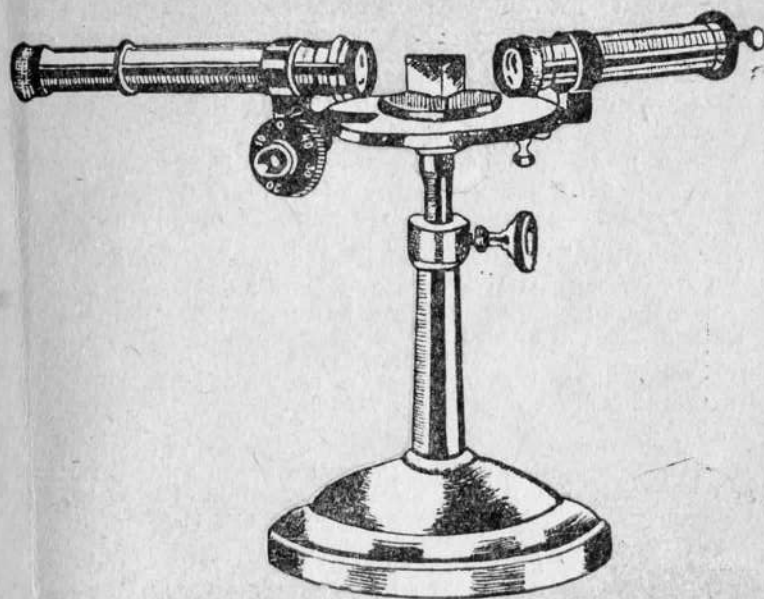


БЕСПЛАТНО

# Спектроскопы



Тавуцтехиром

МОСКВА 1936

НАРКОМПРОС РСФСР  
КОНТОРА ПО СБЫТУ И ТОРГОВЛЕ УЧЕБНЫМИ  
ПОСОБИЯМИ

## У Ч С Б Ы Т

Москва, Китайский проезд, 3, подъезд 12.

### УСЛОВИЯ ИСПОЛНЕНИЯ ЗАКАЗОВ

1. Заказы на спектроскопы и др. пособия принимаются во всех базах и магазинах учебных пособий Учбыта Наркомпроса РСФСР.

2. В заказах необходимо указывать:

- а) название и количество пособий,
- б) жел.-дор. станцию назначения (или пристань),
- в) точный почтовый адрес получателя,
- г) место платежа, № расчетного счета или заменяющее указание для производства оплаты счета.

3. По требованию покупателя заказы высылаются почтой наложенным платежом при условии перевода задатка в размере 25% стоимости заказа.

4. Упаковка и пересылка приборов производится по действительной стоимости за счет заказчика.

5. Упаковка приборов производится особо тщательно и за потерю и повреждение прибора в пути отправитель ответственности не несет, если в отправочных документах не имеется отметки железной дороги о плохом состоянии тары.

6. С момента принятия груза транспортными организациями владельцем его является грузополучатель и только он может предъявить на месте получения груза претензию к транспортной организации за пропажу или повреждение.

7. Все претензии по качеству полученных пособий предъявляются грузополучателем в точном соответствии с инструкцией Госарбитража при СНК СССР от 2 января 1935 г.

№ 1

СЕРИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ РУКОВОДСТВ  
К УЧЕБНО-НАГЛЯДНЫМ ПОСОБИЯМ

## СПЕКТРОСКОПЫ

НАРКОМПРОС РСФСР УЧСБЫТ

МОСКВА—1936

## ОПТИКО-МЕХАНИЧЕСКИЙ ЗАВОД

Ленинград, Васильевский остров, 3-я линия, д. 52.

### СПЕКТРОСКОПЫ

(УЧЕБНЫЕ ПОСОБИЯ ПО ФИЗИКЕ)

Спектроскоп двухтрубный с приспособлением для измерения длины световых волн. Прибор состоит из металлической стойки, подъемного столика, призмы, трубы со щелью (коллиматор), зрительной трубы с крестом нитей и барабанным механизмом для фиксирования малых перемещений оси трубы. Стойка, столик и трубы окрашены эмалевой краской. К прибору прилагается футляр.

Цена 120 руб.

Спектроскоп прямого зрения с постоянной щелью. Прибор состоит из раздвижной трубки, в которой находится экран со щелью, линза, две призмы из кронгласа, одна призма из флинтгласа и объектив. К прибору прилагается футляр.

Цена 20 руб.

Отв. редактор. И. Г. Гершкович. Редактор Изд. ч. НКП Н. К. Замков.  
Техн. редактор Г. Р. Робинсон. Уполномоченный Главлита В-30987. Сдано в производство 3/Х 1936 г. Подписано к печати 5/ХII 1936 г. Изд. ч. НКП № 256/3497 Учгиз  
№ 8711. Формат бумаги 62×88 в 1/16. Знаков в печ. листе 38000. Печатн. листов 2.  
Зак. 5091. Тираж 12000 экз.

5-я тип. Трансжелдориздата НКПС, Москва, Каланчевский туп., д. 3/5.

Спектроскоп прямого зрения с раздвижной щелью. Прибор отличается от предыдущего только раздвижной щелью при повороте кольца, окружающего экран.

Цена 22 руб.

Спектроскоп прямого зрения со шкалой для отсчета. Прибор отличается от предыдущего дополнительной трубкой с прозрачной шкалой; оправой, охватывающей обе трубки; сравнительной призмой, зеркалом и пружинами для установки трубочек при изучении спектра жидкостей.

Цена 80 руб.

ПО УКАЗАННЫМ ЦЕНАМ ПРИБОРЫ ОТПУСКАЮТСЯ ТОРГУЮЩИМ ОРГАНИЗАЦИЯМ.

В ЭТУ ЦЕНУ НЕ ВКЛЮЧЕНЫ НАКЛАДНЫЕ И ТОРГОВЫЕ РАСХОДЫ, РАЗМЕР КОТОРЫХ ОПРЕДЕЛЯЕТСЯ ПРЕЙСКУРАНТАМИ ТОРГУЮЩИХ ОРГАНИЗАЦИЙ (В СРЕДНЕМ 20%).

