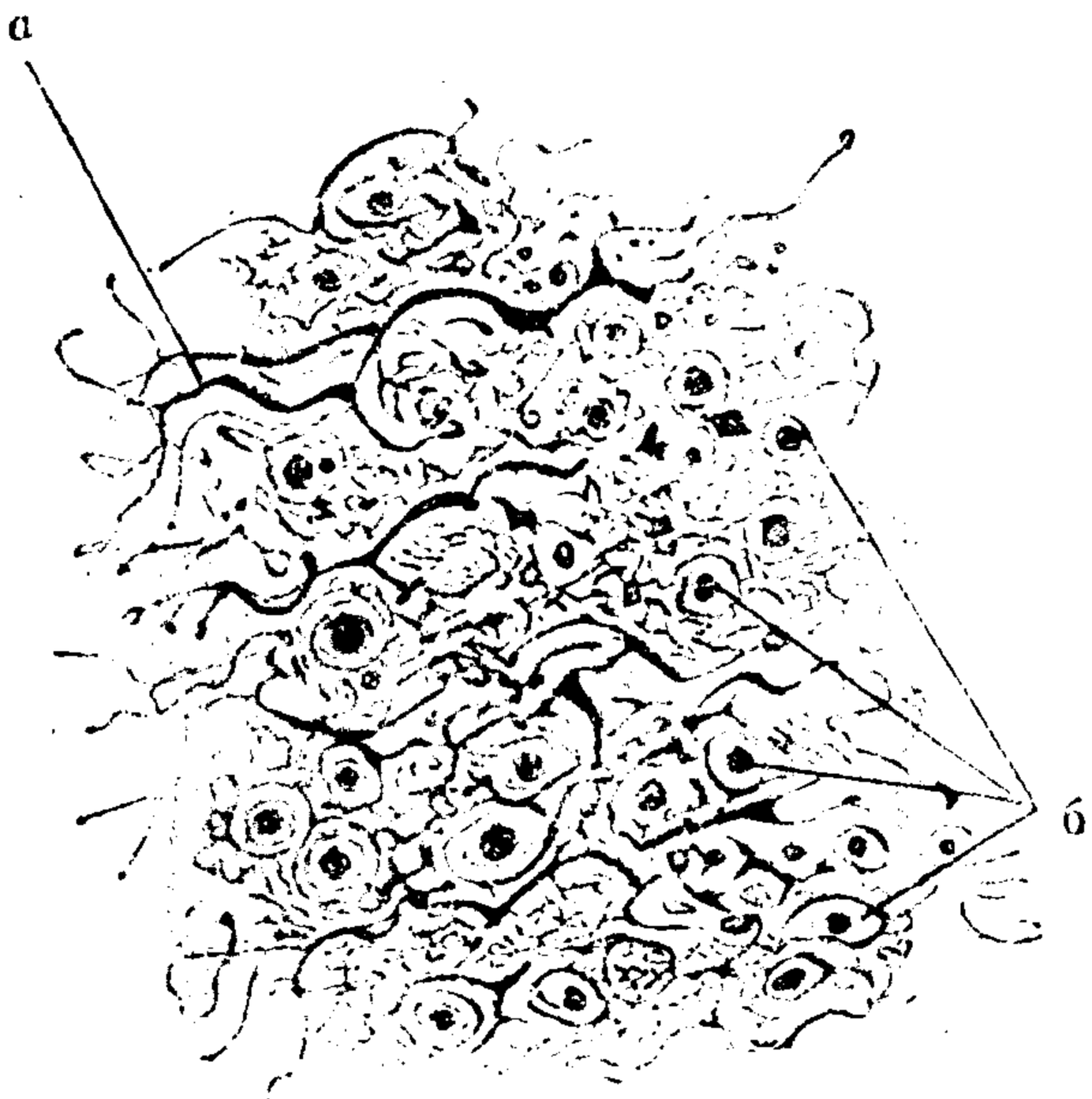
локнистую структуру основного вещества, которое въ свѣжемъ состояніи представляется болѣе или менѣе однороднымъ или матовымъ. Для изготовленія фиксированныхъ препаратовъ болѣе или менѣе пригодны растворы формалина (4—10%), Флеммингoвская жидкость, смѣсь алкоголя и формалина, водный насыщенный растворъ пикриновой кислоты и т. д. Большинство фиксирующихъ жидкостей уродуетъ, однако, клѣтки и

заставляютъ ихъ сморщиваться въ ихъ капсулахъ. Тонкіе разрѣзы удается изготовлять безъ всякихъ заливокъ, прямо отъ руки, или же зажавши кусокъ хряща винтами между пластинками столика микротома. Удобно, конечно, заморозить такой кусокъ на этомъ столикѣ; изъ такого болѣе твердаго куска легче изготовить большіе тонкіе разрѣзы, и онъ самъ по себѣ будетъ крѣпко держаться на столикѣ. Очень важно при изслѣдованіи гіалиноваго хряща у одного и того же животнаго сравнить хрящи, взятые изъ разныхъ мѣстъ тѣла — реберные съ лопаточными и суставными. Всѣ они обыкновенно представляютъ нѣкоторыя типическія различія въ строеніи, повидимому, соотвѣтствующія разнымъ степенямъ развитія. Такъ, въ реберномъ часто относительно преобладаютъ клѣтки надъ промежуточнымъ веществомъ, въ лопаточномъ (быкъ, теленокъ и т. д.), наоборотъ. Необходимо такъ же сравнить между собою поверхностныя, близкія къ надхрящницѣ, и глубокія части между собою. Въ первыхъ клѣтки располагаются параллельно поверхности и лежатъ поодиночкѣ въ капсулахъ; въ глубокихъ—видны часто (лопаточные хрящи, суставные хрящи ногъ отъ теленка) материнскія капсулы, заключающія въ себѣ дочернія, видны территоріи.—Для окрасокъ особенно пригодны двойныя окраски гематоксилиномъ и пикриновой кислотой, мети-



Фиг. 104. Фибрилли въ основномъ веществѣ гіалиноваго хряща. Хрящъ изъ сустава ноги утки; *c* — клѣтки, *f*—пучки фибриллей (по О. ванъ-деръ Штрихту).

леновой синью и пикрофуксиномъ, или краской Ванъ-Гисона и т. д. На такъ окрашенныхъ препаратахъ хорошо выступаютъ въ клѣткахъ ихъ болѣе тонкая структура (нитчатая протоплазма и ядрышки въ ядрахъ), въ промежуточномъ веществѣ распаденіе на территоріи, гдѣ оно выражено, хондриновые комья около капсулъ и т. д. Красятъ сильно гематоксилиномъ Бемера, промываютъ немного водой и кладутъ на короткое время въ пикриновую кислоту (окраска въ синій цвѣтъ комьевъ и хондромукоида); красятъ сильно ($^1/_8$ $^1/_2$%раств.), метиленовой синью, промывка и затѣмъ 1—2 минуты пикрофуксинъ; красками Біонди и Ванъ-Гисона лучше красить разрѣзы съ надхрящницей, чтобы видѣть ея отношеніе къ основному веществу, куда соединительно-тканныя волокна погружаются и гдѣ исчезаютъ.

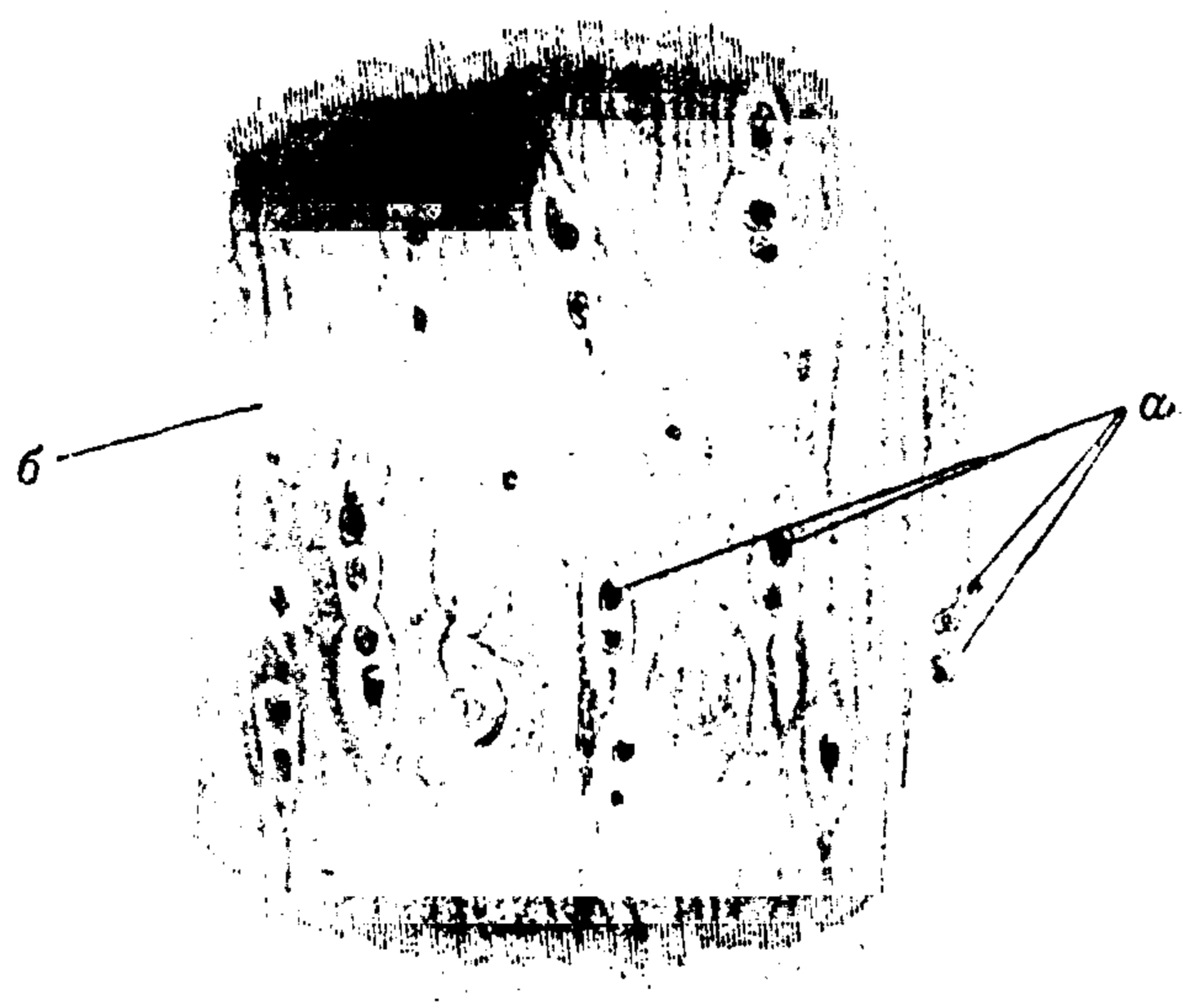


Фиг. 105. Эластическій хрящъ изъ уха теленка; *а*—эластическія волокна; *б*—хрящевыя клѣтки, видны клѣтки и капсулы. Небольшое увелич. Мюллер. жидк.

Для изготовленія препаратовъ эластическаго или сѣтчатаго хряща, необходимо имѣть ушную раковину, или надгортанникъ, какого-нибудь довольно крупнаго млекопитающаго (собаки, теленка, овцы и т. д.). Въ ушной раковинѣ эластическія волокна особенно хорошо выражены въ ея мочкѣ и тонки и незначительны (собака, кроликъ) въ висячей части. Освобождаютъ отъ

кожи мочку, разрѣзаютъ на куски (около $^1/_4$—$^1/_2$ сант. сторона) и фиксируютъ въ формалинѣ (4%), Мюллеровской или Ценкеровской жидкости, пикриновой кислотѣ и т. д. Изготовляютъ разрѣзы, очень тонкіе, или отъ руки, или на микротомѣ.

Куски могутъ быть для микротома или заморожены, или, безъ всякаго пропитыванія, погружены въ растопленный спермацетъ, чтобы ихъ держало прочно на столикѣ.

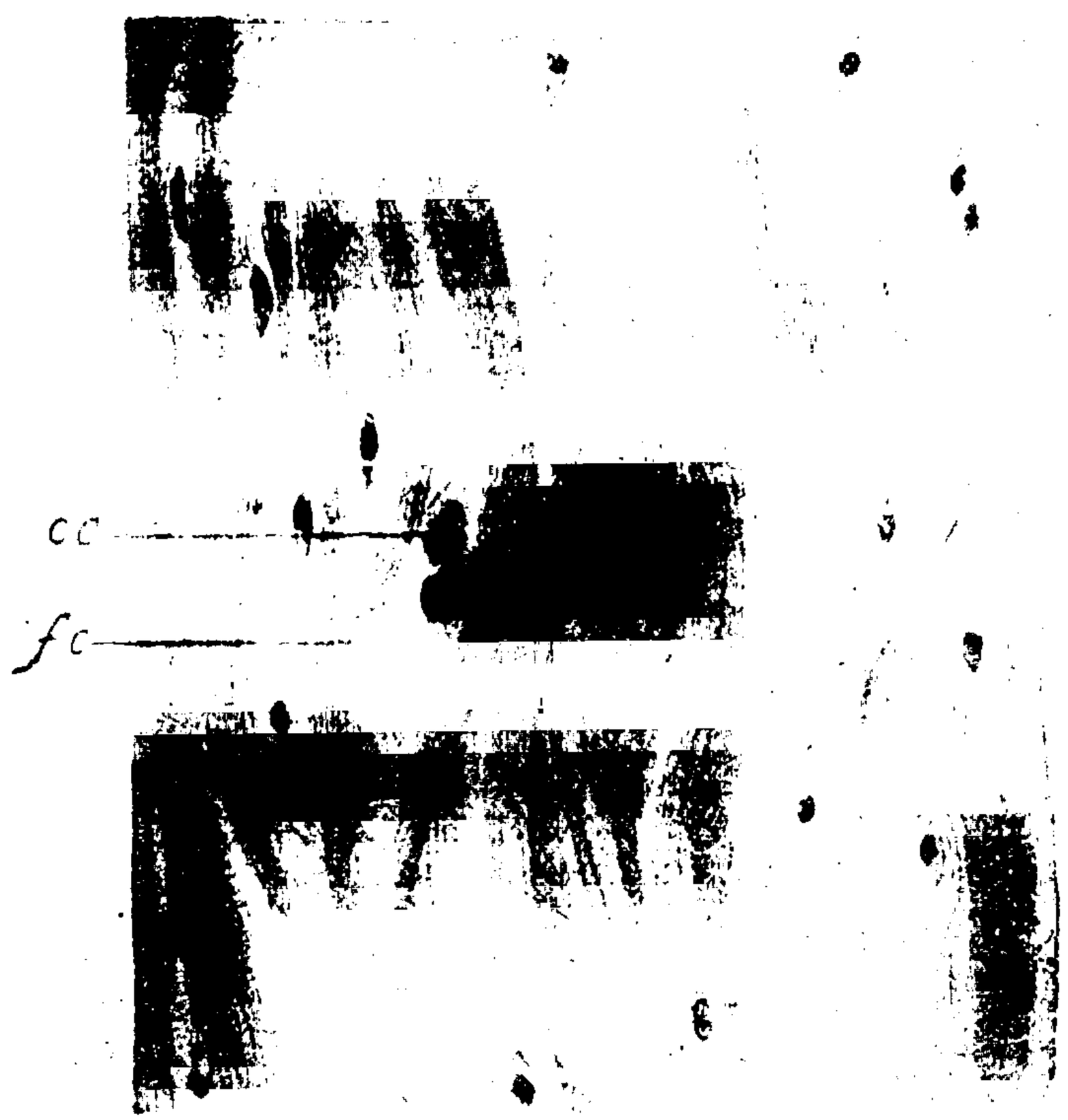


Фиг. 106. Волокнистый хрящъ изъ межпозвоночныхъ дисковъ человѣка. Небол. увелич.; *а*—клѣтки; *б*—волокна. Мюллер. жидк.

Разрѣзы могутъ быть окрашены или орсеиномъ или резорцинъ-фуксиномъ стр. 129), послѣ чего выступятъ особенно отчетливо эластическія волокна; надо замѣтить, впрочемъ, что послѣднія видны очень хорошо и безъ всякой окраски, и потому можно красить одно гіалиновое вещество хряща (гематоксилинъ, краска Біонди). Красивые препараты получаются и при двойныхъ окраскахъ.

Соединительно-тканный хрящъ находится главнымъ образомъ въ межпозвоночныхъ дискахъ спинного хребта и въ круглой связкѣ бедра. Надобно купить въ мясной лавкѣ кусокъ шеи теленка или овцы, или кусокъ съ позвонками со спины, отчистить отъ позвонковъ мясо и другія ткани снаружи, затѣмъ отдѣлить скальпелемъ одинъ позвонокъ отъ другого и положить каждый позвонокъ въ соотвѣтствующее количество

Мюллеровской жидкости, или 4% формалина. Хрящъ находится на границѣ между центральной студенистой массой и бѣлымъ гіалиновымъ хрящемъ, покрывающимъ суставную поверхность кости. Изъ этой пограничной области надобно изготовить довольно тонкіе плоскостные разрѣзы.

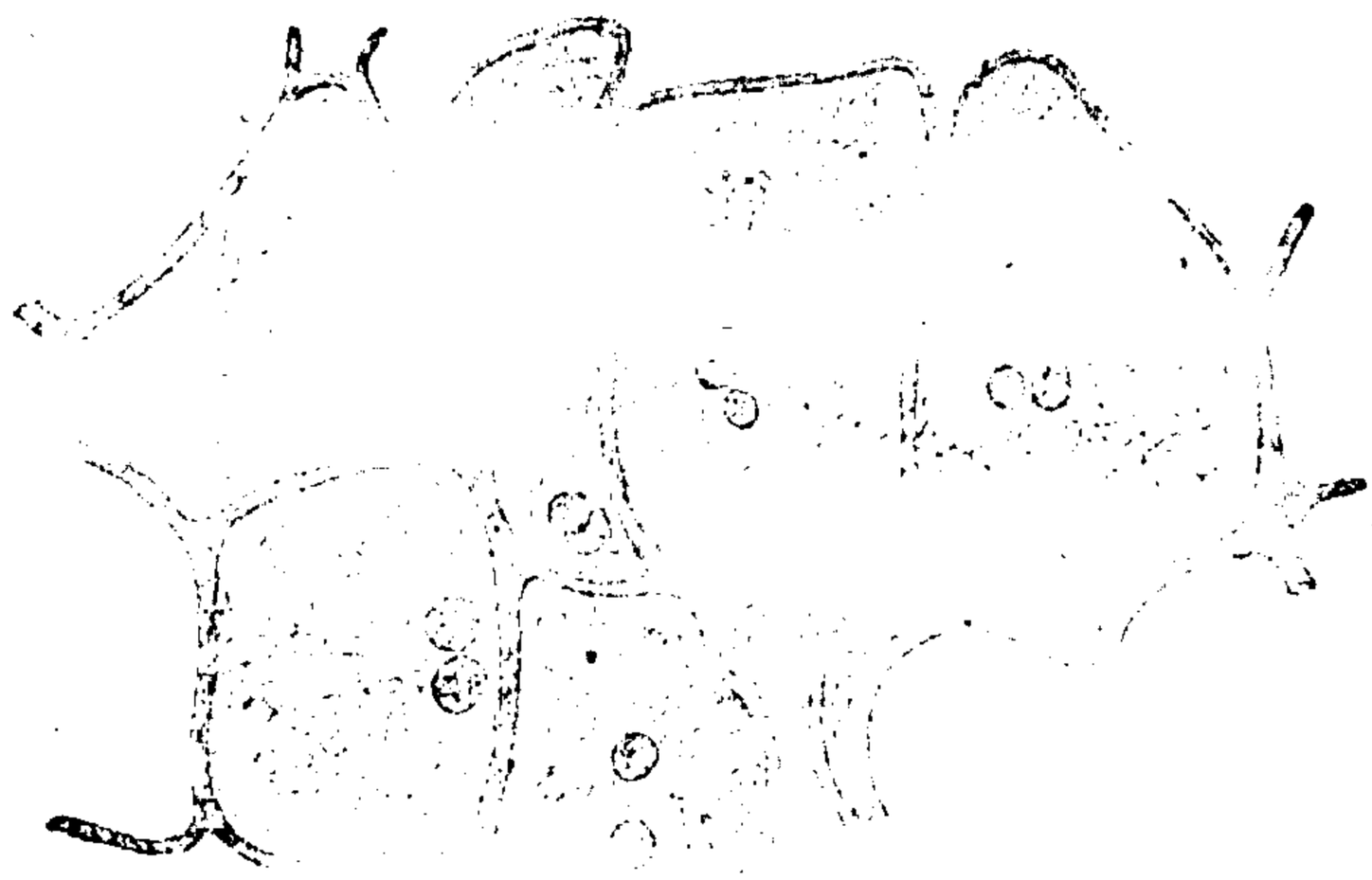


Фиг. 107. Волокнистый хрящъ теленка (межпозвоночные диски); *cc*—хрящевыя клѣтки; *fc*—тяжи соединительной ткани. Ув. 250 (по Пренану).

Лучше всего, чтобы съ одного края разрѣза находился гіалиновый хрящъ, а съ другого былъ захваченъ студень связки. На такомъ разрѣзѣ ясно видна волокнистая основа промежуточнаго вещества стекловиднаго хряща и переходъ ея въ волокнистое вещество соединительно-тканнаго хряща; очень часто удается прослѣдить, какъ на соединительно-тканныхъ клѣткахъ по-

является капсула, и онѣ постепенно переходятъ въ клѣтки стекловиднаго хряща. Разрѣзы лучше всего производить отъ руки, что бываетъ не очень легко.

Микротомную бритву легко защербить о твердые островки кости. Для микротомныхъ разрѣзовъ удобнѣе круглая связка, которую легко извлечь изъ вскрытаго и вывихнутаго бедренаго сустава какого-нибудь крупнаго позвоночнаго (теленка, барана). Для окрашиванія наиболѣе пригодны пикрофуксинъ, краски Біонди или Ванъ-Гисона.



Фиг. 108. Хрящъ миноги (желтый хрящъ по Студничкѣ).

Для изслѣдованія паренхиматознаго хряща надо имѣть живую или свѣжую миногу. Разрѣзаютъ ея тѣло поперекъ на куски длиною въ 1—2 сустава пальца и бросаютъ въ спиртъ или формалинъ (4%). Въ спинной части виденъ кружокъ—сѣченіе хорды. Изъ послѣдней изготовляютъ поперечные разрѣзы и разсматриваютъ въ глицеринѣ или левулезѣ. Окраска можетъ быть опущена.

