

Первый Всероссийскій Съездъ Преподавателей Физики, Химіи и Космографіи.

С.-Петербургъ 27 Дек. 1913—6 Января 1914 г.

Роль класснаго эксперимента при преподаваніи космографіи.

Докладъ **Н. Н. Соковнина.**

(Спб. Императорское Коммерческое Училище).

Въ моемъ предыдущемъ докладѣ былъ разобранъ вопросъ о практическихъ занятіяхъ учениковъ по космографіи подъ открытымъ небомъ. Почти весь списокъ приведенныхъ тамъ наблюденій, кромѣ наблюденій съ телескопомъ, могъ бы быть исполненъ при затратѣ самыхъ незначительныхъ средствъ и съ этой точки зрѣнія врядъ ли можетъ встрѣтить возраженія. Спорить можно только противъ выбора отдѣльныхъ работъ, но о возможности дешевой постановки самыхъ работъ врядъ ли найдется два мнѣнія.

Но какъ ни дешево въ матеріальномъ отношеніи, какъ ни просто техническое оборудованіе работъ, тѣмъ не менѣе надо сказать, что постановка этихъ работъ, въ особенности въ сѣверныхъ широтахъ, является дѣломъ затруднительнымъ по разнымъ причинамъ. И астрономамъ-наблюдателямъ, располагающимъ свободнымъ временемъ и могущимъ посвящать наблюденіямъ каждый вечеръ, приходится иногда по нѣсколько дней выжидать благопріятной погоды. Цѣлымъ классамъ во главѣ съ преподавателемъ неблагоприятная погода можетъ мѣшать еще въ большей степени, т. к. они свободны далеко не каждый вечеръ. Поэтому вся программа могла бы быть использована лишь при особой настойчивости со стороны преподавателя. Далѣе, зависимость отъ погоды сказывается на томъ, что практическія занятія нельзя включить въ расписаніе; это можетъ оказаться большимъ препятствіемъ къ ихъ введенію въ среднюю школу.

Можно съ увѣренностью сказать, что если бы удалось полностью осуществить полную программу производства наблюдений надъ небомъ, ту ли, которая изложена въ предыдущемъ докладѣ или какую либо другую, то преподаваніе космографіи значительно подвинулось бы впередъ. Но однихъ занятій подъ открытымъ небомъ недостаточно, потому что кромѣ хорошаго знакомства съ видимымъ движеніемъ свѣтилъ, которое дадутъ такія занятія, остается еще вопросъ объ ихъ истинныхъ взаимоотношеніяхъ. Въ послѣднемъ случаѣ можетъ оказать преподавателю большую помощь классный экспериментъ и слѣдуетъ высказать пожеланіе, чтобы при преподаваніи космографіи, параллельно съ наблюдениями надъ небомъ, производилось демонстрированіе классныхъ моделей.

Направленія на свѣтила и углы между ними суть понятія реальныя, — понятія, которыя очень хорошо выясняются на конкретныхъ примѣрахъ. Именно съ ними непосредственно имѣютъ дѣло наблюдатели. Проекціи же свѣтилъ на небесную сферу и дуги между ними суть символы этихъ реальныхъ понятій, — символы, непосредственно не воспринимаемые.

Первое понятіе, но не можетъ быть изображено на чертежѣ (за исключеніемъ частныхъ случаевъ), второе — понимается учениками значительно труднѣе, но за то поддается изображенію чертежомъ.

Модели могутъ въ этомъ вопросѣ принести много пользы преподавателю. На моделяхъ можно выяснить пространственныя соотношенія плоскостей и линій, примѣняемыхъ въ астрономіи, и объектовъ наблюдений — свѣтилъ, на моделяхъ же можно разяснить, какъ проекція, полученная на шарѣ, проектируется затѣмъ на плоскость.