## ТИПЫ СПЕКТРОСКОПОВ

В настоящее время для учебных кабинетов школ изготовляются два типа спектроскопов: карманные—разного устройства и двухтрубные—на стойке. К первым относятся: 1) спектроскоп с постоянной щелью, 2) спектроскоп с раздвижной щелью, 3) спектроскоп со сравнительной призмой и 4) спектроскоп со шкалой. Спектроскопы второго типа—двухтрубные—снабжены микрометрическим приспособлением для отсчета длины световых волн.

Спектроскопы карманные, кроме спектроскопа со шкалой, предназначены для наблюдения спектров лучей различных источников света. Спектроскопы двухтрубные, а также спектроскоп карманный со шкалой, предназначены для измерения длины световых волн в различных частях наблюдаемого спектра.

## КАРМАННЫЕ СПЕКТРОСКОПЫ

Оптическая система карманного спектроскопа состоит из линзы и призмы прямого зрения Амичи (рис. 1).



Рис. 1

Призму Амичи образуют три склеенные друг с другом призмы; две крайние—из крона и средняя—из флинта. Так

как флинт обладает большим показателем преломления и большей дисперсией, нежели крон, то представляется возможным подобрать преломляющие углы призм с таким расчетом, чтобы центральный луч желтой части спектра при прохождении сквозь призму не подвергался никакому отклонению; все же лучи остальных цветов спектра отклоняются: красные и оранжевые—в одну сторону, все прочие—в другую. При прохождении через такую призму пучок лучей дает спектр, который можно видеть, поместив глаз на продолжении пути, которым шел луч до призмы.

#### КАРМАНЫЙ СПЕКТРОСКОП С ПОСТОЯННОЙ ЩЕЛЬЮ

Схема этого спектроскопа изображена на рис. 2. Линза  $O$  дает мнимое изображение щели  $S$ ; при рассмотрении это-

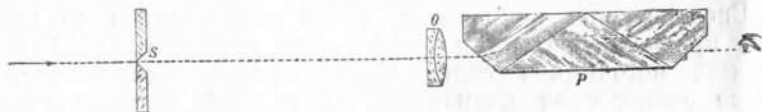


Рис. 2

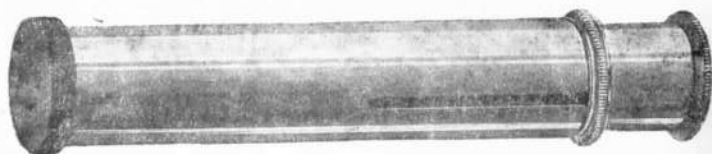


Рис. 3

го изображения через призму прямого зрения  $P$  мы видим ряд расположенных друг за другом цветных изображений щели—спектр. Внешний вид спектроскопа изображен на рис. 3. Для установки спектроскоп направляют на безоблачную часть неба и выдвигают трубку с окуляром до тех пор, пока фраунгоферовы линии не будут отчетливо видны в зеленой части спектра.

Спектроскоп этот, несмотря на простоту конструкции, достаточен для всех описанных ниже качественных школьных

работ по спектроскопии. Его относительная дешевизна представляет школе возможность приобрести несколько экземпляров и ставить работы учащихся на один фронт.

#### КАРМАНЫЙ СПЕКТРОСКОП С РАЗДВИЖНОЙ ЩЕЛЬЮ

Этот спектроскоп (рис. 4) отличается от предыдущего тем, что имеет раздвижную щель, ширина которой регулируется вращением кольца, окружающего щель. Обе щеки щели подвижны (двусторонняя, билатеральная щель) и при вращении кольца перемещаются одновременно, благодаря

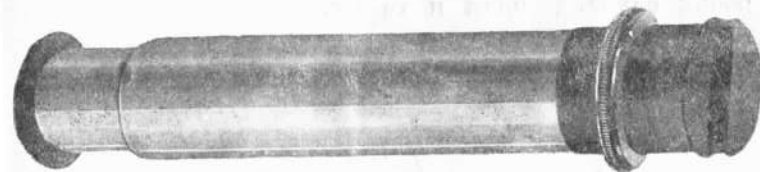


Рис. 4

чему середина щели всегда совпадает с оптической осью спектроскопа. Наличие регулируемой щели дает спектроскопу, по сравнению с предыдущим типом, то преимущество, что при слабом источнике света, увеличивая щель, можно усилить яркость спектра; при очень сильном источнике, сужая щель, можно сделать отдельные линии спектра резкими и четкими. (Раздвижную щель следует предохранять от пыли, так как пылинки, попадающие на края щели, дают черные линии, испещряющие спектр вдоль его длины. Если необходимо очистить щель от пыли, то это следует делать при помощи маленькой мягкой кисточки).

#### КАРМАНЫЙ СПЕКТРОСКОП СО СРАВНИТЕЛЬНОЙ ПРИЗМОЙ



Рис. 5

Спектроскоп этот (рис. 5) отличается от предыдущего тем, что впереди щели помещена небольшая призма полного внутреннего отражения. Свет от источника 1 (рис. 6), отразившись от зеркала *D* и претерпевши полное внутреннее отражение в призме *V*, освещает нижнюю половину щели, — верхняя половина щели освещается источником 2. Таким образом, в поле зрения мы имеем два расположенных друг над другом спектра от двух различных источников света, причем очевидно, что одинаковые линии обоих спектров вполне совпадают, так как щели и преломляющая система в обоих случаях — одни и те же.