Для того, чтобы ознакомиться съ строеніемъ костной ткани, надобно имѣть, во-первыхъ, мацерированныя или вываренныя кости, совершенно лишенныя своихъ мягкихъ частей; во-вторыхъ, кости свѣжія, съ

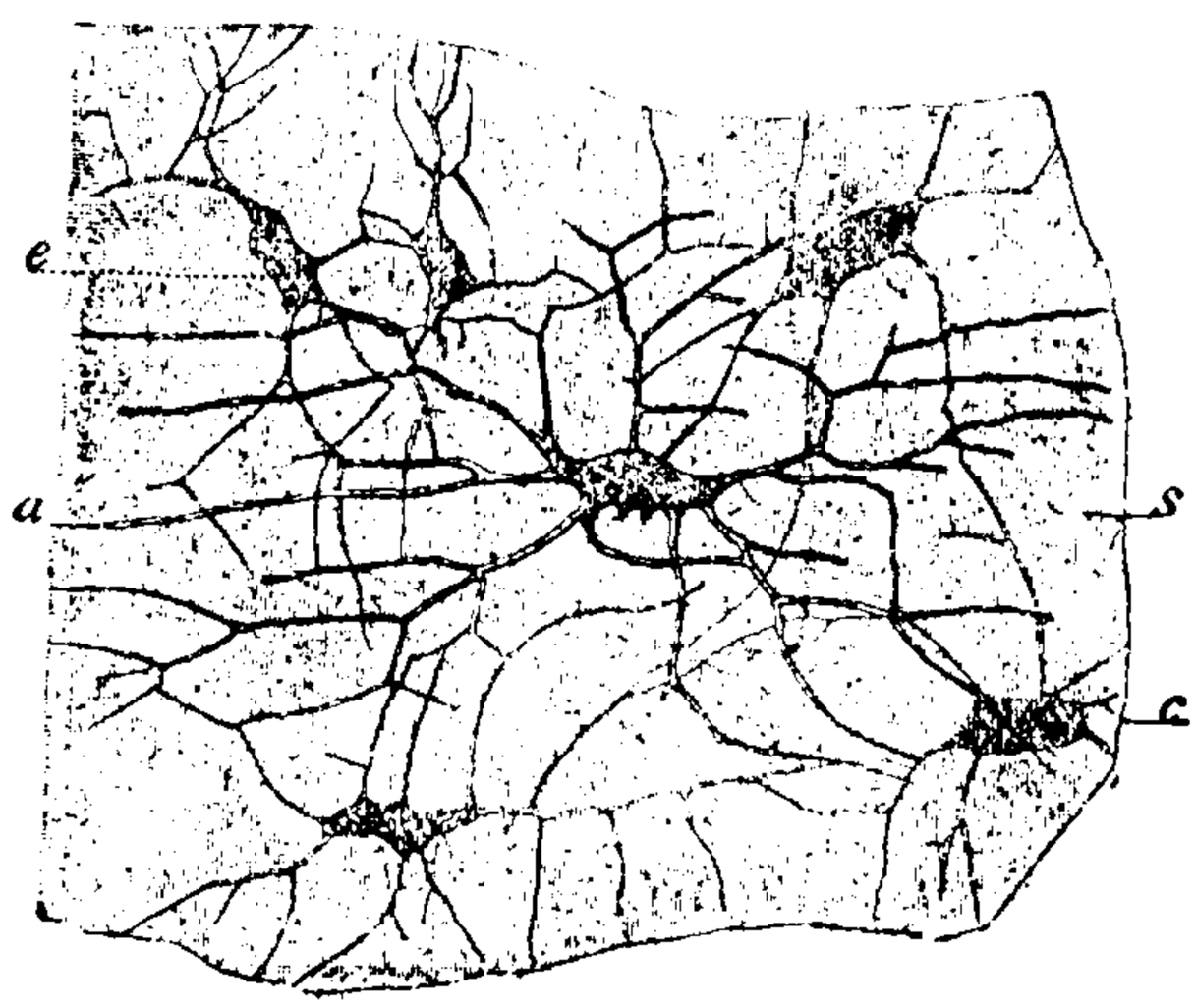
ихъ мягкими частями. Мацерированныя человѣческія кости можно достать въ анатомическихъ театрахъ; кости животныхъ, употребляемыхъ въ пищу, могутъ, однако, вполнѣ замѣнить собою человѣческія. Берутъ кусокъ длинной кости, которая варилась въ водѣ для приготовленія кушанья, и соскабливаютъ ножомъ съ нея всѣ мягкія части. Если это не удается вполнѣ легко, то варятъ кусокъ еще, пока эти части не будутъ вполнѣ легко отваливаться. Распиливаютъ поперекъ кость на куски длиною въ 2—3 сантиметра и раскалываютъ или распиливаютъ ихъ затѣмъ еще вдоль на части шириною около 1—1$^1/_2$ сант. Для полнаго удаленія жира такіе куски можно немного проварить въ растворѣ соды или щелока, или продержать нѣсколько дней въ спирту, и затѣмъ высушить на воздухѣ. Очень пригодны для начальнаго знакомства съ костной тканью кости изъ черепа небольшихъ костистыхъ рыбъ.

Вываривaютъ въ водѣ голову селедки (если она была копченая или соленая, это нисколько не мѣшаетъ), или другой подобной рыбы небольшаго размѣра, удаляютъ всѣ мягкія части и выбираютъ тонкія пластинчатыя кости (operculum и т. п.), которыя для удаленія жира нужно еще проварить въ содѣ и продержать въ спиртѣ и затѣмъ высушить.

Отрѣзаютъ отъ такой пластинки ножницами прозрачный кусокъ, возможно плоскій и, покрывъ его покровнымъ стеклышкомъ, разсматриваютъ подъ микроскопомъ при небольшомъ увеличеніи (50—70 разъ). Если въ немъ ничего не видно, то это означаетъ, что не былъ достаточно удаленъ жиръ. Отрѣзанный кусокъ прополаскиваютъ нѣсколько разъ въ спиртѣ или смѣси спирта и сѣрнаго эфира и затѣмъ смотрятъ снова. Обычно, впрочемъ, съ самаго начала въ однородномъ основномъ веществѣ бываютъ видны большія вытяну-

тыя костныя тѣльца, съ длинными отростками, соединяющими одно тѣльце съ другимъ.

Если къ такому сухому препарату прилить каплю глицерина или масла, то на нѣкоторое время онъ становится яснѣе, но затѣмъ всѣ костныя тѣльца исчезаютъ. Промывъ препаратъ водой или спиртомъ, для удаленія глицерина или масла, и опять высушивъ, можно сызнова видѣть костныя тѣльца; изъ этого слѣдуетъ, что послѣднія суть пустоты, наполненныя воздухомъ, отчего и зависитъ ихъ темная окраска. Изъ кусковъ надлежитъ изготовить тонкіе продольные и поперечные шлифы и разрѣзы. Съ этой цѣлью изъ однихъ кусковъ тоненькой пилкой или лобзикомъ отпиливаютъ возможно тонкія пластинки въ поперечномъ и продольномъ направленіяхъ.

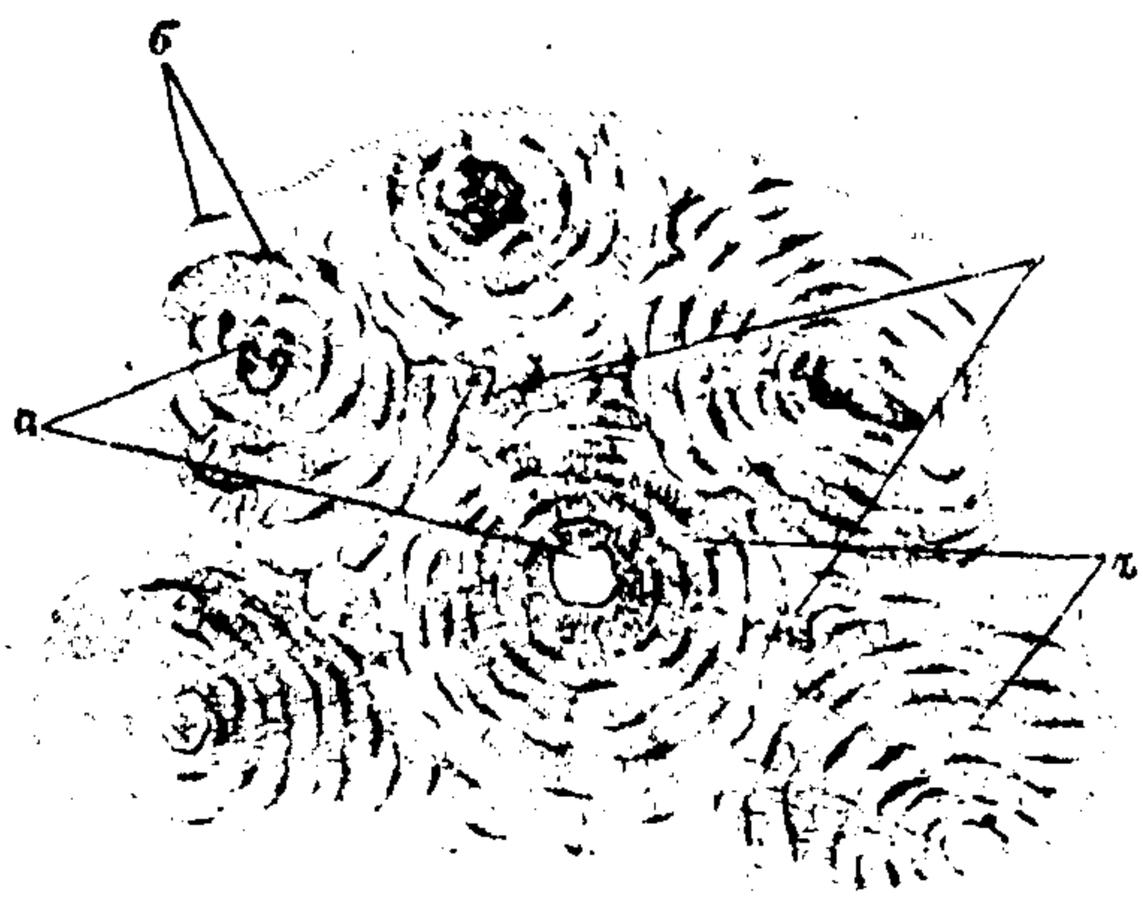


Фиг. 109. Костная пластинка изъ жаберной крышки плотвы. Препаратъ въ сухомъ бальзамѣ, *c*—костное тѣльце; *a*—канальцы; *s*—основное вещество (по Ранвье).

Другіе куски кладутъ въ большое количество (250—300 к. с.) раствора кислотъ для удаленія известковыхъ солей изъ кости и полученія т. наз. оссеина. Пригодны 5% раств. хромовой, соляной кислоты, насыщенный растворъ пикриновой кислоты (маленькіе кусочки, дѣйствуетъ очень медленно), смѣсь хромовой и уксусной кислоты какъ въ Флеммингoвской жидкости (осміева кисл. излишня) и т. д.

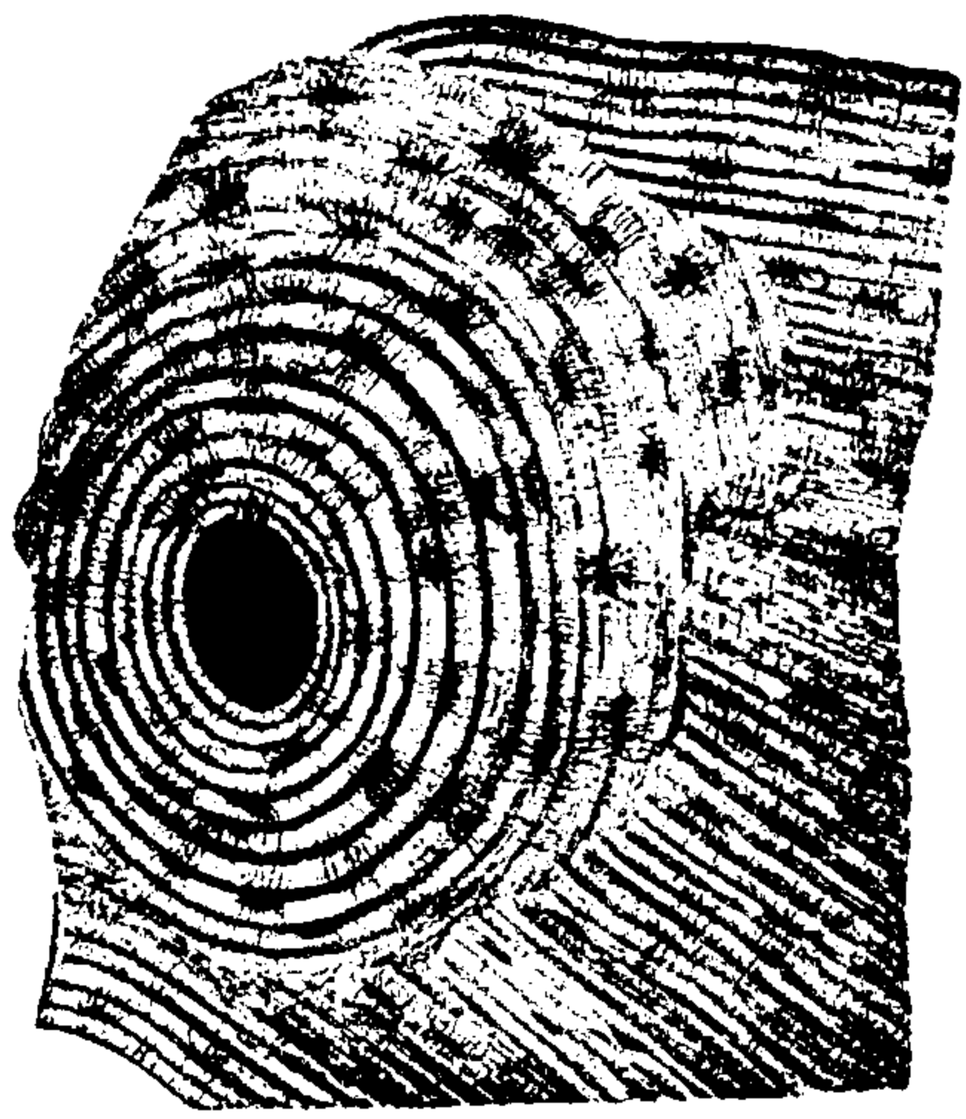
Здѣсь оставляютъ куски лежать днями, пока не станутъ настолько мягки, что ихъ можно будетъ рѣзать.

Изъ отпиленныхъ пластинокъ надобно изготовить тонкіе шлифы. Съ этой цѣлью пластинку трутъ по плоскому подпильнику, конечно, тонкому, или по точильному камню до той поры, пока пластинка не станетъ достаточно прозрачной, чтобы видѣть костныя тѣльца подъ микроскопомъ. Обычно съ этой цѣлью кладутъ пластинку на конецъ пальца и трутъ вмѣстѣ и палецъ и пластинку. Если, однако, жалѣть пальцы, то можно пластинку приклеить сургучомъ къ пробкѣ или деревяшкѣ и, обточивши на одной сторонѣ, снять при помощи скальпеля пластинку и обточить ее съ другой стороны. Можно сургучъ размягчить спиртомъ при снятіи тонкой пластинки во избѣжаніе того, чтобы она сломалась. Препаратъ сохраняютъ въ воздухѣ подъ покровнымъ стекломъ, укрѣпленномъ на своемъ мѣстѣ полосками бумаги, намазанными клеемъ. Если желаютъ заключить шлифъ или вообще тонкую костную пластинку въ бальзамъ, то требуется первоначально изъ капли бальзама на предметномъ стеклѣ, нагрѣвая на лампочкѣ, выпарить весь ксилолъ и достигнуть того, что капля по охлажденіи становилась твердой. Расплавивши опять такую каплю нагрѣваніемъ на стеклѣ, кладутъ въ нее шлифъ или пластинку и быстро накрываютъ стеклышкомъ. Тогда бальзамъ не зайдетъ въ костныя тѣльца и послѣднія останутся видимыми. Нагрѣвать надобно осторожно, чтобы не образовалось пузырьковъ, они сохранятся въ препа-



Фиг. 110. Поперечный шлифъ сушеной кости быка; *а*—Гаверсовы каналы; *б*—костныя тѣльца; *в* — интерстиціальныя пластинки, *г*—Гаверсовы пластинки.

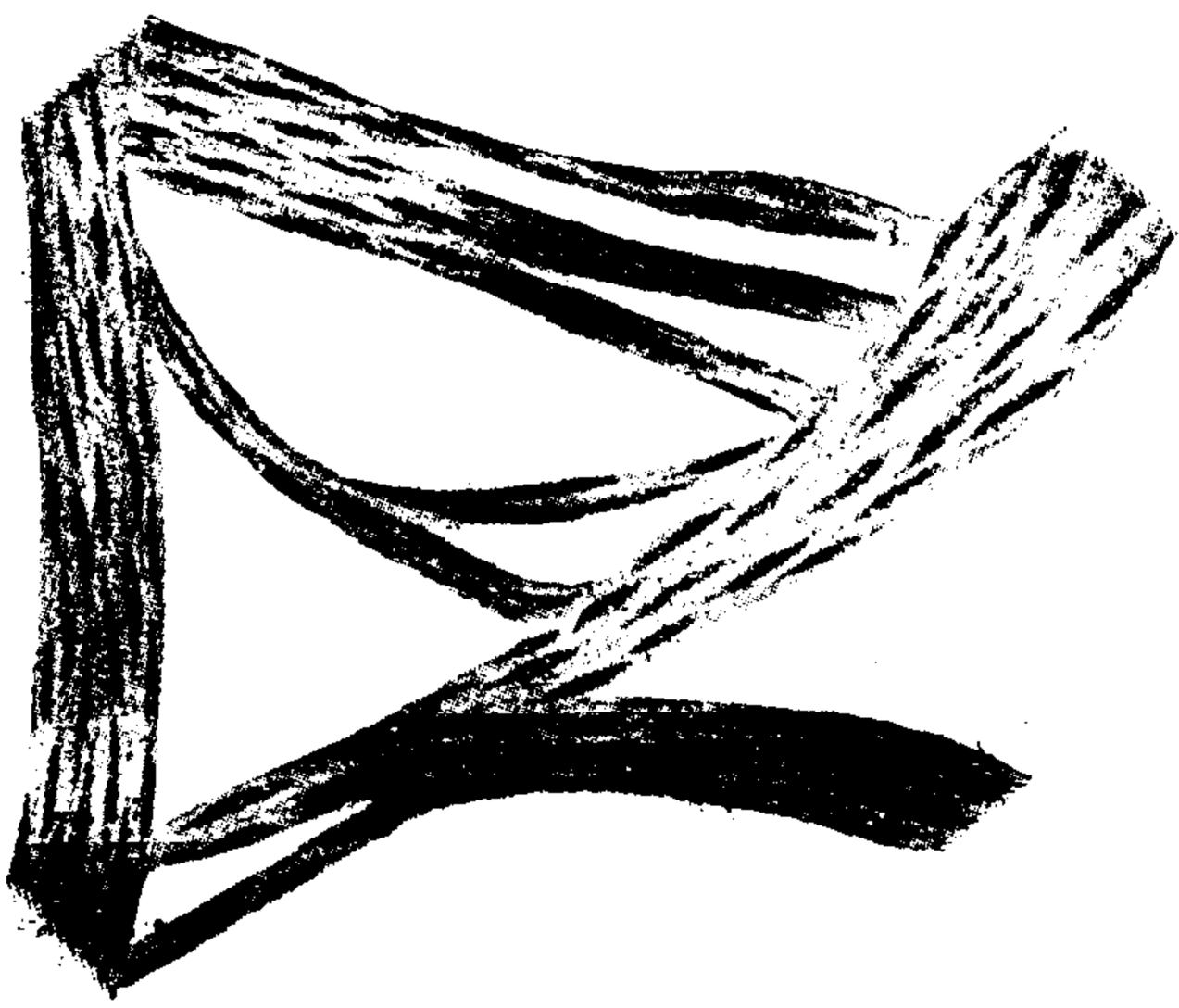
ратѣ. Если они возникли, ихъ легко снять съ капли иглой и тогда уже класть шлифъ.—Болѣе красивые и наглядные препараты получаются тогда, когда шлифъ будетъ пропитанъ какой-нибудь искусственной краской и тѣльца его заполнены. Кладутъ для этого шлифы въ крѣпкій растворъ кислаго фуксина и оставляютъ лежать въ открытой чашкѣ до той поры, пока растворъ не высохнетъ; обтачиваютъ вновь съ поверхности шлифы, чтобы удалить приставшую краску, и заключаютъ препаратъ такъ, какъ только что указано, въ канадскій бальзамъ. — Чтобы яснѣе различить свѣтлыя и темныя пластинки около Гаверсовыхъ каналовъ шлифа, по промывкѣ его въ крѣпкомъ спиртѣ и водѣ, помѣщаютъ его на сутки въ $^1/_2$—$^3/_4$% растворъ азотно-кислаго серебра и затѣмъ заключаютъ, обсушивъ предварительно, въ сухой растопленный бальзамъ. Около Гаверсовыхъ каналовъ (лучше на поперечныхъ срѣзахъ) видны чередующіяся свѣтлыя и темныя пластинки. Въ послѣднихъ при болѣе сильныхъ увеличеніяхъ легко различить волокнистую структуру, при чемъ волокна идутъ циркулярно. Въ свѣтлыхъ пластинкахъ замѣтно продольное ихъ расположеніе. Тѣльца часто также наполнены осадкомъ серебра и потому хорошо различимы.—Изъ кусковъ, мацерированныхъ въ кислотахъ, изготовляютъ отъ руки или микротомомъ поперечные и продольные срѣзы, окрашиваютъ ихъ какимъ-



Фиг. 111. Поперечный шлифъ черезъ длинную кость человѣка. Сутки въ 0, 75% раств. азотнокислаго серебра. Свѣтлыя и темныя пластинки. При болѣе сильныхъ увеличеніяхъ видна фибриллярная структура пластинки.

либо карминомъ и разсматриваютъ въ глицеринѣ или левулезѣ. При достаточномъ размягченіи ясно выступаетъ волокнистая структура пластинокъ и могутъ быть видны пограничныя и однородныя влагалища въ Гаверсовыхъ каналахъ и даже костныхъ тѣльцахъ.