Понятіе о небесной сферѣ усваивается удовлетворительно далеко не всѣми учениками. Одна изъ причинъ, почему чертежи небесной сферы, примѣняемые въ курсѣ космографіи, трудно усваиваются, — та, что очень многіе юноши и даже взрослые люди почти лишены того, что я позволю себѣ назвать „чувствомъ пространства“ или „стереометри-

ческимъ воображеніемъ“. Преподаватели ссылаются на то, что усваиваютъ же ученики чертежи, относящіеся до геометріи шара. Это въ общихъ чертахъ вѣрно, но всетаки слѣдуетъ указать, что извѣстная часть учениковъ съ трудомъ справляется съ понятіями о шаровыхъ слояхъ, шаровыхъ поясахъ и т. д. Во вторыхъ при разборѣ чертежей, относящихся до геометріи шара, мы имѣемъ въ нихъ изображенія, объектъ котораго имѣетъ совершенно самостоятельное значеніе: шаръ есть геометрическая фигура и только, но небесная сфера не есть самостоятельный предметъ, самостоятельное понятіе, она цѣнна лишь постольку, поскольку она выражаетъ соотношеніе другихъ предметовъ, лежащихъ внѣ ея и на нее проектируемыхъ. И вотъ здѣсь мнѣ кажется проще, чѣмъ сразу разсматривать проекцію проекціи, разсмотрѣть самостоятельно и небесную сферу на модели. Въ первомъ моемъ докладѣ я указалъ, какъ мы можемъ практически осуществить проектированіе звѣздъ на стеклянную сферу, но звѣзды трудно доступны, а время между тѣмъ идетъ, и учебный предметъ не ждетъ. Если звѣздъ въ нужный день не удастся наблюдать, то можно выяснитъ понятіе о проектированіи на сферу не на естественномъ объектѣ — звѣздахъ, а на объектѣ искусственномъ въ классѣ.

Можно проектировать переплетъ окна, уголь стѣны, наконецъ нанесенныя на стѣнѣ пятна, но наиболѣе подходящимъ объектѣмъ для проектированія является особая „модель вселенной“ — наборъ небольшихъ шариковъ, подвѣшенныхъ къ потолку на различной высотѣ по всему классу. Переплетъ окна, уголь стѣны и т. д. слишкомъ ужъ непохожи на звѣзды. Точки на стѣнѣ не хороши тѣмъ, что какъ бы предрѣшаютъ вопросъ о нахожденіи звѣздъ въ одной плоскости; если дать такое представленіе о звѣздахъ ученикамъ, то отъ него будетъ трудно впоследствии освободиться. Примѣненіе шариковъ въ этомъ отношеніи значительно педагогичнѣе. Когда получена проекція на стеклянномъ колпакѣ, проведены различныя линіи на поверхности этого колпака, то его можно срисовать и получить чертежъ небесной сферы, такимъ путемъ, который выяс-

няеть въ вѣднѣ доступной формѣ, что такое онъ собою представляетъ. Далѣе тѣ же шарики могутъ служить объектами при опредѣленіи угловыхъ разстояній, при упражненіяхъ въ опредѣленіи координатъ моделью астрономическаго инструмента, и наконецъ тѣ же шарики могутъ пригодиться, когда понадобится выяснять пространственное отношеніе небесныхъ тѣлъ и говорить о томъ, что тѣла эти вовсе не лежатъ на одной поверхности, какъ намъ кажется, а разбросаны въ пространствѣ на разныхъ разстояніяхъ отъ земли.

Понятіе о восходѣ и заходѣ свѣтилъ, о кульминаціи, какъ слѣдствіи вращенія земли, понятіе о параллактическомъ смѣщеніи, объ оптически и физически двойныхъ звѣздахъ выясняются на такой модели очень хорошо. Я бы назвалъ тѣ измѣненія взаимоотношеній шариковъ и наблюдателя, которыя можно воспроизводить на этой модели, „геометрическимъ экспериментомъ“. Мы имѣемъ дѣло со стереомернымъ расположеніемъ шариковъ, и изучаемъ измѣненіе видимой картины, зависящей отъ измѣненія взаимоотношеній. Это такая часть стереометріи, которая въ элементарныхъ курсахъ геометріи не разсматривается, и „геометрической экспериментъ“ хоть отчасти возмѣститъ недостатокъ теоретической подготовки.