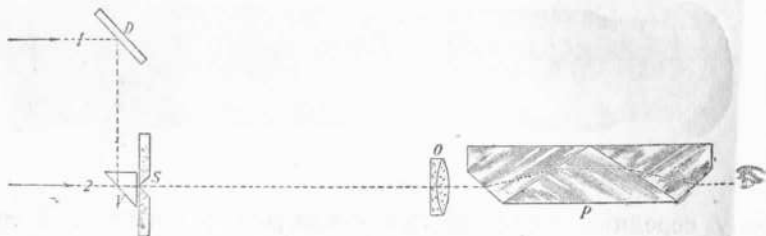


Рис. 6

Сравнительная призма укреплена на шарнире и легко отодвигается в сторону, открывая всю щель доступу света от источника 2.

При помощи этого спектроскопа можно одновременно наблюдать и сравнивать между собой спектры двух источников и определять положение полос поглощения или спектральных линий исследуемого спектра путем сравнения со спектром, длины волн которого известны.

#### КАРМАННЫЙ СПЕКТРОСКОП СО ШКАЛОЙ

Внешний вид этого спектроскопа изображен на рис. 7; его устройство и действие легко понять из чертежа 8. Правая часть прибора представляет собою описанный выше спектроскоп со сравнительной призмой. В левой короткой трубке помещена шкала, где на черном фоне нанесены прозрачные деления и цифры для отсчета. Свет от источника, поставленного впереди шкалы, пройдя через послед-

ною, отражается призмой полного внутреннего отражения и через линзу *O* падает на грань *K* призмы Амичи, откуда претерпевает новое отражение по направлению глаз. Изображение шкалы и спектра налагаются друг на друга, и, таким образом, глаз видит в верхней части спектра ярко светящуюся шкалу.

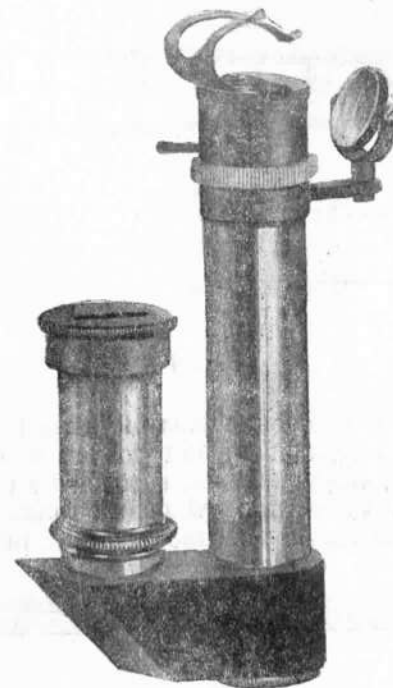


Рис. 7

На шкале нанесены пропорциональные деления. Но эти деления не обозначают длины волн. Они только разбивают спектр на равные части. Чтобы при помощи этих делений находить длины волн лучей, которым соответствуют различные линии спектра, необходимо установить соответствие

делений шкалы длинам волн, или, как говорят, проградуировать шкалу.

Для градуировки шкалы спектроскоп зажимают в каком-либо штативе; освещают шкалу слабым источником света; устанавливают перед щелью натриевое пламя (см. ниже).

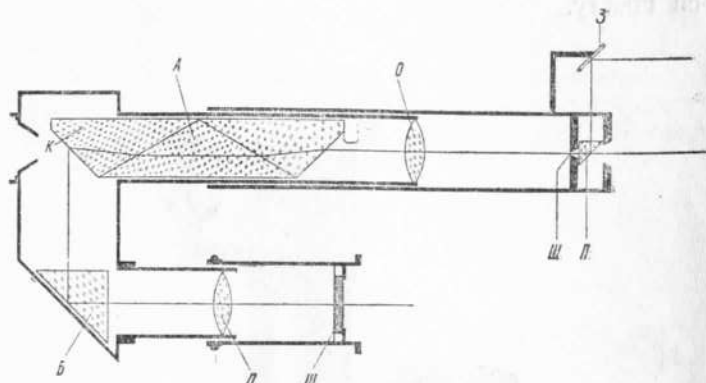


Рис. 8

получая четкое изображение желтой линии, и передвигают переднюю часть короткой трубки до тех пор, пока не увидят четкое изображение шкалы, которое не смещается относительно желтой линии при смещении глаза в сторону. После этого определяют положение желтой линии на шкале,



Рис.

оценивая на глаз десятые доли делений. Затем заменяют натриевое пламя другим источником света, дающим линейчатый спектр (см. ниже), и снова производят измерения.

В качестве источников света при градуировке удобнее всего пользоваться спектральными трубками (трубками Плюккера). Эти трубки наполнены сильно разреженными специально очищенными газами и имеют в средней части

капилляр (рис. 9), где при прохождении разряда происходит наиболее интенсивное свечение. В трубках находятся алюминиевые электроды, присоединенные при помощи выводов из платинита к наружным колпачкам. В качестве источника тока может быть использована машина Вимшперста или небольшая индукционная спираль с длиной искры в 20—60 мм. Для работы спектральную трубку укрепляют на штативе в вертикальном положении, электроды присоединяют к кондукторам или борнам вторичной обмотки и придвигают возможно ближе к трубке щель установленного спектроскопа (щель и трубки должны быть расположены

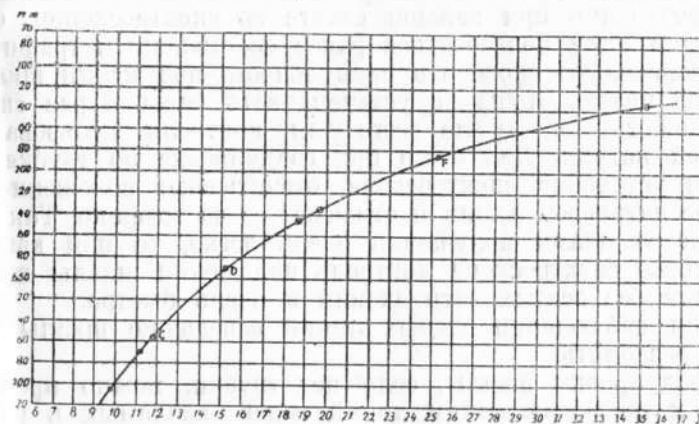


Рис. 10

параллельно). Для градуировки лучше всего пользоваться гелиевой трубкой, спектр которой богат яркими и четкими линиями.