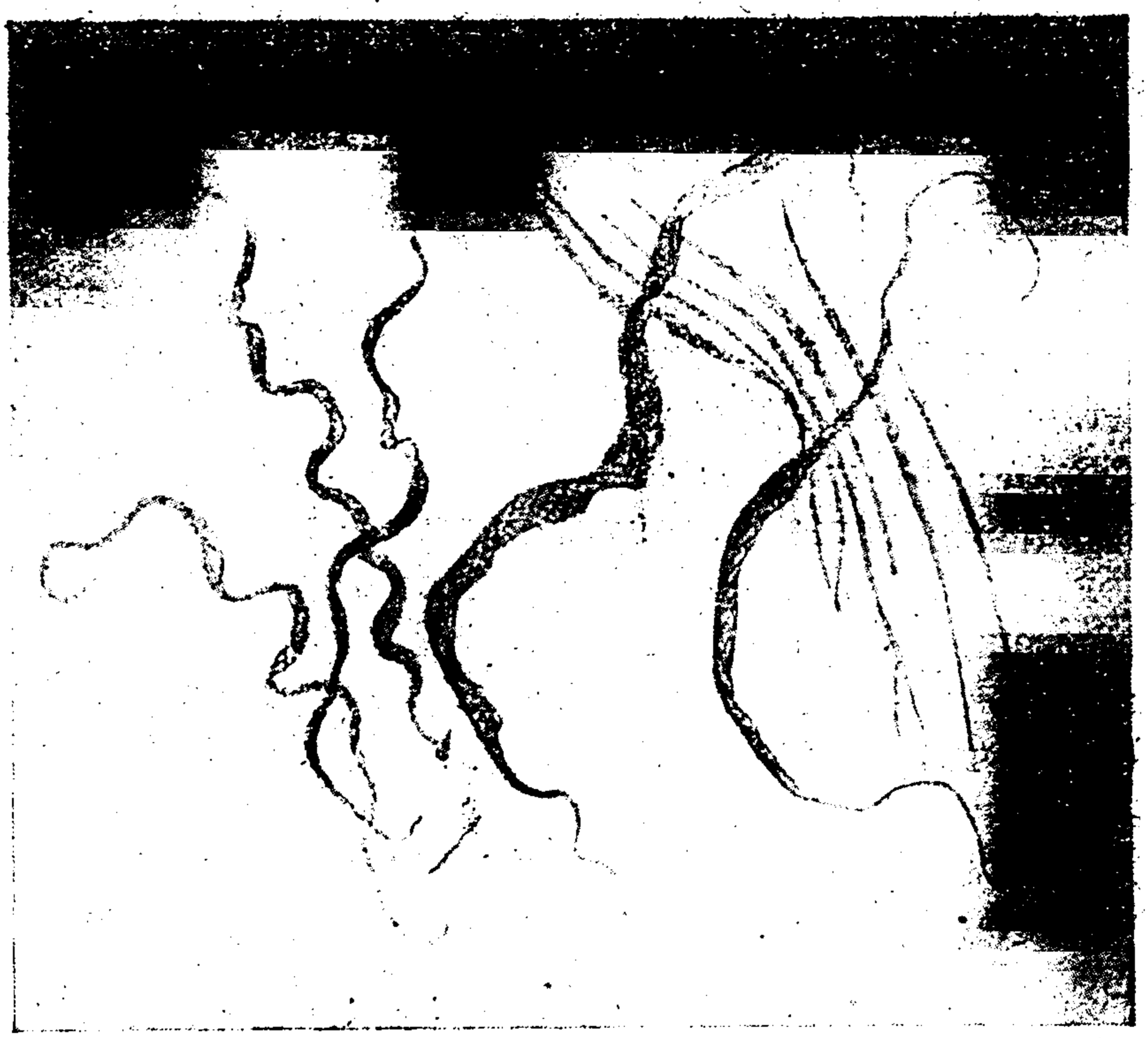
Для приготовленія препаратовъ изъ свѣжихъ костей съ ихъ мягкими частями удобнѣе всего кости какихъ-нибудь небольшихъ млекопитающихъ. Выдѣляютъ изъ трупа такую кость, обрѣзаютъ осторожно ножницами прикрѣпленныя къ ней мышцы, сухожилія и т. д., не трогая и отнюдь не мявши надкостницы и затѣмъ помѣщаютъ, смотря по размѣрамъ, или всю кость, или распиливши ее, куски ея въ фиксирующую жидкость. Удобно пользоваться Флемминговской жидкостью, которая одновременно и фиксируетъ и извлекаетъ известковыя соли. Того же самаго результата можно достигнуть, сначала зафиксировавъ кость (Мюллеровская, Ценкеровская жидкости въ темнотѣ, сулема съ уксусной кисл. и т. д.), а затѣмъ извлекши изъ нея соляной кислотой соли. На окрашенныхъ разрѣзахъ (Ванъ-Гисонъ, Эрлихъ-Біонди, гематоксилины) можно видѣть костныя клѣтки, заключенныя въ костныхъ полостяхъ, Шарпеевы волокна въ наружныхъ пластинкахъ, кровеносные сосуды въ Гаверсовыхъ ка-



Фиг. 112. Гладкія мышечныя волокна изъ мочевого пузыря лягушки. Плоскостной препаратъ изъ свѣжаго растянутаго мочевого пузыря лягушки. Можно подкрасить препаратъ гемалауномъ. Видны тяжи гладкихъ мышечныхъ волоконъ.

налахъ. Препараты могутъ быть заключены въ бальзамъ или глицеринъ по желанію.

Превосходнымъ объектомъ для изслѣдованія *гладкихъ мышечныхъ волоконъ* служитъ мочевой пузырь лягушки. Здѣсь легко изслѣдовать мышцы какъ въ свѣжемъ, такъ и въ фиксированномъ состояніи. У убитой



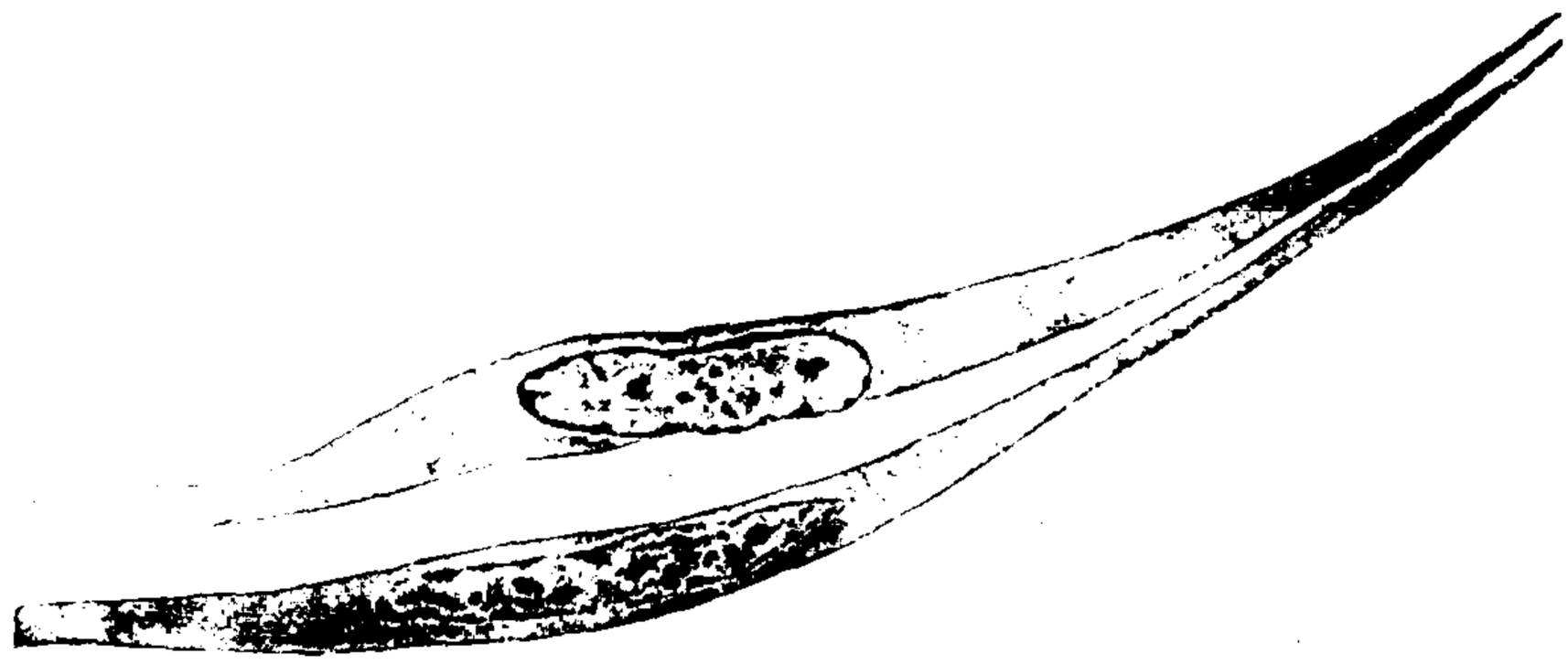
Фиг. 113. Сѣрая мышца устрицы. Косая исчерченность.

лягушки вырѣзываютъ мочевой пузырь, вскрываютъ его и растягиваютъ его внутренней поверхностью кверху или на предметномъ стеклѣ, или лучше на пробковой или восковой пластинкѣ, съ отверстіемъ величиною въ гривенникъ по серединѣ. На такой пластинкѣ укрѣпляютъ пузырь булавками, при чемъ мѣсто надъ отверстіемъ должно быть растянуто возможно ровно; помѣ-

щаютъ здѣсь каплю физіологическаго раствора или Рингеровской жидкости, накладываютъ покровное стекло и переносятъ препаратъ на столикъ микроскопа. Видны тяжи веретенообразныхъ клѣтокъ, слагающіеся въ сѣть, обычно также хорошо различимы ядра и зернышки у полюсовъ ихъ въ протоплазмѣ. Препаратъ можно сдѣлать демонстративнѣе, если подкрасить его, пикрокарминомъ или гемалауномъ (стр. 78), которые могутъ быть пропущены подъ покровное стекло и оставлены тамъ на 15—20 мин.—Кусочекъ того же самаго мочевого пузыря можетъ быть расщипанъ въ 30% раств. ѣдкаго кали или натра; здѣсь легко можно изолировать отдѣльныя клѣтки и судить объ ихъ размѣрахъ и формѣ.—Растянутый пузырь помѣщаютъ въ растворъ $1^3/_4$ — 1% азотно-кислаго серебра, внутренней поверхностью кверху; когда эта поверхность побѣлѣетъ, осторожно кистью удаляютъ покрывающій ее эпителій, ополаскиваютъ тѣмъ же растворомъ и оставляютъ лежать еще минутъ 15—25. Переносятъ затѣмъ препаратъ въ воду и оставляютъ на свѣту, пока не потемнѣетъ, что обычно лѣтомъ настаетъ часовъ черезъ 5—10. Окрашиваютъ кусочки гемалауномъ или гематоксилиномъ. Видны черныя линіи границъ между клѣтками и синія ядра. Заключаютъ въ левулезу или бальзамъ.—Растянутый пузырь помѣщаютъ надъ чашечкой съ уксусной кислотой: черезъ пять минутъ кистью удаляютъ эпителій, переносятъ препаратъ на 1 часъ въ 2—$2^1/_2$% растворъ сулемы, промываютъ до слѣдующаго дня водою и окрашиваютъ желѣзнымъ гематоксилиномъ.

Въ мышечныхъ клѣткахъ выступаетъ ясно продольная исчерченность, являющаяся выраженіемъ сократительныхъ фибрилль. Въ ядрѣ видна хроматиновая основа. За ходомъ окраски надо слѣдить подъ микроскопомъ, не снимая препарата съ пластинки. Превосходно видны

фибрилли въ огромныхъ мышечныхъ клѣткахъ въ запирателяхъ раковины у анодонты или у съѣдобной устрицы, притомъ въ бѣлыхъ порціяхъ этихъ мышцъ видна продольная исчерченность а въ желтой у анодонты и сѣрой у устрицы — косая. Послѣ того какъ раковины отъ пребыванія на воздухѣ или отварной водѣ открылись, фиксируютъ вырѣзанные небольшіе кусочки запирателей въ Мюллеровской или Ценкеровской жидкости, формалинѣ, 3% азотной кислотѣ (около 2-хъ часовъ). Можно изготовить расщи-



Фиг. 114. Гладкія мышечныя волокна изъ мочевого пузыря лягушки. Отдѣльныя клѣтки. Растянутый пузырь помѣщаютъ надъ чашкой съ уксусной кислотой, удаляютъ эпителій слизистой оболочки и переносятъ на 1 часъ въ 3% сулему, промывка водой и окраска желѣзнымъ гематоксилиномъ. Видна фибриллярная структура клѣтокъ. Ув. 1250. (Краузе).

панные препараты въ глицеринѣ (окраска карминами или гематоксилиномъ), или левулезѣ, или—по заливкѣ въ целлоидинъ по обычнымъ правиламъ—разрѣзы. Весьма поучительны гладкія мышцы изъ лошадиной аскариды и дождевого червя.

Надобно, чтобы передъ фиксаціей эти животныя были мертвы и тѣла ихъ вытянуты. Разрѣзаютъ эти тѣла поперекъ на куски длиною около 0,5 сант. и кладутъ для фиксаціи въ 4% формалинъ, или Мюллеровскую жидкость, сулему съ уксусн. кис., или Ценкеръ—формоль часа на 4—5 часовъ (кромѣ Мюлл. жидкости, гдѣ они могутъ быть оставлены на нѣсколько сутокъ),

промываютъ водой и переносятъ въ 70° спиртъ. Изготовляютъ по общимъ правиламъ целлоидиновые поперечные и продольные разрѣзы и окрашиваютъ гемалауномъ, гематоксилиномъ Бемера, краской Біонди и т. д. Видны громадныя клѣтки съ большимъ количествомъ саркоплазмы. На поперечныхъ разрѣзахъ тѣла у аскариды видны выступы этой саркоплазмы съ ядрами въ полость тѣла и сократительное фибриллярное вещество по периферіи клѣтокъ.

У млекопитающихъ лучше всего изучать гладкія мышцы въ кишечникѣ. На разрѣзахъ (фиксація небольшихъ кусковъ, укрѣпленныхъ стеклянными или ежевыми иглами въ формалинѣ, спиртѣ, Ценкеровской жидкости etc.), окрашенныхъ краской Ванъ-Гисона, Біонди, гематоксилиномъ и т. д. видны мышцы въ поперечномъ и продольномъ сѣченіяхъ въ среднемъ слоѣ кишки и также и въ muscularis mucosae подъ слизистой оболочкой.

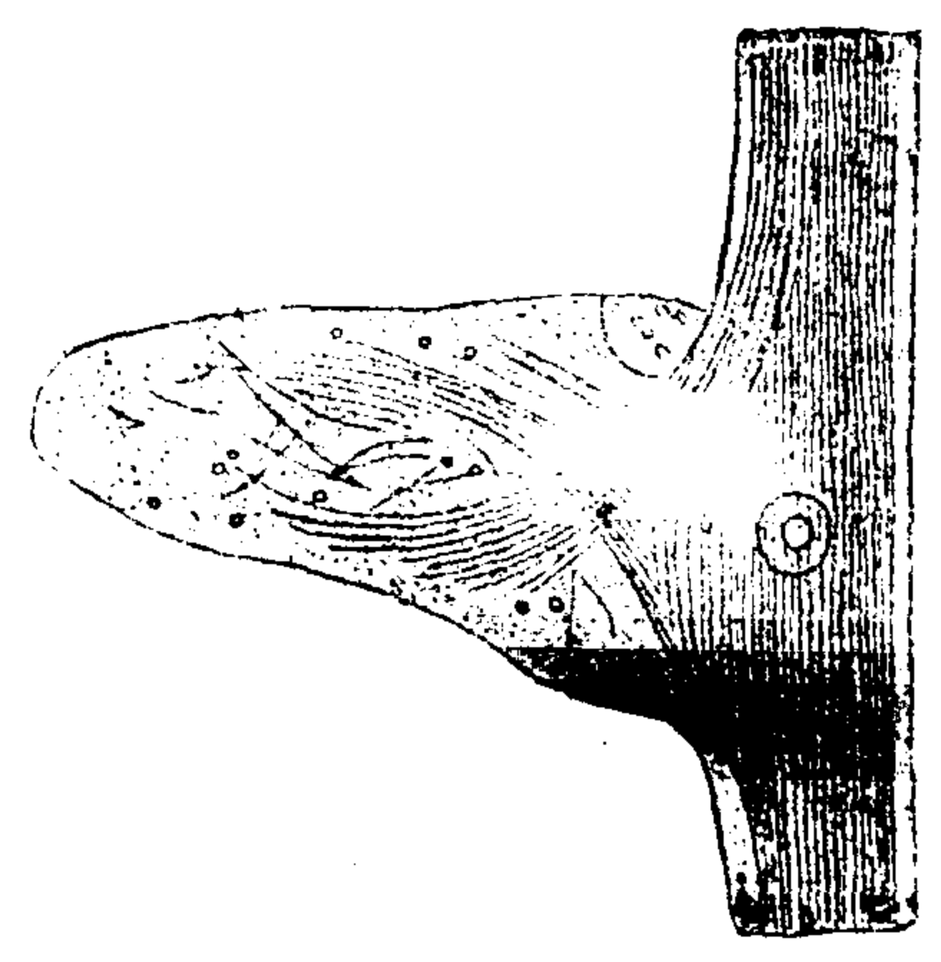
Изслѣдованіе поперечно-полосатыхъ мышечныхъ волоконъ начнемъ съ приготовленія препаратовъ изъ свѣже-вырѣзанной мышцы. Обычно расщипываютъ маленькій кусочекъ мышцы иглами на предметномъ стеклѣ и затѣмъ прибавляютъ ту или иную жидкость или краску, накрываютъ покровнымъ стекломъ и разсматриваютъ препаратъ. Убиваютъ лягушку, отрѣзаютъ у нея ножку, обдираютъ кожу съ нея и затѣмъ ножницами отрѣзаютъ кусочекъ перистой икроножной мышцы косо, снаружи внутрь, по направленію къ сухожильной перемычкѣ, захватывая кусочекъ послѣдней для того, чтобы увидать концы волоконъ [1]).

Приготовляютъ два или три такихъ препарата, къ первому прибавляютъ физіологическаго раствора пова-

[1]) Если нѣтъ лягушки, то можетъ быть употребленъ кусочекъ свѣжей говядины, или любого свѣжаго мяса. Рѣзать ножницами надо по длинѣ волоконъ.

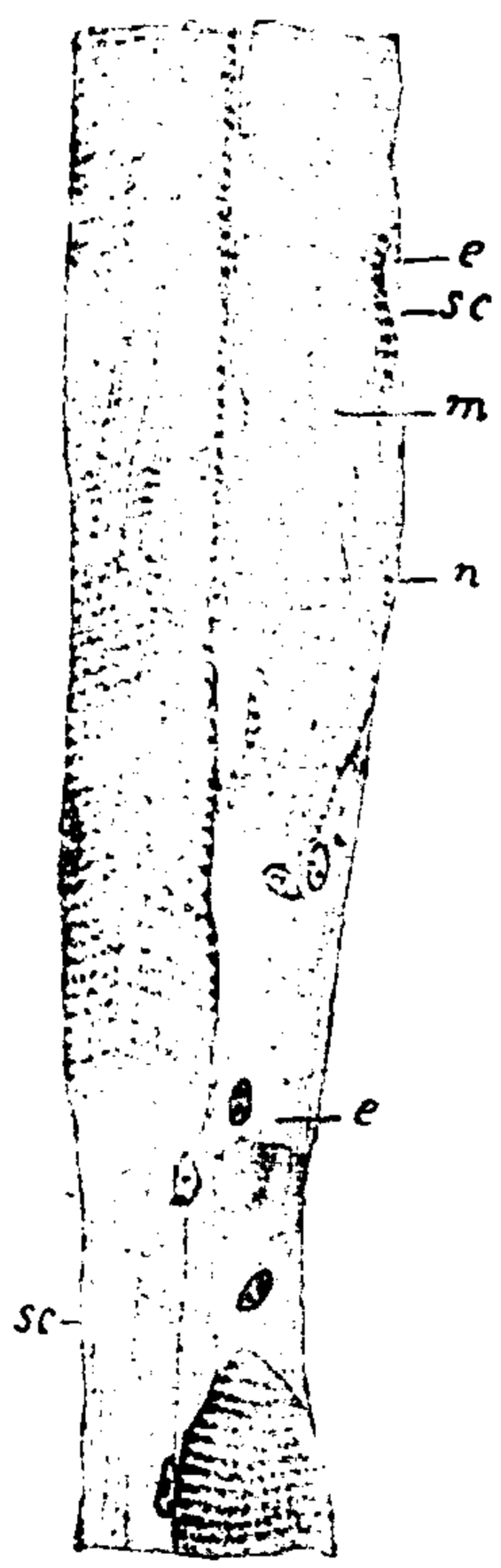
ренной соли, ко второму воды, къ третьему 30—32% раствора ѣдкаго кали. Конечно, расщипываніе можно производить въ каплѣ самихъ этихъ веществъ, но при этомъ гораздо труднѣе будетъ прослѣдить за послѣдовательностью наступающихъ измѣненій въ мышечномъ веществѣ.

На всѣхъ такихъ препаратахъ можно будетъ убѣдиться въ томъ, что мышцы состоятъ изъ длинныхъ волоконъ, съ ровными контурами; можно видѣть при стараніи (повторные препараты, если надобно) концы этихъ волоконъ въ формѣ сплющенныхъ закругленныхъ конусовъ и клиньевъ; можно видѣть поперечно исчерченное вещество волоконъ, многочисленныя ядра и зернышки около ихъ концовъ. На препаратѣ въ физіологическомъ растворѣ соли волокна будутъ медленно измѣняться и бухнуть; очень быстро измѣненія будутъ наступать въ водѣ. Разбухнетъ саркоплазма и зернышки и станутъ видны внутри волоконъ блестящія капельки жира, въ чемъ легко убѣдиться по блеску ихъ, или прибавивши къ препарату раствора судана, Fettponceau или, наконецъ, осміевой кислоты, при чемъ онѣ примутъ характерную окраску. Очень ясно будетъ видна сарколемма то въ формѣ прозрачныхъ пологихъ пузырей сбоку волоконъ, или мостовъ между концами лопнувшей сократительной субстанціи, то, наконецъ, колецъ на оборванныхъ концахъ волоконъ, изъ которыхъ выступаетъ въ родѣ шляпы гриба эта субстанція. На препаратахъ въ ѣд-



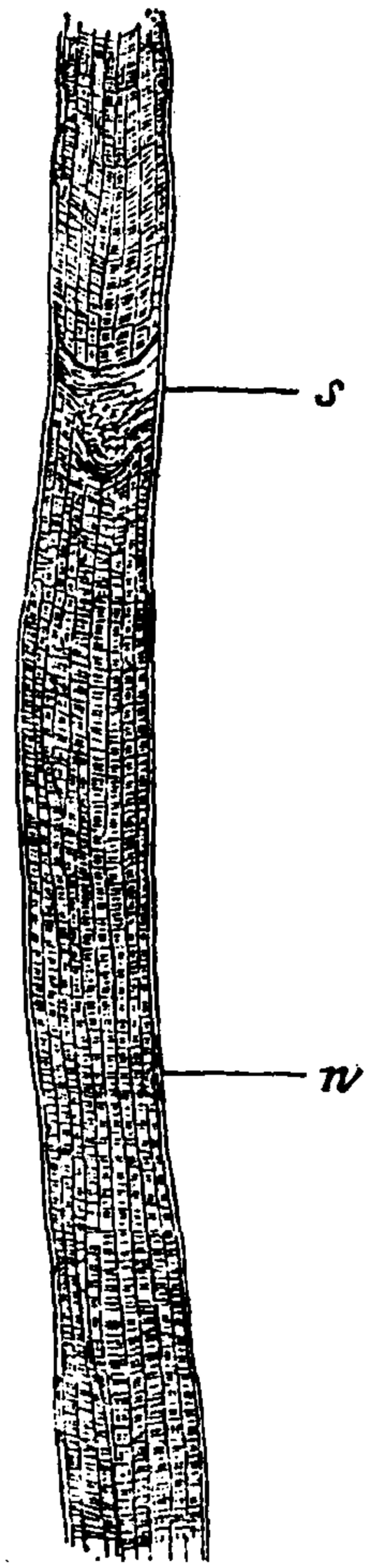
Фиг. 115. Средняя часть мышечной клѣтки. Ascaris megalocephala съ пузырькообразнымъ протоплазматическимъ придаткомъ (по Шнейдеру).

комъ кали очень ясно будутъ видны ядра, особенно многочисленныя по концамъ волоконъ, видны хорошо также зернышки по концамъ ядеръ, т.-е. то, что прежде называли мышечными тѣльцами.



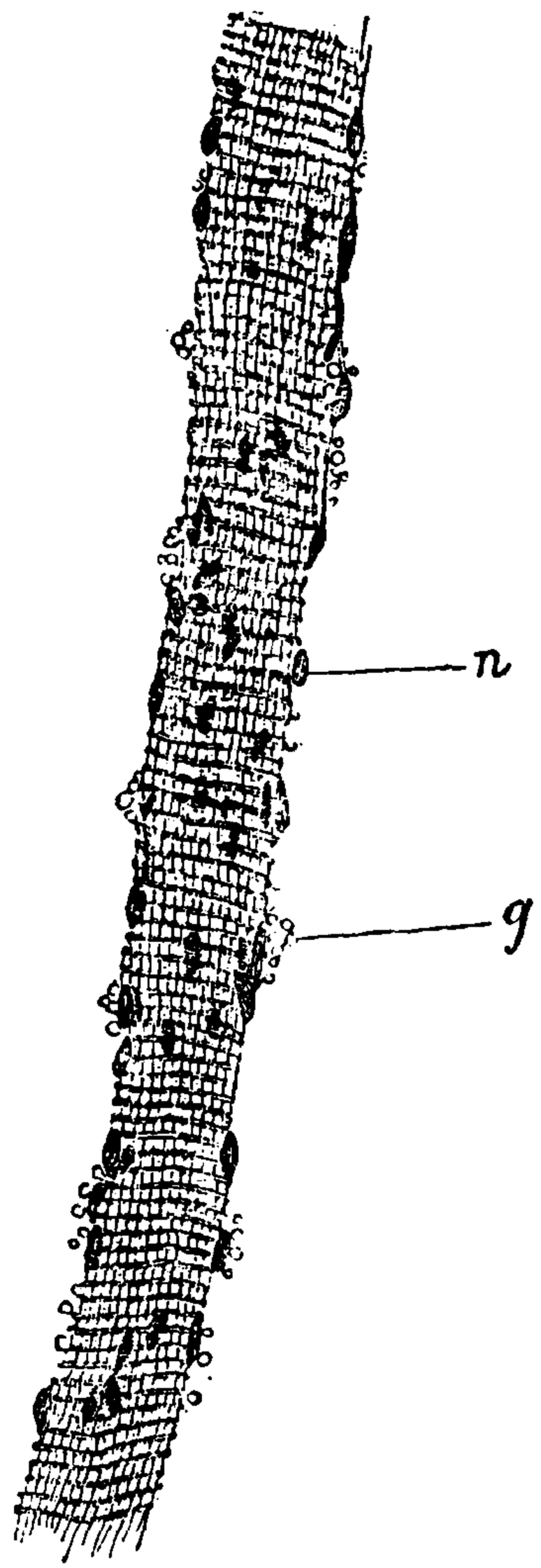
Фиг. 116. Мышечное волокно собаки; *m*—мышечное волокно; *n*—ядра; *sc* — сарколемма; *ee* — пустыя пространства, возникшія благодаря разрыву сократительнаго вещества (по Пренану).

Ядра помѣщаются притомъ какъ подъ сарколеммой, такъ и внутри самого волокна; у птицъ будутъ въ общемъ тѣ же отношенія; у млекопитающихъ ядра будутъ занимать обычно периферическое положеніе за исключеніемъ т. наз. красныхъ богатыхъ саркоплазмой мышцъ, гдѣ они будутъ находиться и въ глубинѣ волокна. — Для сравненія надо будетъ подѣйствовать на свѣжій расщипанный препаратъ и кислотой (уксусной) и выяснить себѣ, какія при этомъ наступаютъ измѣненія. Для изготовленія постоянныхъ препаратовъ мышечныхъ исчерченныхъ волоконъ и выясненія дальнѣйшихъ подробностей ихъ строенія помѣщаемъ одну ножку лягушки въ Мюллеровскую жидкость (50—75 к. с.), другую въ крѣпкій спиртъ (80—95%) и оставляемъ ихъ здѣсь на нѣсколько дней. Изъ первой отрѣзаютъ



Фиг. 117. Мышечное волокно изъ adductor magnus кролика (бѣлая мышца). Фиксація спиртомъ; *n*—ядра подъ сарколеммой (*s*). Увел. 200 (по Рено).

кусочекъ мышцы ножницами по длинѣ волоконъ, промываютъ въ часовомъ стеклѣ водой и окрашиваютъ амміакомъ или покрокарминомъ и т. д. и расщипываютъ въ глицеринѣ или левулезѣ на отдѣльныя волокна. На такомъ препаратѣ выступаютъ тѣ же подробности, что и на свѣжихъ препаратахъ, но часто болѣе отчетливо. Обычно хорошо видна поперечная исчерченность и можно безъ труда различить различные виды полосокъ при болѣе сильномъ увеличеніи. Можно также найти мѣста, гдѣ пробѣгали волны сокращенія и волокна становились короче и шире и соотвѣтственно измѣнялась полосатость. Обычно очень ясна продольная исчерченность и хорошо различимы ядра и зернышки, которыя можно покрасить на жиръ. — На спиртовомъ препаратѣ при расщипываніи въ глицеринѣ или левулезѣ можно видѣть распаденіе на тончайшія сократительныя фибриллы, въ которыхъ особенно при окраскѣ препарата можно хорошо различить поперечную исчерченность. Окрашивать, конечно, надлежитъ до расщипыванія. Для сужденія о толщинѣ и формѣ волоконъ, распредѣленіи внутри ихъ ядеръ и саркоплазмы и отношеніяхъ послѣдней къ сократительному веществу надлежитъ изготовить изъ мышцъ тонкіе



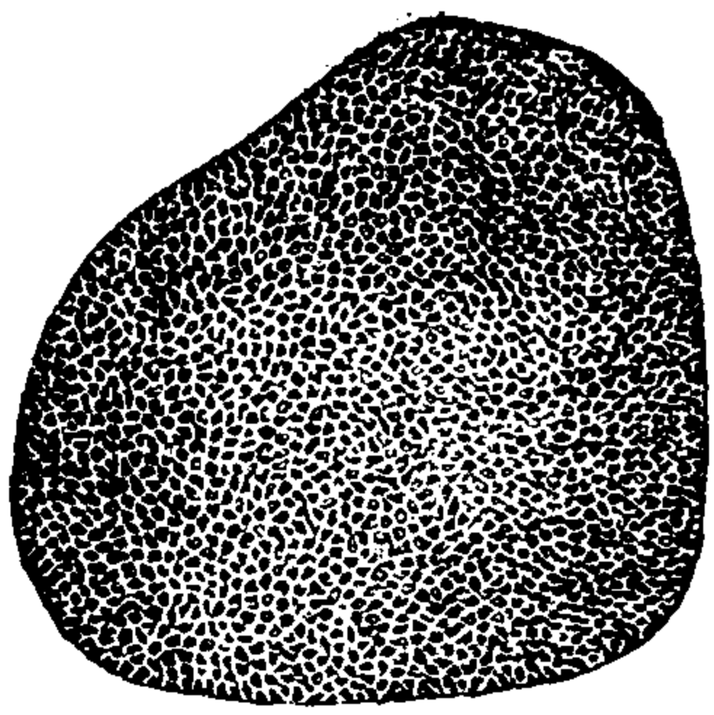
Фиг. 118. Мышечное волокно изъ m. soleus кролика (красная мышца); *n* — ядра; *g* — зернышки веществъ, выдавленныхъ изъ волокна при его сокращеніи. Увел. 200. Спиртъ. (по Рено).

поперечные срѣзы. Для этого могутъ быть пригодны мышцы ножекъ лягушки, фиксированныя Мюллеровской жидкостью и спиртомъ для вышеуказанныхъ цѣлей. Снятыя съ костей мышцы разрѣзаютъ поперекъ на куски и заливаютъ по обычнымъ правиламъ въ целлоидинъ или парафинъ и дѣлаютъ поперечные разрѣзы, которые должны быть окрашены (паракарминъ, гемалаунъ, годны и многія другія краски), для того, чтобы картина была яснѣе. Можно будетъ убѣдиться, что сѣченія волоконъ постоянно отличаются по своей толщинѣ, часто не округлы, а слегка угловаты; можно

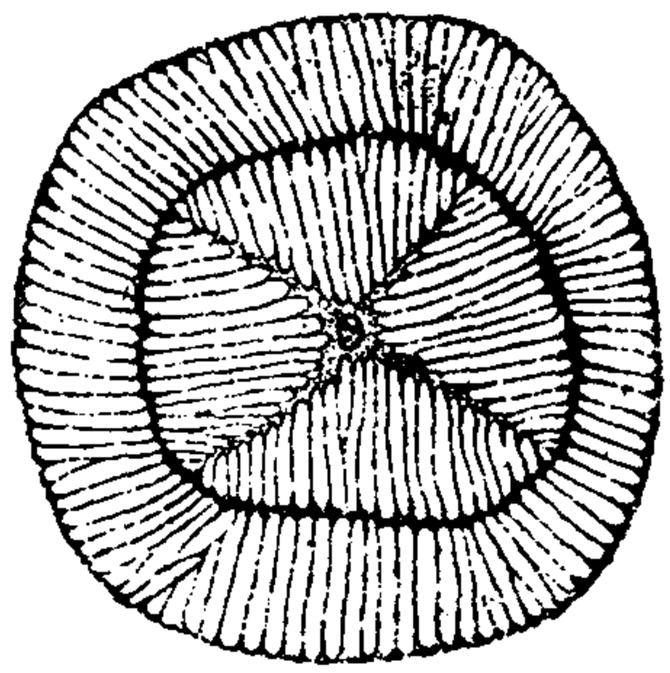
Фиг. 119. Поперечный разрѣзъ черезъ m. sternocleido--mastoideus кошки. Свѣжій замороженый препаратъ. Разрѣзы микротомомъ. Гемалаунъ. Сѣченія волоконъ, сѣть саркоплазмы. Ядра подъ сарколеммой. Ув. 150.

будетъ на окрашенномъ гемалауномъ препаратѣ видѣть сѣть саркоплазмы и сѣченіе столбиковъ сократительныхъ фибрилль (Конгеймовы поля). Въ дополненіе къ этому, однако, любопытно и важно будетъ изготовить поперечные разрѣзы, во-первыхъ, изъ бѣлыхъ и красныхъ мышцъ у животныхъ, у которыхъ таковыя имѣются (птицы, рыбы съ «бѣлымъ и темнымъ» мясомъ) и, во-вторыхъ, изъ мышцъ (главнымъ образомъ, ножекъ) у различныхъ насѣкомыхъ. При наличности микротома съ хорошимъ замораживающимъ аппаратомъ такіе разрѣзы могутъ быть сдѣланы изъ свѣжаго, нефиксированнаго матеріала; въ противномъ случаѣ необходима фиксація (5—10% формалинъ на сутки, 70° спиртъ, ж. Карнуа и т. д.), заливка въ целлоидинъ

или парафинъ и окраска (Эрлихъ - Біонди, Ванъ-Гисонъ и т. д.). На такихъ препаратахъ можно будетъ убѣдиться въ томъ, что въ красныхъ мышцахъ находится больше саркоплазмы, чѣмъ въ бѣлыхъ, и ядра располагаются внутри волоконъ. У млекопитающихъ и человѣка въ частности бѣлыя и красныя мышечныя волокна могутъ нерѣдко находиться перемѣшанными въ одной и той же мышцѣ. У насѣкомыхъ часто распредѣленіе сократительнаго вещества саркоплазмы и ядеръ бываетъ очень причудливо и своеобразно. Для того, чтобы составить объ немъ вѣрное представленіе, необходимо сравнить между собою продольные и поперечные разрѣзы мышцъ. Фигуры здѣсь приведенныя даютъ понятіе о разнообразіи отношеній, здѣсь встрѣчающихся.—Для изученія сократительной субстанціи и въ частности поперечной исчерченности нужно сравнить между собою мышцы у разныхъ животныхъ, главнымъ образомъ, у различныхъ насѣкомыхъ. Для фиксаціи проще всего пользоваться спиртомъ (70 — 80°) или формалиномъ (4 — 10%); препараты непремѣнно должны быть окрашены, для болѣе яснаго различія темнаго, вдвойнѣ преломляющаго свѣтъ вещества отъ свѣтлаго просто преломляющаго. Для окраски пригодны различные сорта гематоксилиновъ и для тонкихъ продольныхъ разрѣзовъ въ особенности гемато-



Фиг. 120. Поперечный разрѣзъ мышечнаго волокна кролика. Конгеймовскія поля. Ув. 400. Саркоплазма свѣтлая, пучки мышечныхъ фибрилль темные.

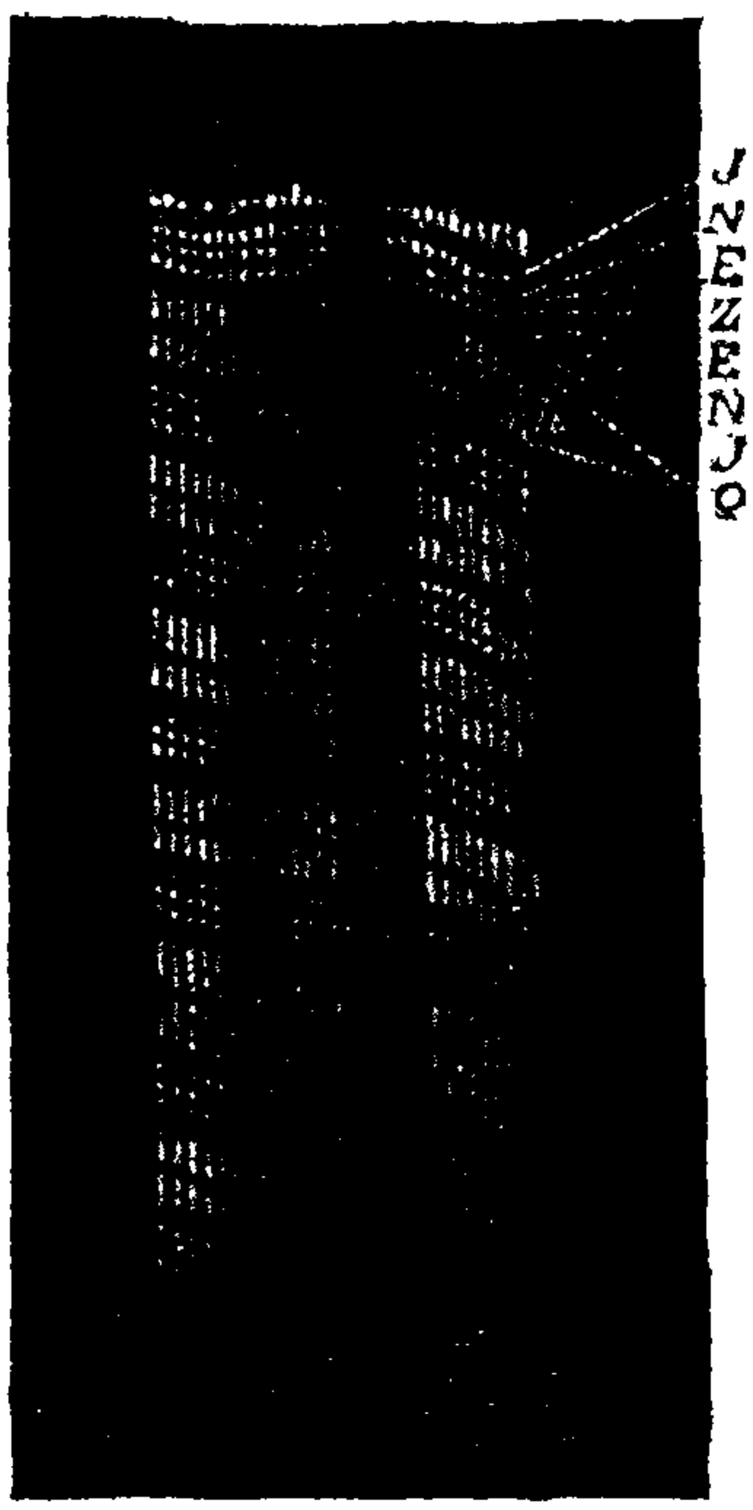


Фиг. 121. Поперечный разрѣзъ мышечнаго волокна мясной синей мухи (по Роллету).

ксилинъ съ протравой желѣзными амміачными квасцами, при которомъ это различіе выступаетъ съ чрезвычайной рѣзкостью. Мышцы удобнѣе всего фиксировать въ растянутомъ состояніи, для чего у позвоночныхъ сильно сгибаютъ или разгибаютъ конечность (или лучше часть ея), связываютъ ниткой и въ такомъ состояніи фиксируютъ, пользуясь для изготовленія препаратовъ то разгибателями, то сгибателями, и сравнивая между собою для полноты картины даваемыя подъ микроскопомъ тѣми и другими.

Фиг. 122. Поперечный разрѣзъ черезъ мышечныя волокна малька форели. Конгеймовскія поля.

У насѣкомыхъ для этой цѣли привязываютъ вытянутую лапку ниткой къ спичкѣ или тонкой стеклянной палочкѣ и бросаютъ такъ въ фиксаторъ. Обычно достаточно 1—3 часовъ, чтобы совершенно фиксировать препаратъ.



Фиг. 123. Мышечное волокно насѣкомаго въ поляризованномъ свѣтѣ. Анизотропное вещество свѣтлое. Изотропное темное. (Роллетъ).

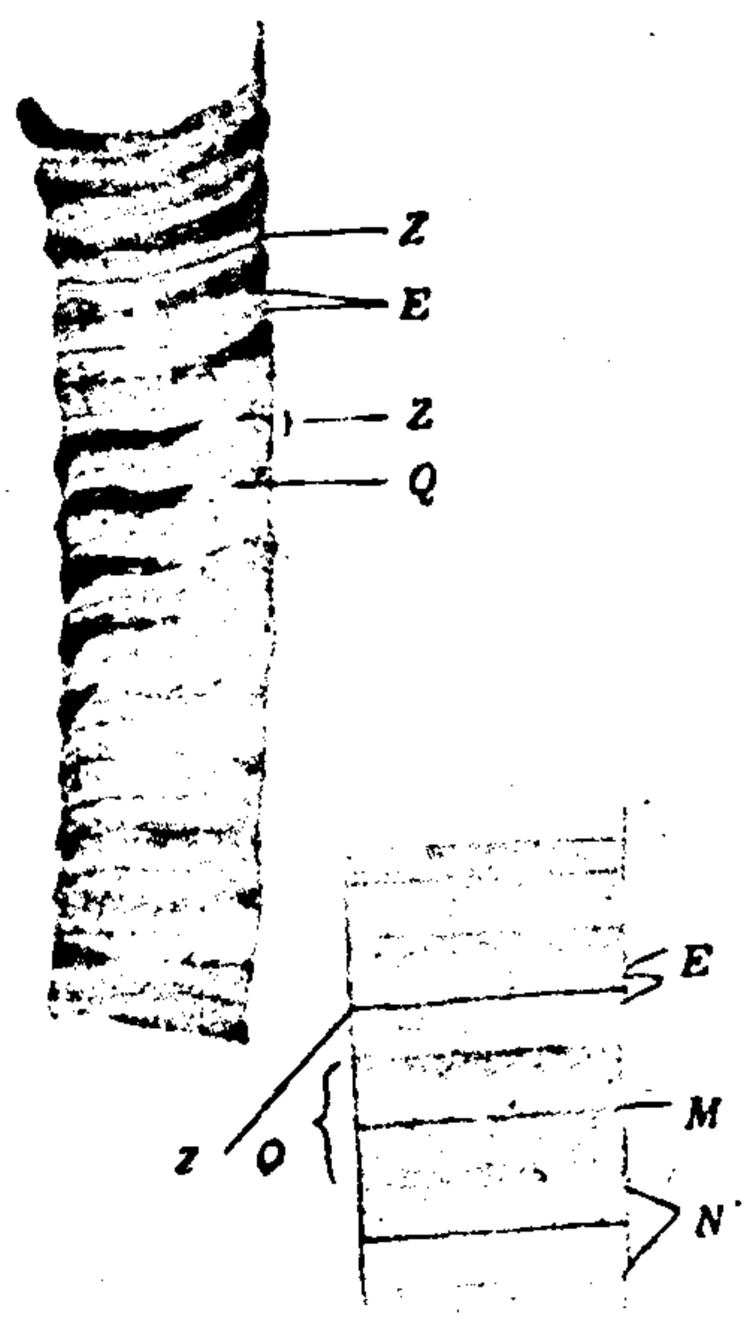
Пригодны для изслѣдованія весьма различные виды насѣкомыхъ (мухи, осы, тараканы и т. д.), но въ особенности разнообразна и полно выражена исчерченность у различныхъ видовъ жуковъ (плавунецъ, водолюбъ, бронзовка, дровосѣки и т. д.). Для того, чтобы фиксаторъ легко проникалъ до мышцъ, необходимо надсѣчь или прорѣзать ножницами или скальпелемъ наружный твердый хитинный покровъ по краямъ ножекъ или thorax'a. Обычно у насѣкомыхъ нѣтъ никакой надоб-

ности прибѣгать къ разрѣзамъ, и совершенно та же цѣль достигается и на расщипанныхъ препаратахъ. Очень интересно сравнить между собою у насѣкомыхъ мышцы туловища (thorax) съ мышцами ногъ. Въ туловищѣ волокна толсты, продольная фибриллярность не выражена ясно и поперечная исчерченность обычно относительно проста. Въ ножкахъ волокна разной толщины и поперечная исчерченность очень сложна. Такъ, напр., у бронзовки кромѣ толстаго и тонкаго темныхъ дисковъ (*Q* и *Z*) видны хорошо дополнительные диски (*N*), то же самое видно и у водолюба. Нерѣдко *Q* бываетъ раздѣленъ на отдѣлы свѣтлыми прослойками, и темная полоска *h* выступаетъ ясно.—Для полноты изслѣдованія поперечно-полосатыя волокна должны быть изучены въ поляризованномъ свѣтѣ, т.-е. разсмотрѣны подъ микроскопомъ, снабженнымъ поляризаціоннымъ приборомъ (анализаторомъ и поляризаторомъ и гипсовыми и слюдяными пластинками). Недостатокъ мѣста не позволяетъ, однако, изложить здѣсь, какъ производится такое изслѣдованіе. Замѣтимъ лишь, что мышечныя волокна должны быть быстро фиксированы въ спирту и неокрашенными заключены въ бальзамъ. При перекрещенныхъ анализаторѣ и поляризаторѣ, въ темномъ полѣ зрѣнія анизотропное вещество (*Q* и *Z*) представится свѣтлымъ. При гипсо-

Фиг. 124. Мышца кошки, фиксація въ растянутомъ видѣ формалиномъ. Продольный разрѣзъ (замороженный или пропитанный препаратъ), окраска Біонди или желѣзнымъ гематоксилиномъ. Видны полоски сократительнаго вещества.