Наблюдая спектр, записывают деления шкалы, соответствующие положению каждой из линий (оценивая десятые доли делений на глаз). На куске миллиметровой бумаги вычерчивают прямоугольные координатные оси и, выбрав масштабы, наносят по оси абсцисс деления шкалы, по оси ординат—длины волн в миллимикронах. За начало координат принимают 400 мм<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Очень удобны следующие масштабы: по оси абсцисс 1 см = 1 делению шкалы, по оси ординат—1 см = 50 мм.

Нанеся на бумагу точки, абсциссы которых равны отсчетам по шкале, ординаты—длинам волн соответствующих линий, проводят при помощи лекал через все точки плавную кривую (если кривую нельзя провести через две соседние точки, то проводят ее так, чтобы она проходила между последними на равных от обеих расстояниях). На рис. 10 приведен график градуировки одного из карманных спектроскопов. Кружками отмечены точки, служившие для построения графика.

Пользуясь таким графиком, можно на основании отсчета по шкале оценивать длину волны любой линии спектра.

Необходимо при каждой работе со спектроскопом, если имеют в виду пользоваться ранее составленным графиком, предварительно проверить правильность положения шкалы. С этой целью, чтобы не устанавливать каждый раз спектральной трубки, лучше всего для контроля пользоваться линией натрия. Для этого при градуировке по трубке, не меняя установки спектроскопа, отсчитывают положение на шкале натриевой линии и отмечают ее на графике. Так как натриевое пламя получается очень легко, то при каждой установке спектроскопа контроль положения шкалы производится без всяких затруднений и очень быстро.

При наблюдении слабых линий освещение шкалы следует ослаблять.

Градуировку шкалы, если нет трубки, можно производить и по наблюдениям линий солей, вводимых в пламя горелки спиртовой или Бунзена. Техника этих наблюдений подробно описана ниже, здесь же приводим список наиболее употребляемых для этой цели солей и длины волн соответствующих линий.

Хлористый калий—красная	линия $K\alpha$	$\lambda = 768$ мм
» —голубая	» $K\beta$	$\lambda = 405$ »
» литий—красная	» $L_1\alpha$	$\lambda = 671$ »
» натрий—двойная	»	
желтая	» $N\alpha$	$\lambda = 589,3$ »
» талий—зеленая	» $Tl$	$\lambda = 536$ »
» стронций—голубая	» $Sr\beta$	$\lambda = 461$ »

## СПЕКТРОСКОП ДВУХТРУБНЫЙ

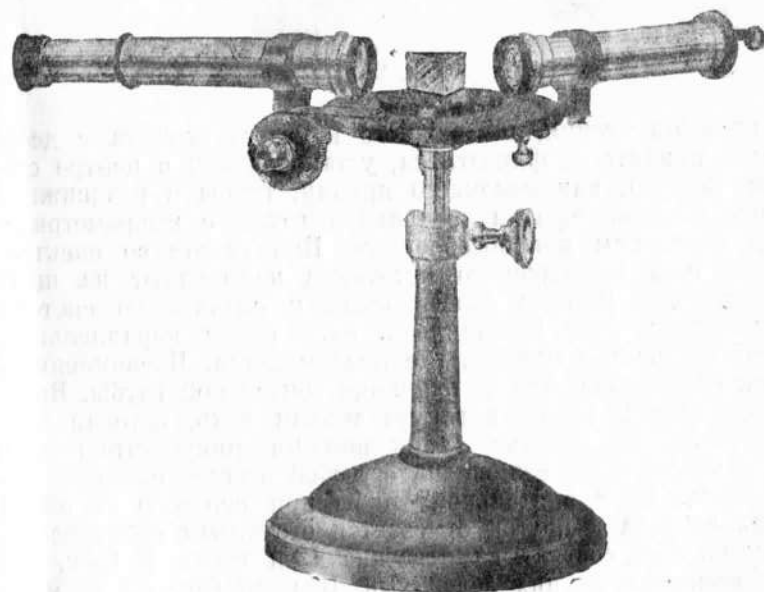


Рис. 11

Спектроскопом со шкалой пользуются, главным образом, для быстрых ориентировочных измерений. Для более точных измерений применяют спектроскоп с микрометрическим отсчетом. Этот спектроскоп (рис. 11) состоит из тяжелой ме-



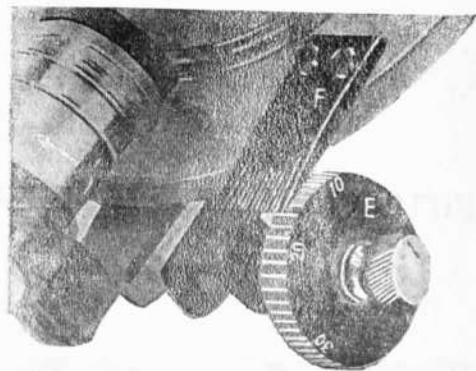


Рис. 12

таллической стойки, выдвигного круглого столика с делениями, призмы из флинтгласа, установленной в центре столика, кожуха, накрывающего призму, трубы с раздвижной щелью (коллиматора) и зрительной трубы с микрометрическим отсчетным приспособлением. При работе со спектроскопом свет исследуемого источника направляют на щель коллиматора. Пройдя сквозь щель и оптическую систему коллиматора, свет источника в виде пучка параллельных лучей вступает в призму, где преломляется. Преломленный пучок рассматривается при помощи зрительной трубы. Внутри зрительной трубы натянута тонкая нить, которая проектируется на спектре и при помощи микрометрического винта может быть совмещена с любой линией спектра. Перемещение нити зрительной трубы при переходе от одной линии спектра к другой отмечается отсчетным приспособлением, которое состоит из барабана *E* и рейки *F* (рис. 12) с нанесенными на них делениями. Вращая барабан *E*, можно на небольшой угол поворачивать зрительную трубу и, таким образом, совмещать нить с любой линией наблюдаемого спектра. Соответствующее каждой линии положение барабана отсчитывается на его цилиндрической поверхности и на неподвижной рейке *F*.