выхъ пластинкахъ (лучше всего 1-го порядка) оно будетъ окрашено въ дополнительный цвѣтъ къ цвѣту поля зрѣнія.

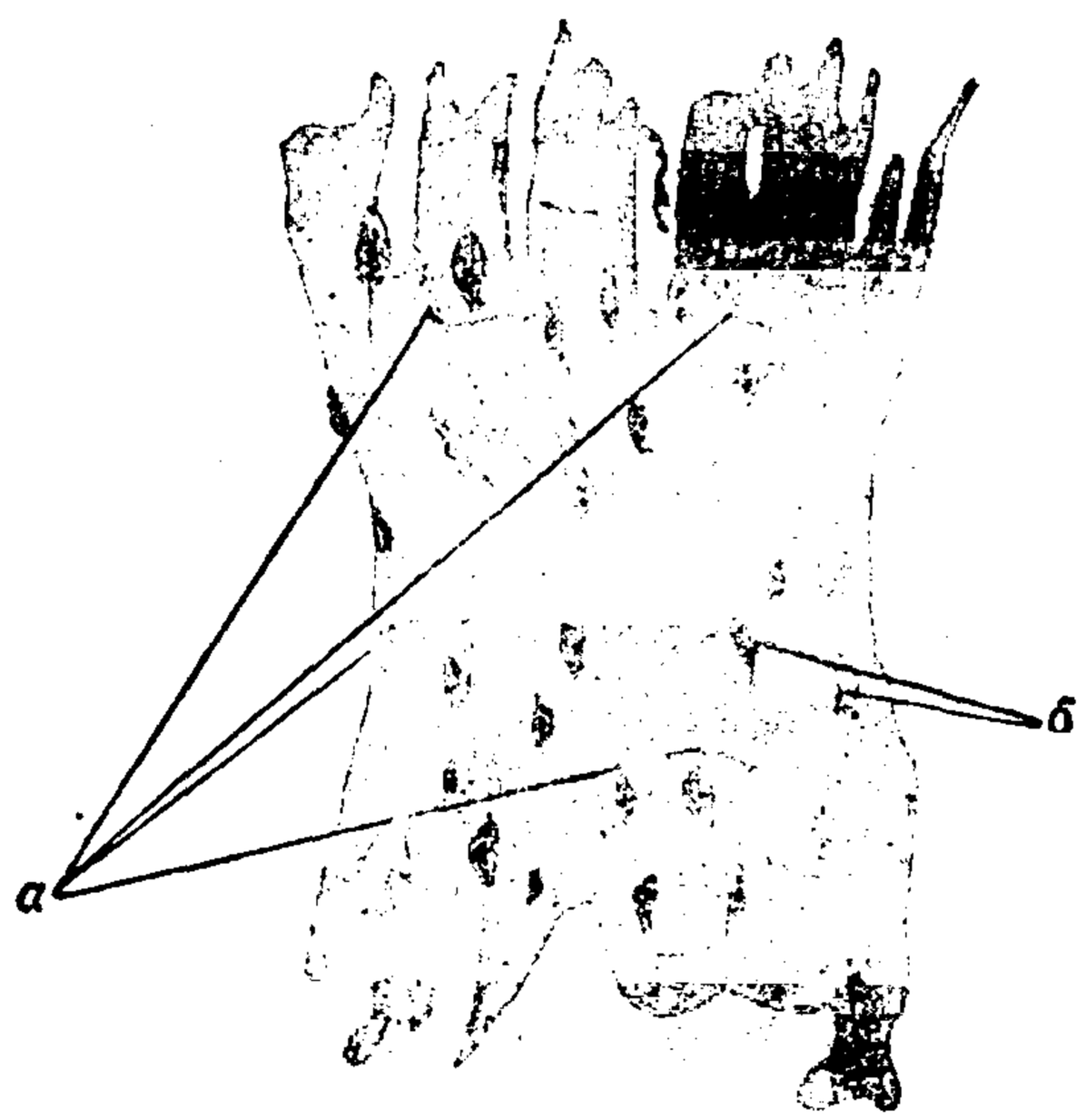
Какъ извѣстно, сердечная мышца имѣетъ многія особенности въ своемъ строеніи по сравненію съ мышцами туловища. Для изслѣдованія этихъ особенностей необходимо имѣть безусловно свѣжій, даже не утратившій своихъ жизненныхъ свойствъ матеріалъ. Приходится также изслѣдовать этотъ матеріалъ какъ въ свѣжемъ, такъ и фиксированномъ видѣ и притомъ по возможности у различныхъ животныхъ.



Фиг. 125. Мышечное волокно изъ ножки жука дровосѣка. Сложная полосатость.

Для фиксаціи можетъ служить 2,5% растворъ сулемы, къ которому прибавлено 1% уксусной кислоты; небольшіе куски папиллярныхъ мышцъ (кошка, собака, лошадь, обезьяна) оставляются здѣсь на 4—6 часовъ, при чемъ растворъ долженъ быть нагрѣтъ до 37°*C*; въ холодномъ фиксаторѣ куски могутъ оставаться 10—12 часовъ. По промывкѣ водой куски переносятся въ 4% растворъ формалина или 70° спиртъ. Для окраски разрѣзовъ можетъ служить краска Біонди (см. стр. 81), или лучше гематоксилинъ съ протравой желѣзными квасцами (стр. 79). Совершенно пригодны также фиксаціи Ценкеровской жидкостью съ формалиномъ, Мюллеровской жидкостью чистой и съ формалиномъ, 4—5% формалинъ; здѣсь куски обрабатываются по общимъ правиламъ и могутъ быть окрашены или такъ же какъ препараты изъ раствора сулемы, или и многими другими красками (гемалаунъ, пикрофуксинъ, паракарминъ и

т. д.). Куски для разрѣзовъ удобнѣе всего залить въ целлоидинъ или парафинъ, или же по промывкѣ водою заморозить. Рѣзать ихъ отъ руки безъ заливки трудно и во всякомъ случаѣ требуетъ большого навыка.— Небольшіе куски сердечной мышцы могутъ быть, кромѣ того, положены въ 0,5—0,75% водный растворъ азотнокислаго серебра и оставлены здѣсь, пока не побѣлѣютъ (около 10—15 минутъ), и затѣмъ переложены въ обыкновенную воду на свѣту до побурѣнія.—Свѣжіе кусочки сердечной мышцы могутъ быть расщипаны въ каплѣ 30—32% раствора ѣдкаго кали и также, при наличности микротома съ замораживающимъ приборомъ, на немъ заморожены и окрашены (гемалауномъ, пикрокарминомъ, крезилъ — віолетомъ). Посмотримъ, что можно будетъ увидать на всѣхъ такъ изготовленныхъ препаратахъ. — На препаратѣ, расщипанномъ въ ѣдкомъ кали, кусочекъ сердечной мышцы распадется на отдѣльные угловатые куски съ ядромъ или двумя по серединѣ, окруженными протоплазмой. Можно будетъ видѣть, что такіе куски-клѣтки спаиваются между собою въ тяжи и ленты. Можно видѣть хорошо исчерченную субстанцію и зернышки пигмента въ саркоплазмѣ. Препаратъ этого рода не сохраняется, или сохраняется съ большимъ трудомъ послѣ промывки разведенной уксусной кислотой подъ



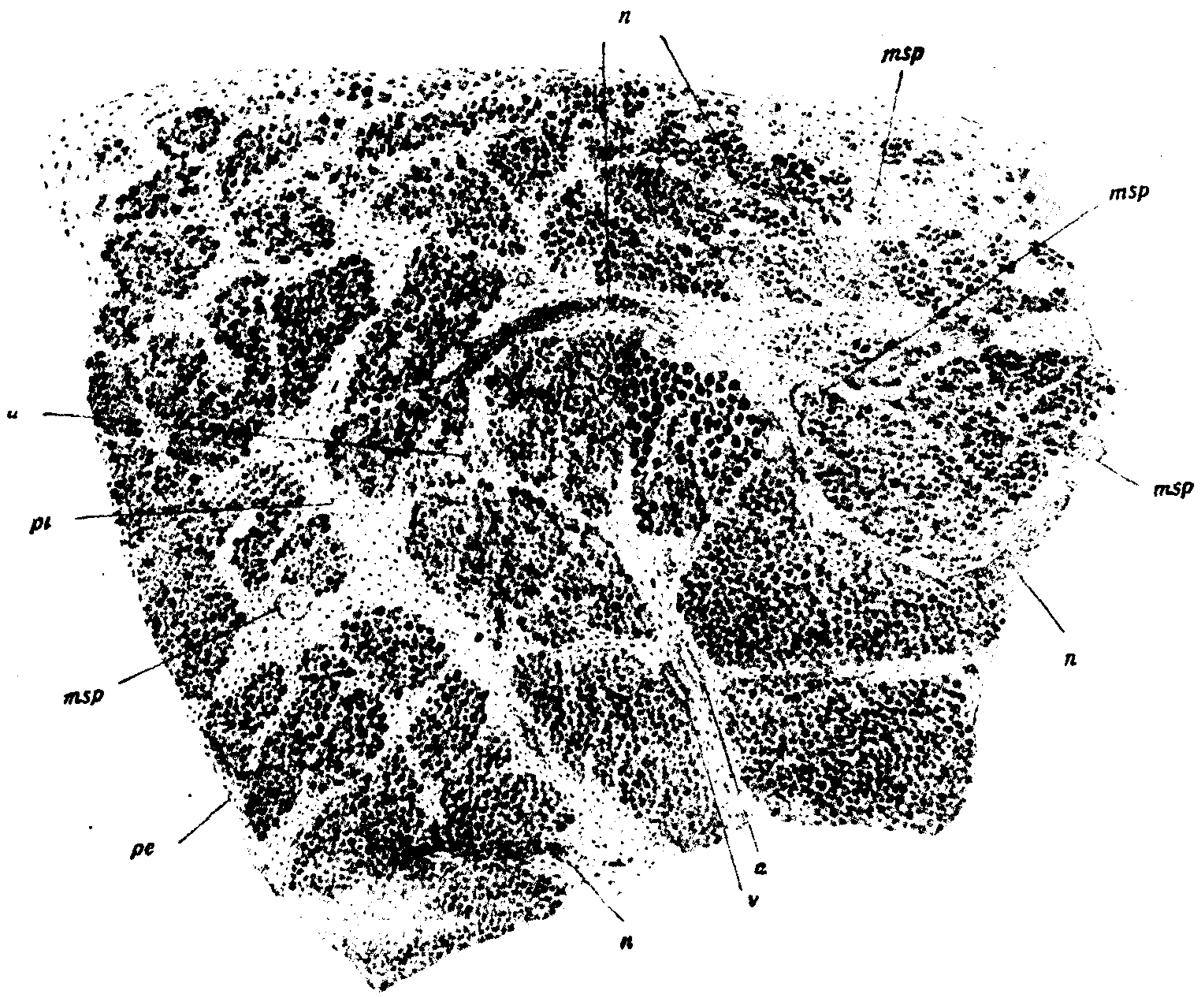
Фиг. 126. Сердечная мышца старой лошади; *а* — лѣстницы, *б* — ядра. Малое увеличеніе

покровнымъ стекломъ. На разрѣзахъ изъ серебряныхъ препаратовъ видны также ленты, составленныя изъ четырехугольныхъ клѣтокъ съ такими же выступами и надставками. Между клѣтками при удачѣ хорошо видны темныя линіи ихъ отдѣляющія. Разрѣзы красятъ гемалауномъ или гематаксилиномъ Бемера и заключаютъ въ бальзамъ или левулезу (см. фиг. 126). На продольныхъ разрѣзахъ изъ свѣжей, или все равно фиксированной, мышцы можно усмотрѣть, что ленты спаиваются между собою, образуя сѣти и переплеты. Между тяжами остаются узкія заостренныя по концамъ щели (Генковскія щели).

Фиг. 127. Продольный разрѣзъ черезъ папиллярную мышцу сердца обезьяны. Фиксація сулемой съ уксусной кислотой. Целлоидиновый или замороженный препаратъ. Окраска смѣсью Біонди. Ув. 650. Видны вѣтвящіяся волокна; *tr* — вставочные куски.

Послѣ окраски выступаютъ полоски между клѣтками, тѣ же, что были видны на серебреныхъ препаратахъ, но здѣсь выступаетъ яснѣе новая подробность: полоски состоятъ изъ отдѣльныхъ палочекъ и соотвѣтствуютъ по своему положенію полоскамъ *Z* или Амичи-Краузе. Чтобы видѣть безъ труда и ясно опи-

сываемыя полоски, надобно брать непремѣнно сердце стараго животнаго (лучше всего лошади); здѣсь полоски идутъ часто уступами и образуютъ такъ наз. лѣстницы. На поперечныхъ разрѣзахъ видно своеобразное распредѣленіе сократительныхъ фибриллей (Кон-



Фиг. 128. Поперечный разрѣзъ черезъ m-lus rectus oculi superior овцы. Формалинъ 10% (растянутая мышца на пластинкѣ). Разрѣзъ поперекъ целлоидиновыхъ или замороженныхъ препаратовъ. Окраска. Видны *(pi, pe)* perimysium internum et externum, сосуды *(a и v)*, нервы *(n)*, мышечныя веретена *(msp)*. Ув. 35. (Краузе).

геймовы поля) и богатство волоконъ саркоплазмой. Разрѣзы изъ фиксированныхъ кусковъ лучше всего заключать въ бальзамъ или левулезу; можно заключать въ послѣднюю и свѣжіе замороженные разрѣзы, но они быстро уродуются здѣсь. — Если расщипать

въ ѣдкомъ кали кусочекъ свѣжей мышцы сердца лягушки, то можно будетъ видѣть поперечно исчерченныя веретенообразныя клѣтки, которыя также спаиваются въ ленты. Клѣтки эти обычно разсматриваютъ какъ переходную форму между поперечно-полосатыми и гладкими мышечными волокнами. Конечно, эти клѣтки можно будетъ видѣть и на разрѣзахъ изъ фиксированнаго сердца лягушки; методы фиксаціи и окраски такіе же, какъ указано выше для сердецъ млекопитающихъ.—Изслѣдованіе п. пол. мышечной ткани можетъ быть закончено изученіемъ отношеній мышечныхъ волоконъ другъ къ другу и къ соединительно-тканнымъ образованіямъ въ цѣлой мышцѣ. Самое простое съ этой цѣлью—это засушить ободранную отъ кожи заднюю лапку лягушки на воздухѣ настолько, чтобы мышцы сохраняли еще свою гибкость, но были притомъ настолько тверды, чтобы изъ нихъ сухой бритвой можно было рѣзать тонкія стружки. Отдѣляютъ съ бедра одну изъ мышцъ съ продольными волокнами и отъ руки изготовляютъ довольно тонкіе поперечные и, если нужно, также и продольные разрѣзы, не смачивая бритвы спиртомъ. Разрѣзы окрашиваютъ амміачнымъ или квасцевымъ карминомъ, или краской Ванъ-Гисона и заключаютъ въ глицеринъ или левулезу. Такіе же разрѣзы могутъ быть изготовлены изъ мышцъ фиксированныхъ въ формалинѣ послѣ пропитыванія ихъ целлоидиномъ или парафиномъ, или послѣ замораживанія на микротомѣ.—На всѣхъ такихъ разрѣзахъ безъ труда можно убѣдиться въ томъ, что соединительно-тканныя пластинки охватываютъ мышцу со всѣхъ сторонъ снаружи (perimysium externum); отсюда внутрь отходятъ многочисленныя перегородки, раздѣляющія всю толщу мышцы на отдѣльные пучки; внутрь каждаго такого пучка также проходятъ тоненькія соединительно-тканныя перекладины, обособляющія другъ

отъ друга мышечныя волокна. Совокупность перегородокъ внутри мышцы носитъ названіе perimysium internum. Оріентироваться въ отношеніяхъ отдѣльныхъ мышечныхъ волоконъ къ перегородкамъ перимизіевъ и сухожиліямъ можно въ общихъ чертахъ или на тѣхъ же разрѣзахъ, но проведенныхъ такъ, чтобы захватывалось немного и сухожиліе, или на свѣжихъ препаратахъ, расщипанныхъ въ 30—32% раств. ѣдкаго кали. Очень ясныя картины на мышцахъ позвоночныхъ даютъ расщипанные въ глицеринѣ или левулезѣ препараты, вызолоченные по способу Конгейма или Левитта (см. стр. 84). На мышцахъ насѣкомыхъ, съ хитиновыми сухожиліями, хорошія картины можно получить расщипываніемъ мышцъ выдѣленныхъ вмѣстѣ съ сухожиліями изъ ножекъ послѣ фиксаціи спиртомъ или Мюллеровской жидкостью (около 12—20 часовъ, и окраски тѣмъ или инымъ карминомъ или гемалауномъ.

Обратимся къ изслѣдованію нервной ткани. Мы разсмотримъ здѣсь лишь способы изученія нервныхъ волоконъ и нервныхъ клѣтокъ. Что же касается до нервныхъ окончаній, то общіе способы ихъ изученія было уже частью указаны выше при описаніи общей техники (стр. 84), частью будутъ описаны ниже при изложеніи методики изслѣдованія нервной системы.

Самымъ доступнымъ матеріаломъ для изслѣдованія бѣлыхъ периферическихъ нервныхъ волоконъ являются нервы лягушки. Убитую лягушку съ разрушеннымъ спиннымъ мозгомъ кладутъ брюшкомъ кверху, вскрываютъ послѣднее продольнымъ и поперечнымъ разрѣзами, отворачиваютъ въ стороны лоскуты и затѣмъ удаляютъ внутренности, печень, кишки, икру, если была взята самка. Тогда въ тазовой области открываются плоскіе пучки бѣлыхъ нервовъ, идущихъ сверху извнутри отъ спинного хребта книзу и кнаружи въ

заднія лапки. Берутъ тонкимъ пинцетомъ одинъ изъ нервовъ у спинного хребта, отрѣзаютъ его острыми тонкими ножницами надъ концами пинцета, приподнимаютъ кверху и затѣмъ также однимъ взмахомъ перерѣзаютъ наружно-нижній конецъ нерва; не давая ему слипаться или сгибаться, кладутъ его на предметное стекло для изслѣдованія въ свѣжемъ видѣ, или же опускаютъ въ 1% растворъ осміевой кислоты; послѣдняя должна быть налита въ широкогорлую баночку, если можно, съ стеклянной притертой пробкой. Держа нервъ надъ открытой такой банкой обрѣзаютъ его очень острыми ножницами подъ концами пинцета. Нужно, чтобы нервъ упалъ въ кислоту совершенно прямымъ, не согнутымъ и отнюдь не смятымъ. Также поступаютъ съ другими нервами пучковъ, нужно только дѣйствовать быстро и аккуратно. Отнюдь не надобно дышать парами кислоты или приближать къ ней глаза.

Ѣдкіе пары быстро вызываютъ сильный насморкъ и обжигаютъ глаза, вызывая истеченіе слезъ и воспаленіе конъюнктивы. На каждый нервъ въ банкѣ должно находиться 3—5 куб. сант. раствора. Нервы тамъ быстро чернѣютъ и ихъ можно начать изслѣдовать черезъ $^1/_2$—1 часъ. Безъ всякаго вреда они могутъ быть оставлены въ осміевой кислотѣ часовъ 10—12, это бываетъ даже нужно, если хотятъ изготовить поперечные или продольные разрѣзы изъ нихъ. По фиксаціи выливаютъ вонъ осміеву кислоту, наливаютъ въ банку воды, которую нѣсколько разъ смѣняютъ. Въ водѣ нервы, какъ и вообще фиксированные осміевой кислотой препараты, могутъ оставаться по недѣлямъ. Лучше, однако, замѣнить воду Мюллеровской жидкостью, слегка разведенной; въ водѣ нерѣдко заводится плѣсень и портитъ препаратъ.

Вмѣсто раствора осміевой кислоты, можно съ полнымъ успѣхомъ пользоваться Флемминговской или

Германовской жидкостями; ихъ, однако, надобно брать нѣсколько больше, чѣмъ раствора осміевой кислоты.