Для работы со спектроскопом достаточно выдвинуть до отказа трубу со щелью и зрительную трубу (второе и третье колена); осветить щель рассеянным дневным светом (наве-

сти на небо) или светом пламени натрия; добиться резкого изображения нити на фоне спектра, передвигая только одно третье (близкое к глазу) колена; добиться появления четких фраунгоферовых линий или четкого изображения желтой линии, регулируя боковым винтом ширину щели и передвигая, если надо, второе (и третье) колена трубы.

Градировка спектроскопа с микрометрическим отсчетом производится по тому же методу, как и описанная выше (стр. 8) градировка карманного спектроскопа со шкалой, но вместо отсчета по шкале положения спектральной линии совмещают с этой линией нить трубы, работая микрометрическим винтом, и отмечают число целых делений шкалы и число делений диска винта, соответствующее данной линии. Полученную величину, как и раньше, откладывают по оси абсцисс, а по оси ординат откладывают соответствующую ей длину волны.

## НАБЛЮДЕНИЯ ПРИ ПОСРЕДСТВЕ СПЕКТРОСКОПА

### СПЕКТРЫ ИСПУСКАНИЯ. ТИПЫ СПЕКТРОВ

Спектры испускания разделяются на 3 основных типа:

1. Сплошной или непрерывный спектр дают накаливаемые твердые и жидкие тела,—спектр солнца (см. таблицу), раскаленная нить электрической лампы и т. п. Такие спектры не обнаруживают отдельных линий при самой сильной дисперсии.

2. Спектры линейные (см. таблицу спектров) состоят из отдельных более или менее резких линий, которые или разобцены друг от друга темными промежутками, или выделяются на общем слабо освещенном фоне. Современная физика объясняет происхождение спектров этого типа испусканием света атомами. Испускаются эти спектры раскаленными газами.

3. Спектры полосатые обнаруживают при слабой дисперсии отдельные полосы, обыкновенно резко ограниченные с одной стороны и размытые с другой; во многих случаях размыты оба края полосы. При сильной дисперсии можно во многих случаях обнаружить, что полосы состоят из ряда линий, почти равной интенсивности, настолько обличенных между собой у светлой границы полосы, что их с трудом можно отделить друг от друга. Существуют также полосы, разделение которых на отдельные линии невозможно,—они напоминают собой участки сплошного спектра. Происхождение спектров этого типа объясняется тем, что центрами испускания являются уже не атомы, а более или ме-

нее сложные молекулы. Очень ярко выражен полосатый спектр у азота; многочисленные полосы, распределенные по всему спектру, напоминают колонну с желобами.

### НАБЛЮДЕНИЕ СПЕКТРОВ ИСПУСКАНИЯ

Спектры раскаленных газов можно наблюдать с помощью спектральных трубок, пламени горелки и электрического разряда, происходящего между металлическими острями.

1. Установка для работы спектральных трубок описана выше (см. градуировку карманного спект-



Рис. 13

роскопа со шкалой—стр. 8). Следует отметить, что спектральные трубки дают очень чистые спектры и, кроме того, обращение с ними просто и удобно.

2. Спиртовая лампа или газовая горелка устанавливаются так, чтобы против щели находился наружный несветящийся конус пламени. Зернышко соли вносится в наружный конус, притом настолько низко, чтобы раскаленная твердая часть не могла дать непрерывного спектра, мешающего наблюдениям.

Твердую измельченную соль берут смоченной платиновой или молибденовой проволочкой, конец которой изогнут в петлю, и, внося в пламя, сплавляют соль в зернышко. Для



Рис. 14

Чистки проволочку многократно погружают в соляную кислоту и чистую воду и прокалывают.

Растворы солей удобно вводить в пламя с помощью особой стеклянной трубки, изображенной на рис. 13. Верхний конец трубки запаян, а в нижний конец вставлена пробка с фитилями из асбестового шнура. Раствор соли, находящийся в трубке, медленно вытекает по фитилю, конец которого помещен в наружный конус пламени горелки. Горелка и фитиль располагаются так, как это было указано выше для зернышка соли. Для того, чтобы конец фитиля не покрывался непроницаемой коркой, к раствору соли следует прибавить 1-2% соляной кислоты. Число асбестовых шнуров следует подбирать так, чтобы раствор не вытекал очень медленно, так как в этом случае получается бледный спектр. Если же жидкость вытекает слишком быстро, она не успевает испаряться и капает на горелку, что также мешает опыту. Трубка с раствором укрепляется в штативе Бунзена, или в специальном штативе (рис. 14).

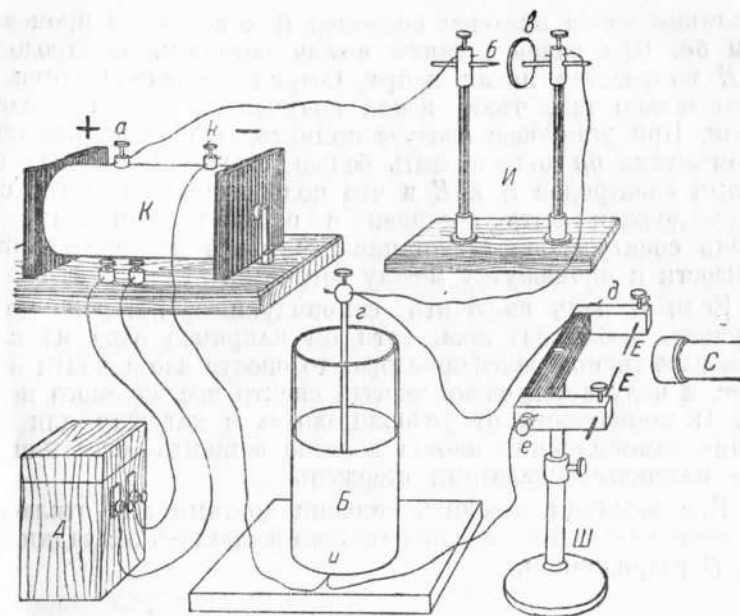


Рис. 15

При установке опыта с солями в пламени горелки для того, чтобы получить более яркий свет, полезно поместить между спектроскопом и горелкой собирающую линзу, сфокусировав пламя горелки на щель.

3. Искровые спектры металлов. Искры между электрическими электродами дают спектры, чрезвычайно богатые линиями (так, например, спектр железа обнаруживает несколько тысяч линий), но отличающиеся от спектров тех же металлов, получаемых при помощи пламени горелки. Кроме линий, принадлежащих металлу электродов, наблюдаются линии составных частей воздуха, особенно азота.

Установка для наблюдения искровых спектров изображена на рисунке 15. Исследуемые электроды *E* и *E* зажимаются в специальном штативе *Ш*, где они изолированы друг от друга и от основания штатива. Лейденская банка *Б* заряжается индукционной спиралью *К* через цепь, в которую

последовательно включен искромер *И* с искровым промежутком *бв*. При разряде банки между остриями электродов *Е* и *Е* получается яркая искра. Острия устанавливаются горизонтально так, чтобы искра получалась против середины щели. При установке следует помнить, что длина искрового промежутка *бв* должна быть больше расстояния между остриями электродов *Е* и *Е* и что положительный полюс спирали должен быть соединен с острием промежутка *бв*. Щель спектроскопа *С* устанавливается в непосредственной близости к промежутку между остриями.

Если в цепь включить самоиндукцию, которой может служить любая катушка, хотя бы например одна из катушек разборного трансформатора, то спектр азота почти исчезает, и получается очень чистый спектр исследуемого металла. В зависимости от условий опыта в катушку для усиления самоиндукции иногда полезно вставить более или менее массивный железный стержень.

При желании заменить стержни другими или отключить провода необходимо предварительно разрядить обкладки банки *В* разрядником.

### СПЕКТРЫ ПОГЛОЩЕНИЯ

При прохождении лучей, дающих сплошной спектр, через какое-нибудь вещество, которое поглощает те или иные из этих лучей, получаются спектры поглощения. На фоне сплошного спектра наблюдается несколько полос, перерывов, указывающих на отсутствие поглощенных лучей. Совокупность этих полос образует спектр поглощения.

Спектр поглощения наблюдают, поместив на пути лучей от источник света к щели поглощающую среду. Такими средами могут быть твердые, жидкие тела, пары и газы. Спектры поглощения можно разделить на 4 типа:

1. Одностороннее поглощение. Половина спектра, обыкновенно синяя, полностью поглощена.
2. Двухстороннее поглощение. Спектр поглощается по обоим концам—середина пропускается.
3. Полосы поглощения. В спектре наблюдается более или менее широкие полосы с размытыми краями.

4. Линии поглощения. Спектры образуются отдельными резкими черными линиями. Такие спектры дают преимущественно газы и пары.

### НАБЛЮДЕНИЕ СПЕКТРОВ ПОГЛОЩЕНИЯ

В твердых телах. С этой целью пользуются цветными стеклами-светофильтрами. Хорошие светофильтры не трудно изготовить самому. С обыкновенной диапозитивной пластинки удаляют серебро, погружая ее в 20% раствор гипосульфита (работу можно производить на полном свете), тщательно промывают и высушивают. Такую пластинку окрашивают, погружая на 5 минут в водный раствор анилиновой краски, затем споласкивают водой и высушивают. Для предохранения окрашенного желатинового слоя от повреждений его покрывают чистой стеклянной пластинкой и края окантовывают.

Очень чистые и интенсивные цвета дают: нафталъгельб—желтый, эритрозин—красный, эхтгрюн—зеленый.

Светофильтры эти легко выцветают, и их следует хранить в темноте.

Такие светофильтры дают обыкновенно односторонний, двухсторонний или полосатый спектр поглощения.

В жидких телах. На пути пучка лучей помещают наполненную раствором пробирку или лучше кювету с плоско-параллельными стеклами.

Примеры: Растворы хлористого железа, двухромовокислого калия, пикриновой кислоты—поглощают сине-фиолетовую часть. Раствор хлористой меди дает двухстороннее поглощение—пропускает только зеленый цвет. Раствор марганцевокислого калия дает несколько очень красивых линий поглощения.

Поглощения в парах натрия (инверсия натриевой линии). Металлическую сетку сгибают в форме призмы (длина 7 см, боковая грань 5 см), открытой сверху, и укрепляют на двух проволоках над пламенем горелки.

Внутрь на металлическую сетку кладут несколько зернышек сплавленной поваренной соли. Тогда пламя горелки будет очень ярким под сеткой, между тем как оно слабо светится, но сильно поглощает в своей верхней части.

Поглощающее пламя устанавливают перед щелью спектроскопа так, чтобы весь свет от источника проходил через это пламя вблизи его основания. Далее помещается линза и лампа накаливания. Смотря в спектроскоп, замечают линию поглощения, кажущуюся черной на очень ярком фоне спектра.

Закрывают экраном верхнюю половину лампы таким образом, чтобы в нижнюю половину щели не попадал более белый свет и чтобы она была освещена только натриевым пламенем. Спектр испускания и спектр поглощения будут видны в спектроскопе одновременно, и тогда можно убедиться, что блестящая полоса одного спектра является точным продолжением черной полосы другого спектра.

Рекомендуем вниманию преподавателей описанный опыт, как дающий большой эффект при самых простых установочных средствах. Предупреждаем, что он требует навыка и прежде, чем удастся, необходимо «повозиться».