Кромѣ указанныхъ нервовъ, можно изъ лягушки брать еще сѣдалищный нервъ (n. ischiadicus). Ту же убитую лягушку, изъ которой были взяты нервы въ тазовой области, переворачиваютъ спиной кверху и разрѣзаютъ кожу вдоль всего бедра. При этомъ на нижнемъ краю тогда открывается маленькая трехугольная ямка (fossa ischiadica), ограниченная снаружи musc. glutaeus magnus. Ямка своимъ нижнимъ концомъ продолжается на бедрѣ въ желобокъ (между musc. ileofibularis и semi membranosus). Если раздвинуть пальцами или пинцетами желобокъ и ямку, то на днѣ ихъ ока-

Фиг. 129. Нервное волокно лягушки. По срединѣ виденъ перехватъ Ранвье; ясно виденъ осевой цилиндръ, послѣ обработки расщипаннаго свѣжаго нерва коллодіемъ.

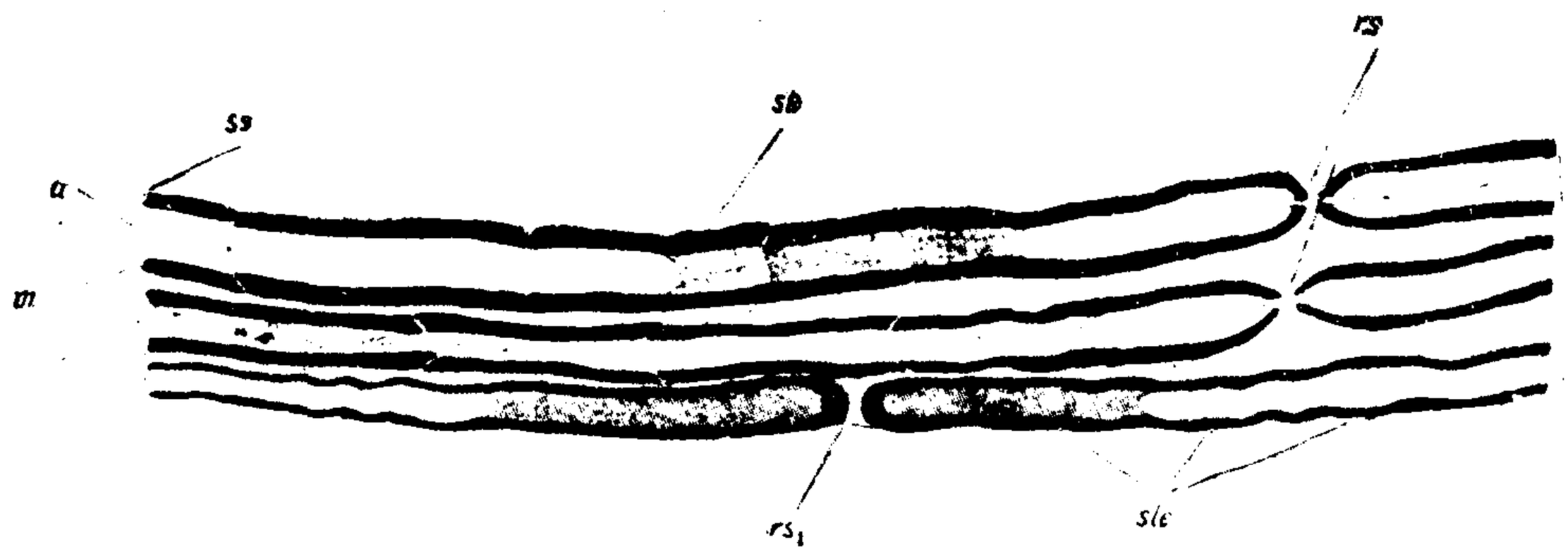
зывается относительно толстый сѣдалищный нервъ, который безъ всякаго труда можетъ быть извлеченъ оттуда вышеописанными пріемами и подвергнутъ совершенно подобной же дальнѣйшей обработкѣ, какъ и нервы изъ области таза, съ той только разницей, что его надобно будетъ разрѣзать поперекъ на 2—4 куска.

Положенный свѣжимъ на предметное стекло нервъ, или кусокъ его, быстро расщепляютъ иголками, не прибавляя къ нему ничего и притомъ такъ: держатъ кусокъ за конецъ одной иглой, а другой расчесываютъ его быстро вдоль такъ, чтобы получить въ цѣломъ фигуру въ родѣ вѣника, не обращая притомъ вниманія на тѣ нити, которыя пристаютъ къ иглѣ; ихъ просто снимаютъ съ иглы. Кладутъ затѣмъ на препаратъ каплю жидкаго целлоидина, или коллодія, и покрываютъ

покровнымъ стекломъ (способъ Пфлюгера). Подъ микроскопомъ видно большее или меньшее число нервныхъ волоконъ, которыя представляются зернистыми; по мѣстамъ черезъ опредѣленные промежутки видны въ бѣломъ мякотномъ веществѣ перехваты Ранвье, гдѣ это вещество отсутствуетъ. Главное же, на что надлежитъ обратить вниманіе, это ясно различаемый внутри каждаго волокна осевой цилиндръ, который безъ перерыва проходитъ вдоль всего волокна и представляется какъ сѣроватая болѣе или менѣе однородная лента. — Расщипывать, если иголки тонки чисты и очень остры, можно и иначе. Вкалываютъ обѣ иглы въ середину нерва, плотно одну возлѣ другой, и затѣмъ раздвигаютъ ихъ въ противоположныя стороны, разрывая вдоль нервъ. Часто между обѣими половинами остается нѣкоторое число хорошо изолированныхъ волоконъ, которыя можно, покрывши препаратъ покрывнымъ стекломъ, наблюдать подъ микроскопомъ. Обычно, однако, приходится каждую половину немного расщипать вдоль и притомъ все это удобнѣе дѣлать въ каплѣ физіологическаго раствора поваренной соли или Рингеровской жидкости.

Такіе препараты, пока они свѣжи и не измѣнились, совершенно соотвѣтствуютъ тому, что видно на нервахъ фиксированныхъ въ осміевой кислотѣ, или ея смѣсяхъ. Главное различіе будетъ заключаться въ томъ, что одни будутъ бѣлыми, другіе—черными. Можно будетъ видѣть, что волокна имѣютъ различную толщину, ровные и гладкіе края и двойной, сильно (на свѣжемъ волокнѣ) преломляющій свѣтъ контуръ. Въ мякотной оболочкѣ черезъ опредѣленные промежутки видны перерывы—Ранвьевскіе перехваты; виденъ также составъ мякоти изъ отдѣльныхъ сегментовъ, отдѣленныхъ другъ отъ друга Шмитъ-Лантермановскими насѣчками. Швановксая оболочка видна только на перехватахъ и кое-

гдѣ по концамъ волоконъ; по мѣстамъ въ ней замѣтны ядра, похожія въ профиль на плоско-выпуклую линзу. Если къ свѣжему препарату прибавить воды, то міэлинъ начинаетъ выходить изъ концовъ волоконъ и образовывать причудливыя по формѣ капли съ двойными контурами. Тогда нерѣдко можно бываетъ различить пустыя Швановскія оболочки въ видѣ трубочекъ, состоящихъ изъ тончайшей пленки. — Осмированные препараты очень хорошо сохраняются въ глицеринѣ или левулезѣ.—Если положить нервъ въ 1% растворъ азотнокислаго серебра на нѣсколько часовъ и затѣмъ



Фиг. 130. Нервныя волокна изъ сѣдалищнаго нерва лягушки. Обработка осміевой кислотой. Расщипанный препаратъ или продольный срѣзъ. Видны перехватъ Ранвье, *(rs)* черный міэлинъ *(m)*, ядра *(sk)*, насѣчки Лантермана *(sle)*.

по почернѣніи расщипать на волокна въ глицеринѣ или левулезѣ, то на мѣстахъ перехватовъ появляются кресты Ранвье; продольная балясинка креста соотвѣтствуетъ осевому цилиндру, поперечная—или осадку серебра, или поперечной пластинкѣ, состоящей, какъ нерѣдко полагаютъ, изъ спаивающаго вещества. Не рѣдко крестовъ не бываетъ видно; на мѣстахъ перехватовъ видна или просто черная кучка осадка, или же окрашенъ лишь одинъ осевой цилиндръ. Если положить мякотный нервъ въ смѣсь спирта и эфира и поставить затѣмъ баночку или стаканчикъ, гдѣ онъ находится, въ горячую воду, чтобы смѣсь закипѣла, то зна-

чительная часть мякоти растворится и на расщипанномъ препаратѣ можно будетъ наблюдать т. наз. нейрокератиновую сѣть.—Чтобы видѣть составъ осеваго цилиндра изъ тончайшихъ фибриллей, проще всего изготовить изъ фиксированнаго осміемъ нерва тонкіе поперечные и продольные разрѣзы при помощи предварительной заливки въ целлоидинъ или парафинъ, или замораживанія. Разрѣзы должны быть окрашены кислымъ фуксиномъ (см. стр. 81). На мѣстѣ осевого цилиндра видны тончайшія примитивныя фибрилли, а на поперечномъ сѣченіи соотвѣтствующія имъ точки.

Лишенныя мякоти, или Ремаковскія волокна, легче всего можно получать въ чистомъ видѣ и безъ всякихъ трудностей препаровки изъ селезенки теленка, которую можно достать въ мясной лавкѣ. Селезенка эта имѣетъ видъ вытянутаго сплющеннаго овала, длиною около 20 с. Ее кладутъ передъ собою такъ, чтобы тотъ конецъ ея, куда входятъ сосуды, былъ обращенъ къ препарующему, а другой—отъ него, сосуды должны приходиться направо. Нерѣдко сосуды бываютъ коротко обрѣзаны и торчатъ изъ нижняго края, какъ маленькій бѣловатый придатокъ. Берутъ за него пинцетомъ и слегка потягиваютъ, тогда намѣчается ходъ сосудистаго пучка въ мягкой коричневой пульпѣ селезенки. Ножницами или скальпелемъ разрѣзаютъ пульпу по ходу пучка, и осторожно выдѣляютъ весь бѣловатый пучокъ вонъ. Въ пучкѣ безъ труда можно различить кровеносные сосуды отъ сопровождающаго ихъ нерва, имѣющаго видъ сѣроватой нѣжной нити толщиною въ очень толстую булавку (около $1^1/_2$—2 милл.) и отдѣлить одни отъ другихъ изъ ихъ общаго влагалища. Такое отдѣленіе можетъ быть произведено и послѣ фиксаціи.

Разрѣзаютъ поперекъ нервъ (или пучокъ) на куски длиною въ 1—2 сант. и кладутъ въ Мюллеровскую или Ценкеровскую жидкости (прибл. 15—25 к. на 2 куска).

На слѣдующій день куски фиксированы и готовы къ дальнѣйшей обработкѣ. Отрѣзаютъ отъ нихъ ножницами маленькіе кусочки, промываютъ въ часовомъ стеклѣ или чашечкѣ водою, пока не поблѣднѣетъ оранжевая окраска, и затѣмъ окрашиваютъ однимъ изъ указанныхъ на стр. 78 растворовъ кармина или гематаксилина, расщипываютъ иглами въ каплѣ глицерина, или левулезы, гдѣ и заключаютъ. По желанію можно обезводивъ и просвѣтивъ масломъ, расщипать въ каплѣ бальзама или даммаръ-лака. Кромѣ указанныхъ фиксирующихъ жидкостей, можно, конечно, употребить и многія другія (1% осміева кислота, Флеммингговская, Германовская жидк., раств. сулемы и т. д.), особаго преимущества или какихъ-нибудь существенныхъ новыхъ подробностей строенія отъ этого не получится. Для приготовленія разрѣзовъ куски изъ фиксирующихъ жидкостей послѣ промывки водой или замораживаютъ на микротомѣ, или переносятъ въ спиртъ и по общимъ правиламъ, затѣмъ пропитываютъ целлоидиномъ или парафиномъ. Разрѣзы должны быть тонки. Ихъ окраска лучше всего можетъ быть сдѣлана краской Біонди или пикрофуксиномъ, что позволитъ различить легче соединительную ткань отъ нервовъ.

Фиг. 131. Ремаковскія нервныя волокна изъ селезенки теленка. Малое увеличеніе, *a*—ядра оболочки.

Подъ микроскопомъ на расщипанныхъ препаратахъ (см. фиг. 131) будутъ видны отдѣльныя волокна, составленныя изъ тонкихъ фибриллей и покрытыя сна-

ружи тончайшей оболочкой (Швановской) съ многочисленными овальными ядрами. Часто, конечно, будутъ встрѣчаться и тяжи, состоящіе изъ подобныхъ же волоконъ. На ряду съ этимъ будутъ находиться въ препаратѣ и тяжи обыкновенной волокнистой соединительной ткани, которые, однако, безъ труда можно будетъ отличать отъ Ремаковскихъ волоконъ по отсутствію ядеръ и оболочки на нихъ. Конечно, возможна ошибка въ грубой первоначальной препаровкѣ и кровеносный сосудъ или тяжъ соединительной ткани принятъ за нервъ, а послѣдній брошенъ. Тогда въ препаратѣ будутъ одни волокна соединительной ткани. Этого, однако, легко избѣжать, особенно если были фиксированы куски цѣлаго тяжа сосудовъ и нерва вмѣстѣ.

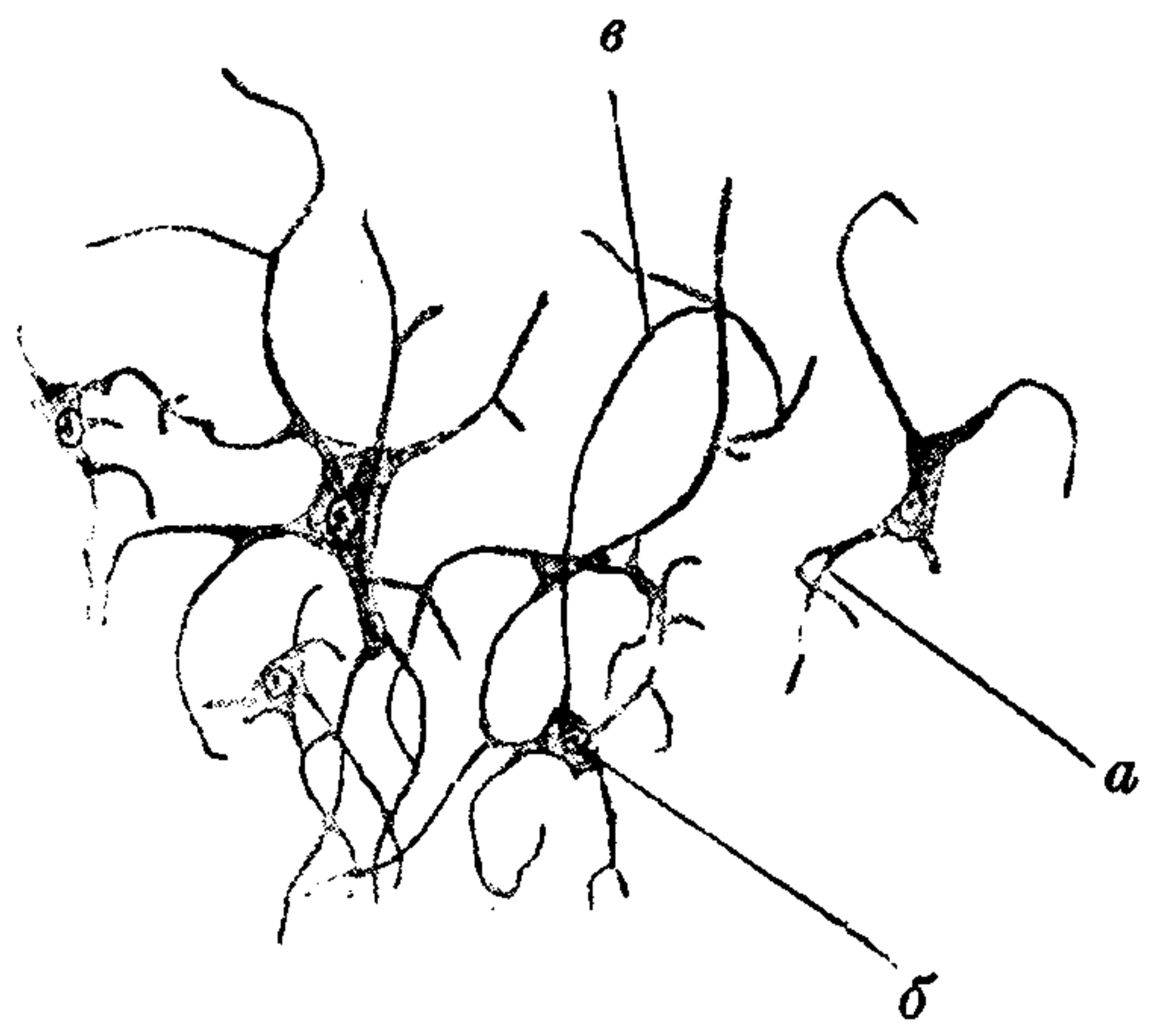
Познакомимся теперь съ изслѣдованіемъ нервныхъ клѣтокъ. Онѣ находятся въ сѣромъ веществѣ головного и спинного мозга и въ различныхъ нервныхъ узлахъ. Анатомическая препаровка послѣднихъ далеко не часто бываетъ легкой и требуетъ основательнаго предварительнаго знакомства съ анатоміей той или иной области и поэтому начинающимъ придется ограничиться весьма немногими легко доступными узлами. Изслѣдованіе въ свѣжемъ видѣ нервныхъ клѣтокъ у позвоночныхъ не даетъ сколько-нибудь годныхъ картинъ, и потому приходится ограничиваться исключительно матеріаломъ, подвергнутымъ той или иной обработкѣ. Для знакомства съ формой и отростками нервныхъ клѣтокъ иногда бываютъ очень пригодны препараты изъ сѣраго вещества спинного или коры головного мозга. По большимъ размѣрамъ клѣтокъ тутъ бываетъ пригоденъ мозгъ теленка. Въ мясной лавкѣ можно купить шею теленка и кусочекъ головного мозга съ сѣрымъ веществомъ коры. Удаляютъ съ шеи по возможности все мясо и затѣмъ, если есть

костные щипцы или садовыя ножницы, откусываютъ ими дуги позвонковъ настолько, чтобы, обрѣзавъ ножницами корешки и мягкія части, можно было легко вынуть спинной мозгъ изъ его канала. Если нѣтъ щипцовъ или ножницъ, можно, имѣя помощника, распилить пилой или прорубить долотомъ позвоночныя дуги и вынуть мозга. При этомъ, конечно, всячески надобно стараться не повредить и не помять его. Если нельзя достать мозгъ теленка, то его можно замѣнить мозгомъ другого животнаго—кролика, кошки, собаки, морской свинки и т. д. Отнимая дуги, можно обнажить межпозвоночныя отверстія и вынуть лежащіе здѣсь спинальные гангліи. Вынутаго изъ шеи куска мозга и ганглiевъ бываетъ совершенно достаточно, чтобы сразу заготовить матеріалъ, обработанный разными способами. Снимаютъ съ спинного мозга его оболочки и острой бритвой или скальпелемъ разрѣзаютъ часть его (около 2—4 сант. у теленка, у другихъ звѣрей соотвѣтственно меньше) поперечно на пластинки толщиною въ 3—4 миллиметра. Часть такихъ пластинокъ кладутъ въ небольшое количество Мюллеровской жидкости или спиртъ въ треть разведенный водою такъ, чтобы онѣ были только покрыты жидкостью. Если въ комнатахъ жарко, или вообще въ жаркое время года, то и Мюллерскую жидкость надлежитъ немного развести водою ($^1/_{10}$—$^1/_5$ часть воды). Въ другихъ пластинкахъ обрѣзаютъ по возможности бѣлое вещество ножницами, стараясь никакъ не помять центральнаго сѣраго вещества роговъ, и кладутъ послѣднее въ 5—10% растворъ формалина. Въ такой же растворъ помѣщаютъ и извлеченные спинальные гангліи. Другіе куски спинного мозга (длиною 1—3 сант.), кладутъ въ Мюллеровскую жидкость, спиртъ 70—96° и 4% формалинъ.— Совершенно также можно обработать и кору головного мозга.

Изъ пластинокъ, положенныхъ въ Мюллеровскую жидкость и спиртъ въ треть, часовъ черезъ 10—15 вырѣзаютъ сѣрое вещество роговъ, или вынимаютъ кусочки его концомъ скальпеля и окрашиваютъ эти кусочки возможно интензивно амміакъ-карминомъ, гематоксилиномъ Бемера, растворомъ фуксина или метиленовой сини въ водѣ и, обмывши водою, расщипываютъ сильно въ каплѣ глицерина. Въ препаратѣ среди множества зернышекъ, ниточекъ и обрывковъ нервныхъ волоконъ видны окрашенныя въ розовый или синій цвѣтъ тѣла клѣтокъ съ большими характерными пузырькообразными ядрами, съ большимъ ядрышкомъ. При удачѣ можно видѣть многочисленные плазматическіе отростки, или дендриты, отходящіе широкимъ основаніемъ отъ тѣла и вѣтвящіеся, распадаясь на два побѣга (дихотомически), и одинъ невѣтвящійся нейритъ, или осевой отростокъ, который отходитъ отъ тѣла клѣтки въ области ея ядра, притомъ отъ узкаго основного конуса. Нейритъ переходитъ несомнѣнно въ нервное волокно, что также удается иногда увидать при указанной обработкѣ. Нельзя, однако, не замѣтить, что при указанной обработкѣ можно получить превосходные по наглядности препараты (см. фиг. 132), но это удается рѣдко, благодаря тому, что трудно захватить надлежащую степень уплотненія, при которой клѣтки легко и въ цѣлости высвобождаются изъ окружающаго ихъ вещества. Въ большинствѣ случаевъ нейритъ бываетъ оборванъ, такъ же какъ и тонкія вѣтвленія дендритовъ. Чтобы захватить надлежащую степень уплотненія, надлежитъ повторно пробовать расщипываніе, начиная его часа черезъ 4—5 послѣ того, какъ препаратъ былъ положенъ въ мацерирующую жидкость. Иногда бываетъ полезно, вмѣсто расщипыванія, раздробить кусочки сѣраго вещества встряхиваніемъ въ пробиркѣ съ водою; даютъ затѣмъ водѣ этой отстоятся и пипеткой осторожно вы-

бираютъ осадокъ, окрашиваютъ его карминомъ и изслѣдуютъ въ глицеринѣ.