Поглощение в парах иода. В легкоплавкую пробирку помещают несколько крупинок иода, оттягивают открытый конец и запаивают его<sup>1</sup>. Подогрев трубку, помещают ее на пути лучей и наблюдают спектр поглощения в парах иода. Спектр обнаруживает три темных полосы в зеленой части. При большом количестве паров они сливаются вместе. При постепенном охлаждении полосы вновь выступают, и при очень узкой щели в них можно рассмотреть большое количество узких, резких линий.

<sup>1</sup> Такие готовые трубки имеются в продаже.

## ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ УЧАЩИХСЯ

Приведенные нами выше опыты и установки в основном определяют собой материал для самостоятельных практических работ учащихся.

При наличии одних карманных спектроскопов без шкалы, приходится ограничиваться работами качественного характера; если школа располагает карманным спектроскопом со шкалой или двухтрубным спектроскопом с микрометрическим приспособлением для отсчета, могут быть выполнены и работы количественного характера.

### КАЧЕСТВЕННЫЕ РАБОТЫ

#### Спектры испускания

1. Изучение спектров. Учащиеся наблюдают спектры линейные (в трубках и пламени горелки) и спектры поглощения и зарисовывают линии испускания и поглощения. Интенсивность линий и полос отмечается или при помощи штриховки, или графически.

2. Спектральный анализ. Учащиеся получают «задачу»: смесь растворов хлористых солей металлов, обнаруживающих в пламени горелки характерные линии. Сравнивая получаемые линии со своими зарисовками, учащиеся определяют состав смеси. При наличии спектроскопа со сравнительной призмой можно ставить более сложные работы по анализу. Исследуемое пламя в этом случае ставится перед щелью, половина которой прикрыта призмой; перед последней ставится пламя, куда вводятся соли, спектры которых сравниваются с исследуемым.

### КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ РАБОТЫ

Учащимся могут быть предложены следующие работы:

1. Градуировка спектроскопа со шкалой или школьного спектроскопа.

2. По сделанному графику градуировки определить длины волн какого-нибудь спектра.

Эти работы лучше всего ставить с помощью спектральных трубок.

Градуировку следует производить по гелиевой трубке— в качестве задач давать трубки водородную и ртутную.

### Реакции с кровью<sup>1</sup>

Реакции с кровью представляют собой огромный интерес, так как знакомят учащихся с важными применениями спектрального анализа в диагностике и судебной медицине.

а) Спектр оксигемоглобина<sup>2</sup>. Наливают в небольшую пробирку 2,5% раствора свежей крови<sup>3</sup>, помещают пробирку перед щелью, за пробиркой ставят источник света (сплошной спектр).



Рис. 16

<sup>1</sup> Основные реакции с кровью рекомендуется преподавателю провести с учащимися совместно. По ознакомлении учащихся с реакциями крови им дается задача: раздаются кусочки ткани с кровавыми пятнами и с ржавчиной; задача учащихся—определить происхождение пятен.

<sup>2</sup> Алый цвет артериальной крови обуславливается оксигемоглобином или гемоглобином (красные кровяные шарики).

<sup>3</sup> Если крови негде получить, то проще всего ее взять из пальца. Вымыть тщательно руку, протереть палец ваткой, смоченной в бензине. Смочив иглу спиртом, обжечь ее в пламени горелки. Уколоть иглой палец и выдавить несколько капель крови. Место укола смазать иодом.

Спектр поглощения оксигемоглобина обнаруживает две интенсивные полосы поглощения одну в желтой, другую в желто-зеленой части спектра. Первая полоса начинается непосредственно в линии D (рис. 16).

Этим путем легко и просто устанавливается присутствие крови в моче, что очень важно в некоторых клинических и диагностических исследованиях.

б) Спектр восстановленного гемоглобина. Прибавляют в пробирку с раствором оксигемоглобина несколько капель 10% раствора одного из следующих восстановителей: сернистого аммония, сернистонариевой соли или гипосульфита, при этом оксигемоглобин теряет кислород и переходит в восстановленный гемоглобин. (Процесс потери оксигемоглобином кислорода происходит в тканях организма—венозная кровь синевато-красного цвета).

Спектр характеризуется сплошной размытой полосой в зеленой части (рис. 16,2).

В легких восстановленный гемоглобин присоединяет кислород и вновь переходит в оксигемоглобин.

в) Отравление окисью углерода (угар). Оксигемоглобин, отравленный окисью углерода, теряет способность к восстановлению—не в состоянии передавать тканям кислород. Через пробирку с раствором оксигемоглобина (крови) пропускают светильный газ. Если нет под руками светильного газа, то окись углерода можно получить, действуя на кристаллы щавелевой кислоты крепкой серной кислотой. Оксигемоглобин в пробирке будет отравлен окисью углерода. Если теперь действовать на раствор оксигемоглобина одним из упомянутых выше восстановителей, то никакого изменения в спектре не происходит,—оксигемоглобин не восстанавливается. Таким образом, спектральным анализом разрешается вопрос в случае предположения отравления окисью углерода (угар).

Добывание окиси углерода не следует поручать учащимся, так как она очень ядовита. Преподаватель должен сделать отравление крови сам, соблюдая при добытии CO предосторожности, указанные в книге В. Н. Верховского «Постановка школьных работ по химии».

г) Отравление бертолетовой солью. В пробирки с раствором оксигемоглобина прибавляют немного

раствора бертолетовой соли. Раствор окрашивается в бурый цвет,—оксигемоглобин переходит в метаксигемоглобин.

Под действием кислот, протче всего соляной, метаксигемоглобин переходит в кислый гематин—спектр обнаруживает три полосы поглощения темную в красной части и две очень широкие размытые в зеленой части (рис. 16,3).

Под действием щелочей метаксигемоглобин переходит в щелочный гематин—две полосы в зеленой части (рис. 16,4).

д) Определение кровавых пятен. Предыдущая реакция дает безошибочный и скорый способ для разрешения очень важного в судебно-медицинской практике вопроса—не является ли подозрительное пятно на платье кровавым.