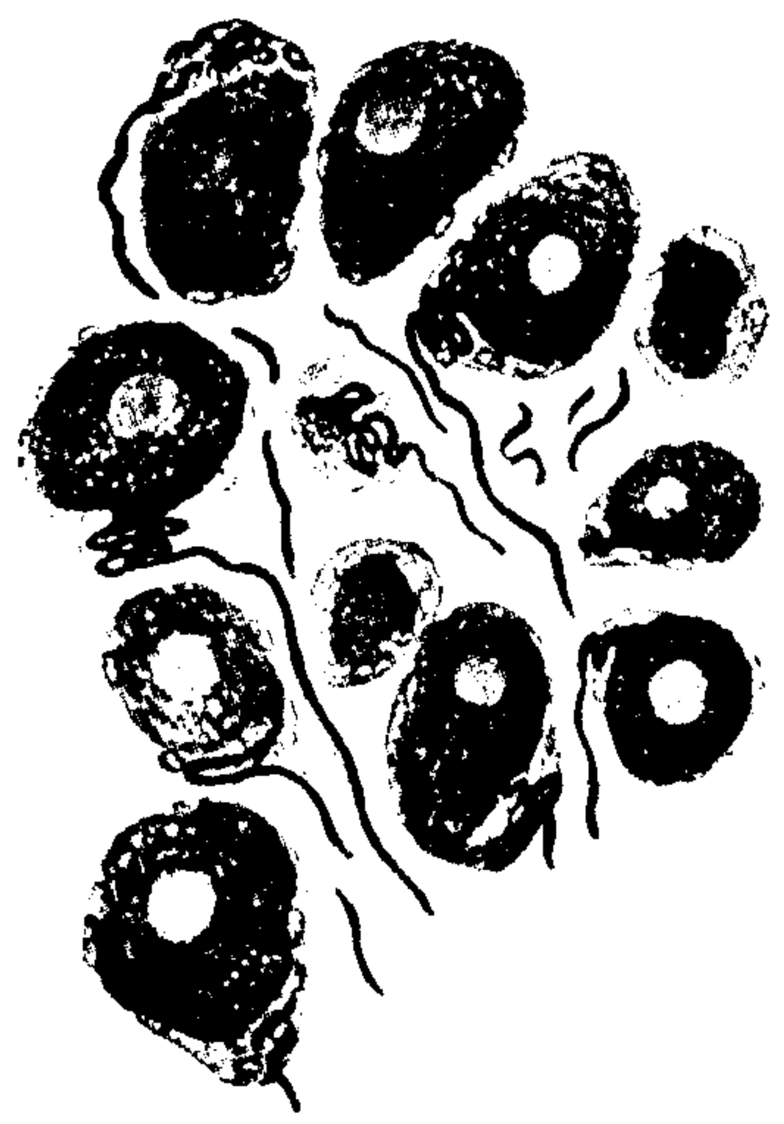
Во всякомъ случаѣ препараты, полученные расщипываніемъ, надлежитъ сравнить съ окрашенными и въ особенности съ импрегнированными серебромъ разрѣзами. Для окрасокъ будутъ вполнѣ пригодны куски уплотненные въ спиртѣ и Мюллеровской жидкости. Послѣдніе надобно передъ тѣмъ, какъ рѣзать, ихъ промыть водой и уплотнить (въ темнотѣ) спиртомъ. Кусокъ длиною въ $^1/_2$—1-го сант. заливаютъ спермацетомъ и припаиваютъ къ грибку микротома или къ деревянному кубику, или приклеиваютъ его къ кубику гуммиарабикомъ и кладутъ на нѣкоторое время въ спиртъ, пока гумми-арабикъ не затвердѣетъ. Надобно только очень внимательно слѣдить за тѣмъ, чтобы гуммиарабикъ находился только на приклеенномъ концѣ куска и нигдѣ не попалъ на его поверхность, иначе очень легко выщербить ножъ, такъ какъ гумми-арабикъ становится очень твердымъ послѣ пребыванія въ спиртѣ. Разрѣзы должны быть проведены поперекъ длинной оси мозга. Окрашивать ихъ всего проще какимъ-либо карминомъ или гемалауномъ. Заключать можно въ любую среду, но болѣе толстые разрѣзы лучше помѣщать въ канадскій бальзамъ. Въ сѣромъ веществѣ будутъ видны группы большихъ угловатыхъ клѣтокъ съ округлыми ядрами по серединѣ. Въ перед-



Фиг. 132. Нервныя клѣтки изъ переднихъ роговъ спинного мозга теленка; *б*—болѣе удачная, *а*—менѣе удачная мацерація. Разщипаные препараты, *в*—осевой отростокъ.

нихъ рогахъ клѣтки будутъ крупнѣе и болѣе многочисленны чѣмъ въ заднихъ рогахъ; онѣ будутъ имѣть также болѣе угловатыя очертанія, чѣмъ послѣднія. Въ бѣломъ веществѣ будутъ видны многочисленные кружки, похожіе на знакъ солнца въ календаряхъ. Это будутъ сѣченія нервныхъ волоконъ; окрашенное округленное пятно въ серединѣ каждаго кружка есть сѣченіе осевого цилиндра волокна. Кружки будутъ имѣть разные діаметры, или, другими словами, нервныя волокна имѣютъ здѣсь разную толщину. Куски, уплотненные формалиномъ, могутъ быть также разрѣзаны и окрашены, какъ и куски, лежавшіе въ спирту; кромѣ того, ихъ можно импрегнировать азотнокислымъ серебромъ. Спинальные гангліи, кусочки сѣраго вещества изъ спинного мозга, или коры большого и малаго мозга, фиксированные 10—12% растворомъ формалина, промываются сутки дестиллированной водой и переносятся затѣмъ на 6—8 дней въ 2% растворъ азотнокислаго серебра; наскоро споласкиваются опять водою и переносятся въ слѣдующій растворъ, который всегда долженъ быть свѣже приготовленнымъ: 20 куб. сант. 2% раств. азотнокислаго серебра смѣшиваютъ съ 2—3 каплями 40% раствора ѣдкаго натра и къ образовавшемуся осадку приливаютъ по каплямъ столько нашатырнаго спирта, сколько нужно, чтобы весь бѣлый осадокъ растворился и жидкость снова стала прозрачной. Въ этой жидкости куски остаются отъ $^1/_2$—6 часовъ (хотя и болѣе долгое пребываніе не вредитъ дѣлу). Бурая окраска кусковъ здѣсь значительно усиливается. Куски затѣмъ быстро обмываютъ водой и переносятъ въ 20% растворъ формалина въ обыкновенной питьевой водѣ для возстановленія серебра. Послѣ этого ихъ промываютъ и переносятъ въ 70% спиртъ, отсюда, здѣсь оставивши лежать около $^1/_2$ часу, переносятъ въ 80%,—затѣмъ 95% алкоголь, оставляя въ каждомъ,

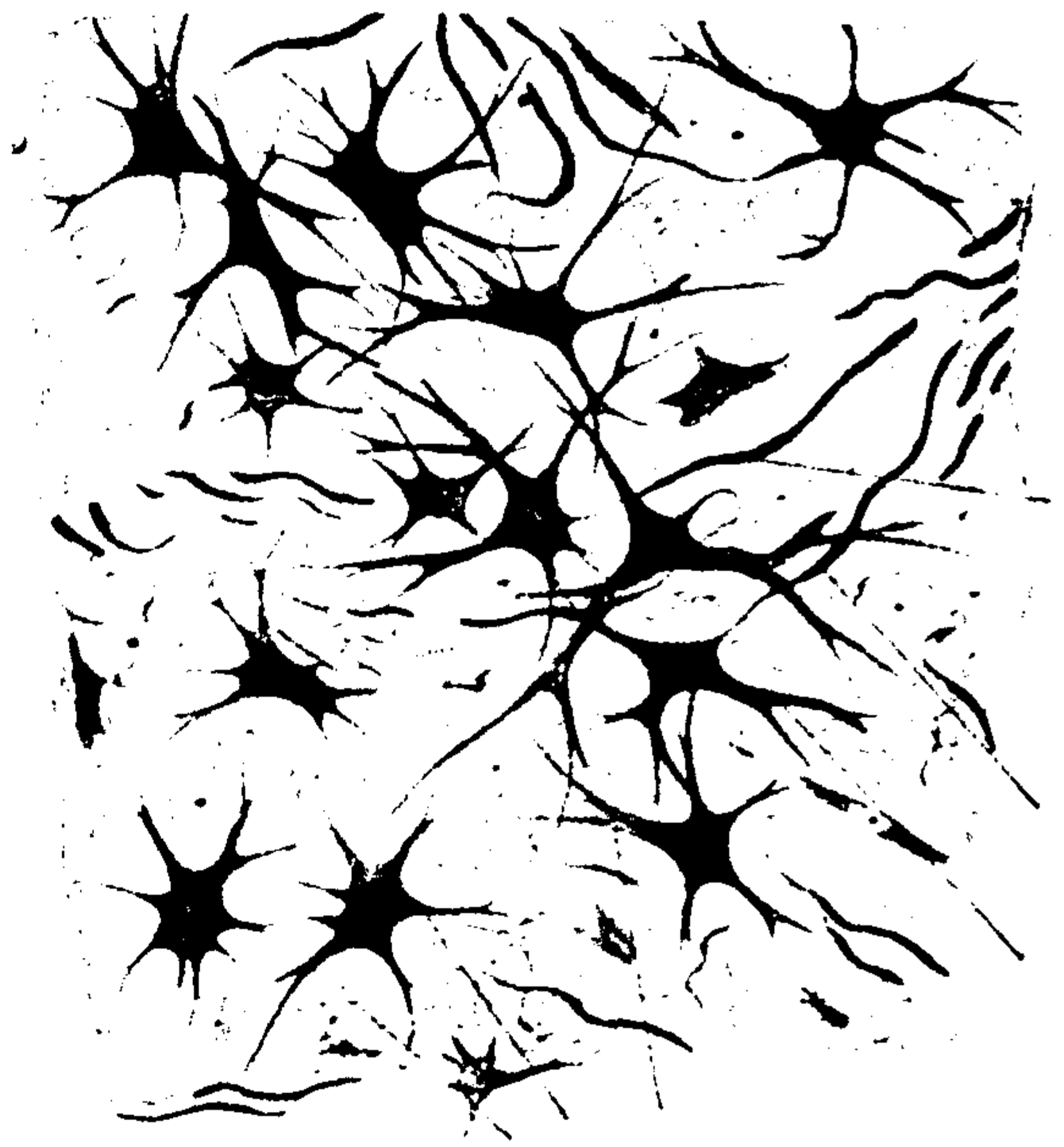
лежать не болѣе часа; пропитываютъ затѣмъ целлоидиномъ или парафиномъ. Приклеенные на стеклѣ разрѣзы могутъ быть импрегнированы хлористымъ золотомъ. Для этого ихъ по промывкѣ водою помѣщаютъ на 5—10 минутъ въ 0,02—0,04% растворъ хлористаго золота, подкисленный уксусной кислотой, быстрая промывка водою и фиксированіе золота кислымъ фотографическимъ фиксажемъ (5% растворъ гипосульфита, къ которому прибавлено немного двусѣрнистаго натра). Послѣ обезвоженія алкоголемъ и просвѣтленія ксилолемъ заключаютъ въ бальзамъ. (Способъ Бельшовскаго). Можно, однако, свободно опустить золоченіе. На такихъ препаратахъ нервныя клѣтки окрашены въ темно-коричневый цвѣтъ и выступаютъ очень ясно на гораздо болѣе свѣтломъ фонѣ препарата. Сравнивая между собою клѣтки изъ различныхъ областей, напр., клѣтки спинальныхъ ганглiевъ съ клѣтками изъ сѣраго вещества спинного мозга, можно сразу замѣтить очень большую разницу между ними (см. фиг. 135 и 134). Клѣтки спинальныхъ ганглiевъ имѣютъ овальную или округлую форму, отъ тѣла ихъ отходитъ только одинъ отростокъ, образующій при своемъ отхожденіи нѣсколько спиральныхъ туровъ, нѣчто въ родѣ клубка (это такъ наз. гломеруль). Послѣдній замѣтенъ хорошо только на нѣкоторыхъ мѣстахъ препарата, гдѣ удачно прошелъ разрѣзъ. Вокругъ каждой клѣтки видна тонкая кап-



Фиг. 133. Нервныя клѣтки изъ межпозвоночныхъ узловъ кролика. 10% формалинъ, амміачное серебро. Парафиновые разрѣзы. Униполярныя нервныя клѣтки съ отросткомъ, свертывающимся въ клубокъ (glomerulus). Около клѣтокъ видны капсулы съ ядрами. (Краузе).

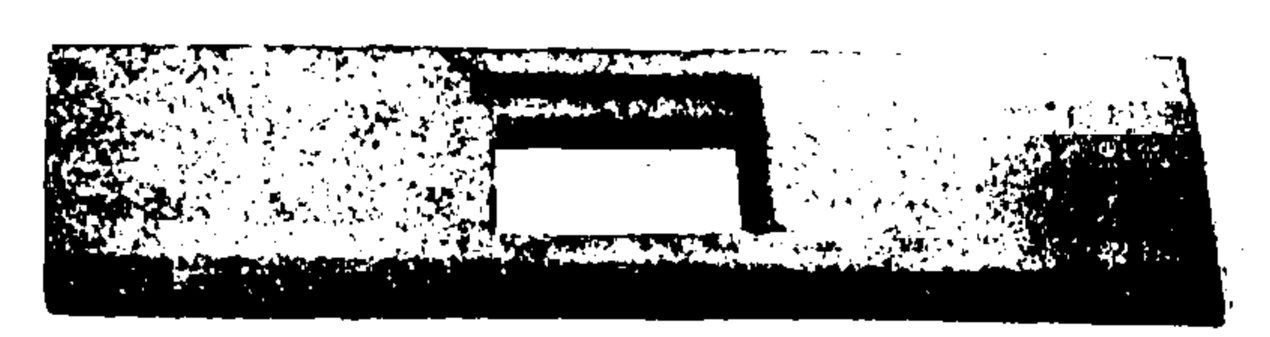
сула и въ ней многочисленныя овальныя ядра, соотвѣтственно тонкимъ плоскимъ клѣткамъ, изъ которыхъ построена капсула. Въ спинномъ мозгу никакихъ капсулъ около клѣтокъ нѣтъ. На удачныхъ мѣстахъ можно видѣть ясно различіе между дендритами и нейритами. Тонкія вѣтвленія дендритовъ выступаютъ мѣстами очень хорошо. На мѣстахъ не очень сильно импрегнированныхъ внутри протоплазмы выступаетъ ясная фибриллярная структура ея, совершенно незамѣтная при всѣхъ другихъ обработкахъ, описанныхъ раньше. Часто еще болѣе ясныя картины общей формы клѣтокъ, вѣтвленій и хода ихъ отростковъ можно получить по способу Гольджи и Рамона Кахаля. Способъ этотъ употребляется въ настоящее время во множествѣ различныхъ модификацій, болѣе или менѣе пригодныхъ то для разныхъ животныхъ, то для отдѣльныхъ частей нервной системы. Ограничимся здѣсь приведеніемъ такъ наз. быстраго способа, пригоднаго для большинства случаевъ. Кусочки (не болѣе 0,5—1 сант. сторона) очень свѣжихъ органовъ помѣщаются въ смѣсь 3% раствора двухромокислаго кали 2 части, 1% раствора осміевой кислоты 1 часть. Здѣсь кусочки остаются 2—3 дня и затѣмъ послѣ обсушиванія на пропускной бумагѣ переносятся въ 0,75—1% растворъ азотнокислаго серебра. Во избѣжаніе осадковъ на поверхности кусочки завертываютъ предварительно въ пропускную бумагу или же покрываются слоемъ разведенной желатины, который передъ изготовленіемъ разрѣзовъ удаляется. Въ случаѣ неудачи, кусочки могутъ быть снова положены на 2-ое сутокъ въ прежній растворъ кали, къ которому надо прибавить нѣсколько капель раствора осміевой кислоты и опять перенесены въ растворъ азотнокислаго серебра. Долгое лежаніе въ растворѣ кали очень вредитъ успѣху. Гольжи совѣтуетъ лежавшіе долго въ кали куски «освѣжать и спасать», помѣщая ихъ на

р емя отъ 8 часовъ до 10 дней въ смѣсь равныхъ частей 2—3% раствора двухромокислаго кали и 4—5% раствора мѣднаго купороса. Отсюда куски переносятся въ растворъ серебра. Методъ вообще очень капризенъ. Успѣхъ зависитъ главнымъ образомъ отъ крѣпости раствора кали и продолжительности пребыванія въ немъ. Нерѣдко болѣе крѣпкій растворъ кали (3½—5%) бываетъ очень полезенъ. Дорогая осміева кислота можетъ быть нерѣдко съ успѣхомъ замѣнена дешевымъ формалиномъ. Матеріалъ при этомъ способѣ не требуетъ такой большой свѣжести, какъ при употребленіи осміевой кислоты и, кромѣ того, почти не образуется осадковъ въ растворѣ серебряной соли. Обычно смѣшиваютъ 40 к.с. 3,5% раствора двухромокислаго кали съ 10 к. с. продажнаго формалина и черезъ сутки переносятъ куски въ чистый 3,5% раств. кали. Здѣсь куски остаются 2—6 дней и затѣмъ переносятся въ 0,75—1% раствора азотно-кислаго серебра. Можно класть куски значительно большіе, чѣмъ при оригинальномъ способѣ. Послѣ импрегнаціи куски могутъ быть пропитаны парафиномъ или целлоиди-

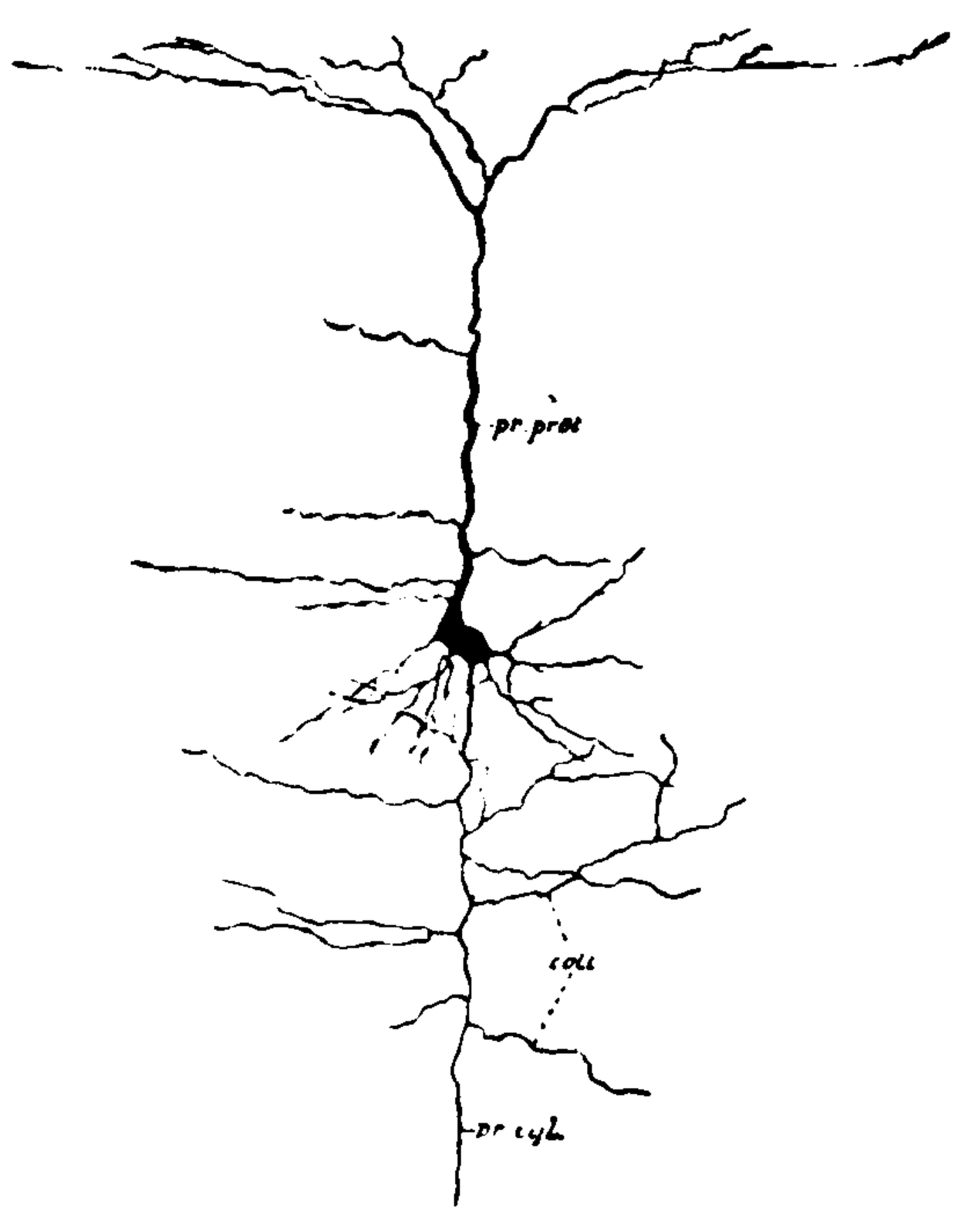


Фиг. 134. Мультиполярныя нервныя клѣтки изъ передняго рога спинного мозга кр олика Фиксація формалиномъ 10%, амміачное серебро. Пропитываніе парафиномъ. Срѣзы. Видны темныя нервныя клѣтки съ ихъ отростками. (Краузе).