Кровавое пятно содержит в себе метаксигемоглобин, образующийся под влиянием окисляющего действия воздуха. Кусочек ткани с пятном подвергают кипячению в пробирке с примесью щелочи; в случае кровавого происхождения пятна, получают спектр поглощения щелочного гематина—две очень темные полосы в зеленой части спектра.

е) Исследование солнечного спектра. Наличие школьного спектроскопа дает возможность кроме описанных работ произвести исследование солнечного спектра.

Направляют спектроскоп на безоблачное небо и щель устанавливают как можно уже для того, чтобы получить наибольшую резкость фраунгоферовых линий.

Совмещая нить окуляра с фраунгоферовыми линиями, отсчитывают положение барабана и по кривой определяют длину поглощенной волны. Определив длину волны по таблице на стр. 29, устанавливают, какой газ или пары какого металла в атмосфере солнца дают данную линию.

Таким образом легко определить в атмосфере солнца гелий и водород.

## ТЕМЫ ДЛЯ ЭКСКУРСИЙ

### а) Бессемеровский процесс

Если в местности расположения школы имеется завод, применяющий бессемеровский процесс, то, вооружившись карманными спектроскопами, можно совершить экскурсию.

Способ Бессемера заключается в непосредственном сжигании угля чугуна в сильном потоке воздуха.

В бледном сплошном спектре ослепительного пламени, выходящего из отверстия конвертера, наблюдаются линии металлов, в том числе очень интенсивная линия натрия и очень характерные зеленые линии окиси марганца.

Когда углерод сгорает, линии окиси марганца сразу исчезают, процесс бессемерования закончен—с этого момента начинается вредное окисление железа.

Исчезновение упомянутых линий и конец процесса бессемерования легко улавливается при помощи спектроскопа.

### б) Экскурсия в обсерваторию

Полезно совершить экскурсию на астрономическую обсерваторию, если таковая имеется поблизости, познакомить учащихся с наблюдением спектров звезд и туманностей и провести беседу по вопросу о роли спектроскопии в разрешении вопросов мироздания.

*Составил М. Я. Минчиковский*

ТАБЛИЦА

длины волн главных видимых лучей—в миллимикронах

Линия солнечного спектра	Вещество, дающее эту линию	Длина волны	Линия солнечного спектра	Вещество, дающее эту линию	Длина волны
A . . . . .	калий	769,8	C { b <sub>3</sub> . . . . . b <sub>4</sub> . . . . .	железо магний и железо	516,9
	калий	766,4			516,7
	кислород	759,4			
B . . . . .	кислород	687,0	F . . . . .	железо барий	495,8
	литий	670,8			493,4
C . . . . .	водород	656,3	d . . . . .	водород кадмий железо литий	486,1
	кадмий	643,8			480,1
a . . . . .	кислород	627,8			466,8
	литий	610,4			460,2
D <sub>1</sub> . . . . .	натрий	589,6	G . . . . .	барий железо	455,4
D <sub>2</sub> . . . . .	натрий	589,0			438,4
D <sub>3</sub> . . . . .	гелий	587,6	z . . . . .	железо и калий	430,8
E <sub>1</sub> . . . . .	железо и калий	527,04			H . . . . .
E <sub>2</sub> . . . . .	железо	526,96	K . . . . .	калий кальций кальций	
	b { b <sub>1</sub> . . . . . b <sub>2</sub> . . . . .	магний			518,4
магний		517,3			393,3

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
Типы спектроскопов . . . . .	3
Карманные спектроскопы . . . . .	5
Спектроскоп двухтрубный . . . . .	13
Наблюдения при посредстве спектроскопа . . . . .	16
Практические работы учащихся . . . . .	23
Темы для экскурсий . . . . .	26
Таблица длины волн главных видимых лучей . . . . .	27



## БАЗЫ, ОТДЕЛЕНИЯ И МАГАЗИНЫ УЧСБЫТА

---

«МОСУЧСБЫТ» — Московская центральная база  
Москва, Ульяновская ул., 15. Тел. Ж 1-41-12. Расчетный счет  
№ 150043 в Московско-Кировском отделении Госбанка.

### ОТДЕЛЕНИЯ

КИРОВСКОЕ — Киров, ул. Воровского, 15. Тел. 94-19.  
Расчетный счет № 150/6294 в Кировском отделении Госбанка.

ЛЕНИНГРАДСКОЕ — Ленинград, Проспект 25 Октября, 46.  
Расчетный счет № 152862 в Ленинградском отделении Госбанка.

НОВОСИБИРСКОЕ — Новосибирск, Красный проспект, 19.  
Тел. 33-022. Расчетный счет № 150/7533 в Новосибирском отделе-  
нии Госбанка.

РОСТОВСКОЕ — Ростов-на-Дону, ул. Ф. Энгельса, 56  
Тел. 2-12-18. Расчетный счет № 150028 в Ростовском отделении  
Госбанка.

САРАТОВСКОЕ — Саратов, Кооперативная улица, 35  
Тел. 23-01. Расчетный счет № 150/10140 в Саратовском отделе-  
нии Госбанка.

СВЕРДЛОВСКОЕ — Свердловск, ул. Малышева, 58.  
Тел. Д 1-66-48. Расчетный счет № 150129 в Свердловском отделе-  
нии Госбанка.

### МАГАЗИНЫ

КИРОВ, ул. Большевиков. Тел. 96-56.

ЛЕНИНГРАД, Проспект 25 Октября, 13. Тел. 489-99.

МОСКВА, Театральный проезд, 7. Тел. К 4-98-81.

НОВОСИБИРСК, Красный проспект, 19. Тел. 33-022.

РОСТОВ-НА-ДОНУ, ул. Ф. Энгельса, 56. Тел. 2-12-18.

САРАТОВ, Кооперативная ул., 35. Тел. 23-01.

СВЕРДЛОВСК, Площадь 1905 года, 24а.