нымъ, или заморожены. Сохраняютъ разрѣзы въ канадскомъ бальзамѣ или дамаръ-лакѣ; надобно притомъ замѣтить, что препаратовъ нельзя покрывать покровными стеклышками; если это сдѣлать, то импрегнація черезъ нѣкоторое время пропадаетъ. Поэтому лучше помѣщать разрѣзы на покровное стекло и здѣсь покрывать бальзамомъ. Когда послѣдній высохнетъ, то такое стекло можетъ быть положено въ прорѣзъ тонкой дощечки, напр., отъ сигарнаго ящика (см. фиг. 135) или картона и здѣсь укрѣплено. При такихъ условіяхъ возможно употребленіе самыхъ сильныхъ иммерсіонныхъ объективовъ, если смотрѣть на препаратъ со стороны стекла.—Импрегнированныя клѣтки по методу Гольджи и Кахаля представляются черными до самыхъ своихъ послѣднихъ тончайшихъ вѣтвленій. На осевыхъ отросткахъ видны тончайшіе побѣги очень длинные (коллятерали); дендриты нерѣдко покрыты маленькими ши-



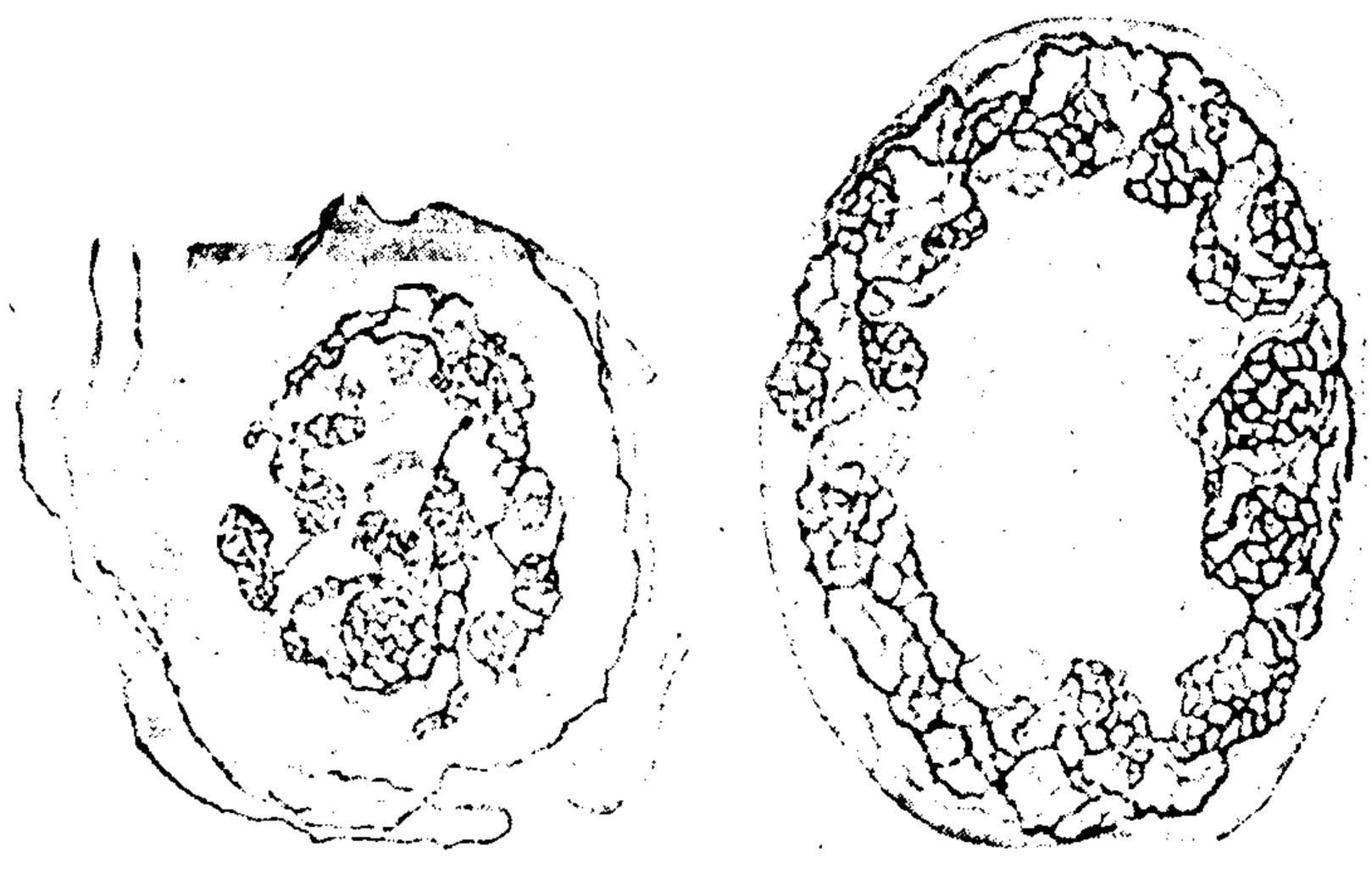
Фиг. 135. Деревянная предметная пластинка для препаратовъ, обработанныхъ хромовымъ серебромъ.



Фиг. 136. Пирамидальная нервная клѣтка изъ коры головного мозга девятидневнаго мышонка; *pr. prol* — дендриты; *pr. cyl* — осевой отростокъ, нейритъ; *coll* — коллятерали (по В. Гехухтену).

пиками и утолщеніями. На фиг. 136 изображены клѣтки изъ коры большого мозга, такъ наз. пирамидальныя клѣтки. Осевой отростокъ у нихъ отходитъ отъ ихъ основанія и даетъ тончайшія коллятерали. Дендриты выходятъ главнымъ образомъ изъ верхушки клѣтки, обращенной къ свободной поверхности коры, и покрыты шипиками. Ядерныя клѣтки въ отличіе отъ нихъ имѣютъ очень маленькое тѣло, своеобразные дендриты и длинные поднимающіеся къ поверхности нейриты, гдѣ они дѣлятся на двѣ вѣтви. На фиг. 137 изображены съ фасу Пуркиньевскія клѣтки коры мозжечка. На фиг. 139 нервная клѣтка оттуда же, осевой отростокъ которой образуетъ корзинки около тѣлъ Пуркиньевскихъ клѣтокъ.

Фиг. 137. Клѣтка Пуркинье изъ коры мозжечка щенка. Препаратъ обработанъ по методу Гольджи. Дендриты покрыты маленькими боковыми выступами. Малое увеличеніе.

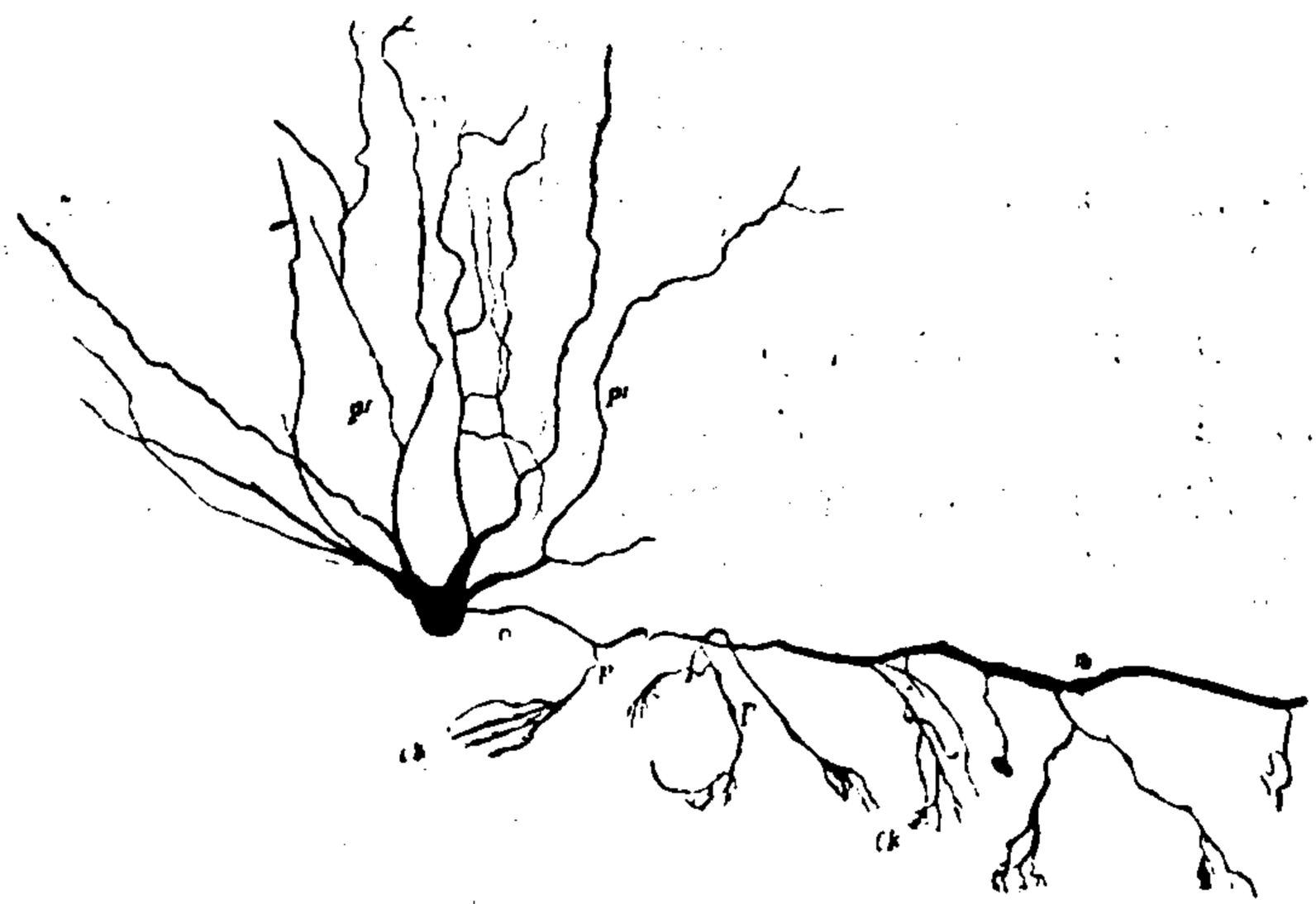


Фиг. 138. Клѣтки изъ межпозвоночныхъ узловъ лошади. Сѣтчатый аппаратъ Гольджи—Вератти (по Гольджи).

Для изученія нервной ткани и нервной системы методъ Гольджи до сихъ поръ является однимъ изъ важнѣйшихъ и во многихъ отношеніяхъ незамѣнимъ.

Въ заключеніе остановимся на нѣкоторыхъ способахъ изученія тончайшаго строенія нервныхъ клѣтокъ.

Небольшого видоизмѣненія въ способѣ Гольджи достаточно, чтобы въ клѣткахъ спинальныхъ гангліевъ обнаружить своеобразныя сѣтчатыя образованія, значеніе которыхъ остается, однако, еще темнымъ (фиг. 138). Гангліи помѣщаютъ въ смѣсь 5% раствора двухромокислаго кали—30 частей, 1% раств. хлористой платины—3 част., осміевой кислоты 1%—30 частей. Здѣсь

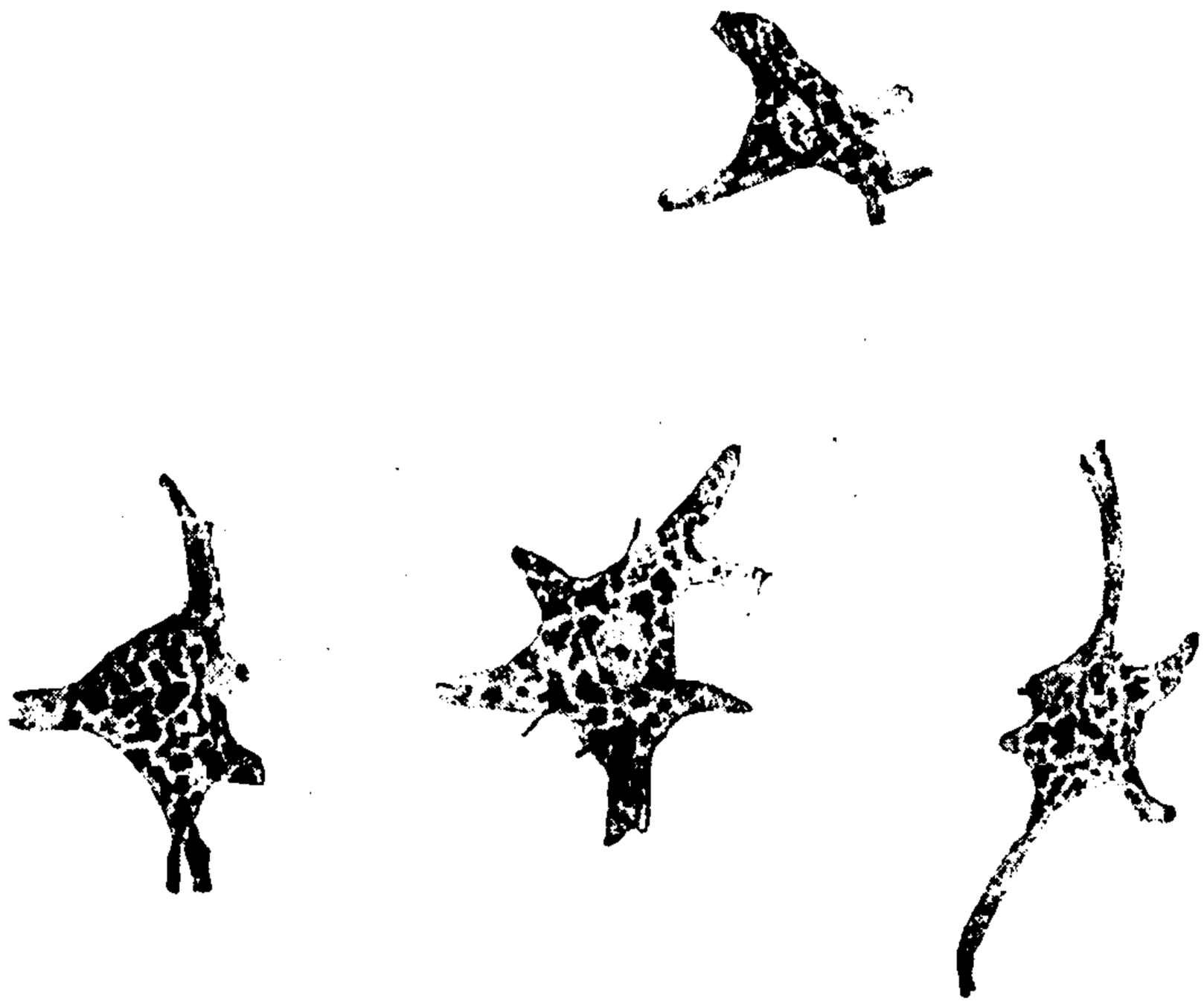


Фиг. 139. Корзинчатая клѣтка изъ коры мозжечка кошки. Кверху направлены дендриты, направо отходитъ нейритъ съ побѣгами, образующими корзинки. Обработка по Гольджи (по Келликеру).

части остаются 5—15 дней и затѣмъ переносятся на 1—3 дня въ смѣсь равныхъ частей 3% раств. двухромокислаго кали и 4—5% раств. мѣднаго купороса.

Нисслемъ впервые были описаны въ нервныхъ крупныхъ клѣткахъ особыя глыбки, носящія его имя, называемыя также тигроиднымъ или хромофильнымъ веществомъ. Въ разныхъ видахъ нервныхъ клѣтокъ глыбки имѣютъ не одинаковое расположеніе. Обычно онѣ отсутствуютъ въ начальномъ конусѣ нейрита и въ самомъ нейритѣ. Чтобы увидать ихъ, изготовляютъ поперечные

разрѣзы изъ спинного мозга, уплотненнаго въ 96° спиртѣ, и окрашиваютъ ихъ въ теченіе 15—20 минутъ въ тепломъ 1% растворѣ метиленовой сини, или другой базальной краски. Разрѣзы отмываютъ затѣмъ сначала водой, а потомъ 80—96° спиртомъ, пока не сойдетъ большая часть краски; по просвѣтленіи въ ксилолѣ заключаютъ въ канадскій бальзамъ или даммаръ-лакъ. Внутри клѣточнаго тѣла видны неправильные углова-



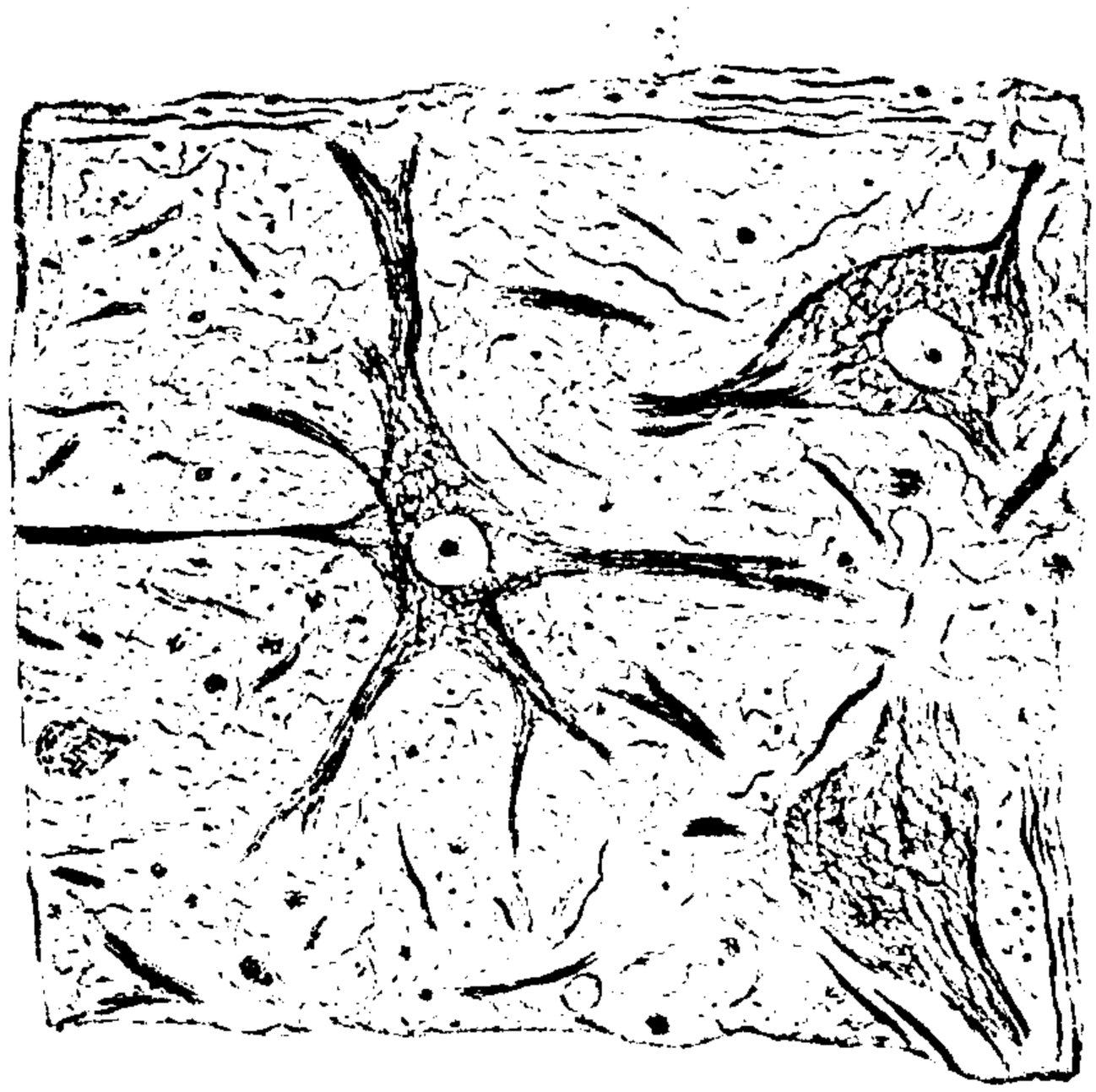
Фиг. 140. Клѣтки изъ переднихъ роговъ спинного мозга. Окраска по Нисслю. Глыбки. Малое увеличеніе.

тые комки различной величины, окрашенные въ синій цвѣтъ. (Фиг. 140). Окрашивая такъ клѣтки спинальныхъ гангліевъ, можно видѣть, что глыбки значительно мельче, чѣмъ въ клѣткахъ спинного мозга. Въ мелкихъ ядерныхъ клѣткахъ изъ коры большого мозга или мозжечка вовсе нельзя найти глыбокъ.

Къ числу важнѣйшихъ составныхъ частей тѣла нервныхъ клѣтокъ относятся тончайшія фибрилли. Одинъ изъ способовъ обнаруживать ихъ былъ уже описанъ выше (способъ Бельшовскаго). Укажемъ те-

перь нѣкоторые другіе, принадлежащіе Р. Кахалю, или представляющіе ихъ модификаціи. Среди многихъ другихъ существующихъ теперь способовъ приводимые здѣсь отличаются тѣмъ, что удаются безъ особыхъ трудностей. Небольшіе кусочки сѣраго вещества коры или роговъ спинного мозга кладутъ въ 40% алкоголь, къ которому прибавлено 3—8 капель нашатырнаго спирта на каждые 50 к. сант., на 24 часа; послѣ короткой промывки водой, переносятъ въ 1,5% растворъ азотно-кислаго серебра на 5 дней, при температурѣ 35—38° С. въ термостатѣ; послѣ короткой промывки дестиллированной водой, переносятъ въ проявитель, состоящій изъ пирогалловой кислоты (или гидрохинона) 1 граммъ., дестиллированной воды—100 к. с., формалина 5—15 к. с.—на 24 часа. Уплотняютъ въ крѣпкомъ спиртѣ; пропитываютъ целлоидиномъ или парафиномъ по общимъ правиламъ, и разрѣзы заключаютъ въ бальзамѣ. Небольшой модификаціей, также дающей хорошіе результаты, является слѣдующая. Кусочки помѣщаютъ въ 90° спиртъ, на каждые 100 к. с. котораго прибавлено 8 капель крѣпкаго нашатырнаго спирта. Черезъ 12 часовъ кусочки быстро споласкиваютъ и переносятъ на 5—8 дней въ 2% растворъ азотно-кислаго серебра, держатъ въ термостатѣ при около 30—35° С. Возстановленіе серебра производится слѣдующей смѣсью: пирогалловой кислоты 1 грам., формалина 10 к. с. и отварной или дестил. воды 100 к. с. Черезъ 24 часа можно обезвоживать и заключить въ парафинъ. Приклеенные къ стеклу разрѣзы могутъ быть позолочены, для чего ихъ помѣщаютъ на нѣсколько минутъ въ 0;1% хлористаго золота и затѣмъ для фиксаціи на 10—15 минутъ въ 5% растворъ гипосульфита и по промывкѣ водой заключаютъ въ бальзамъ. На фиг. 141 изображенъ препаратъ изъ переднихъ роговъ спинного мозга кролика, изготовленный по этому способу. Прекрасные результа-

ты долженъ, по словамъ Р. Кахаля, давать слѣдующій способъ. Уплотненіе маленькихъ кусочковъ должно происходить въ смѣси 75 к. с. ацетона и 25 к. с. дест. воды (2—3 часа), далѣе чистый ацетонъ, на каждые 50 к. с. котораго прибавлено 5 капель нашатырнаго



Фиг. 141. Мультиполярныя нервныя клѣтки изъ передняго рога спинного мозга кролика. Обработка по методу Р. Кахаля. Внутри клѣтокъ видны нейрифибрилли.

спирта (24 часа). Остальная обработка такая же, какъ и при предыдущихъ способахъ Р. Кахаля.

Прекрасныя картины фибрилль могутъ быть получены при окраскахъ иньекціей метиленовой сини въ кровеносные сосуды по способу Эрлиха, описанному на стр. 80. Къ сожалѣнію, удача здѣсь носитъ въ значительной мѣрѣ характеръ случайности.