Дальнѣйшимъ объектомъ классаго эксперимента могутъ служить астрономическіе приборы. Безъ моделей трудно выяснитъ характеръ движенія прибора, такъ какъ чертежу не поддаются въ доступной для учениковъ формѣ тѣ движенія, при которыхъ труба прибора и круги не совпадаютъ съ плоскостью чертежа. Въ классѣ желательно демонстрировать именно модели приборовъ, на которыхъ ясно выступали бы идеи, лежащія въ основѣ ихъ устройства, а не подлинные наблюдательные приборы. Въ настоящихъ наблюдательныхъ приборахъ во-первыхъ слишкомъ мелко дѣленія и совершенно не видны изъ аудиторіи, такъ что круги кажутся гладкими, не имѣющими дѣленій, во вторыхъ частности устройства, необходимыя для настоящаго наблюдательнаго инструмента нерѣдко настолько перевѣшиваютъ главную идею, что она за ними какъ бы

исчезаетъ. Таковы напримѣръ лупы и уровни теодолитовъ. На моделяхъ же приборовъ съ крупными, издали видными дѣленіями, пользуясь вышеупомянутыми шариками, какъ объектами, передъ цѣлымъ классомъ можно демонстрировать опредѣленіе координатъ, выяснять способъ нахождения полуденной линіи по способу соответственныхъ высотъ, выяснять черты различія и сходства горизонтально и параллактически монтированныхъ трубъ и различіе между горизонтальными и экваторіальными координатами.

Далѣе, на особыхъ моделяхъ хорошо выясняется также слѣдствіе наклона плоскости лунной орбиты и плоскости орбиты земной, объясняется прецессія, происхожденіе времени года, фазъ луны. Недостатокъ времени, отведеннаго для доклада, не даетъ останавливаться на этомъ слишкомъ долго, тѣмъ болѣе, что большинство моделей выставлено здѣсь на выставкѣ.

Въ заключеніи укажу на нѣсколько опытовъ уже чисто физическаго характера, которые могутъ быть примѣнены къ космографіи. Нѣкоторые изъ нихъ давно извѣстны и опубликованы, другіе мнѣ приходится приводить здѣсь впервые. Изъ первыхъ упомяну прежде всего опытъ съ маятникомъ Фуко и опытъ Кавендиша, для производства котораго, впрочемъ, требуется спеціальнѣйшій дорогой приборъ. Они общезвѣстны и потому я на нихъ не останавливаюсь.

При описаніи инструмента приходится говорить о перекрестныхъ нитяхъ. Полезно бываетъ, когда не удается это сдѣлать изъ-за дурной погоды подъ открытымъ небомъ, при описаніи астрономическаго инструмента показать на искусственномъ небѣ, т. е. на темномъ картонѣ съ набитыми на немъ блестящими гвоздиками, освѣщаемомъ фонаремъ, что перекрестныя нити трубы кажутся лежащими въ одной плоскости съ объектомъ наблюденія и движеніе глаза относительно объектива не измѣняетъ относительнаго положенія нитей и объекта, между тѣмъ какъ при примѣненіи трубъ съ діоптрами и перекрестными ни-

тиями на концѣ трубы, отъ положенія глаза зависить и положеніе нити относительно наблюдаемаго объекта.

На выставкѣ имѣются приборы для двухъ опытовъ, подробнѣ описанныхъ въ моемъ учебникѣ космографіи (какъ и многое изъ упомянутаго раньше) и имѣющихъ цѣлью одинъ — объяснить причину невидимости звѣздъ днемъ, другой — иллюстрировать извѣстный мысленный опытъ съ движущимся валомъ и пробивающей его стѣнки пулей, служащей для объясненія aberrации свѣта. Наконецъ опишу еще два моихъ, нигдѣ еще не опубликованныхъ опыта. Назначеніе перваго — также объясненіе явленія aberrации свѣта. Одна изъ примѣняемыхъ во многихъ учебникахъ аналогій — это кажущееся скашивание струй падающаго дождя при нашемъ движеніи относительно его. Такъ какъ полученіе падающихъ капель воды на значительныхъ протяженіяхъ было бы неудобно, то я замѣнилъ движеніе падающихъ капель воды — движеніемъ свѣтлыхъ пятенъ по экрану, при посредствѣ двигающихся зеркалъ. Если наблюдатель въ то время, какъ свѣтлыя капли движутся по экрану, напримѣръ сверху внизъ, будетъ быстро перемѣщать направленіе взгляда перпендикулярно къ движенію пятенъ, то онъ ясно увидитъ кажущееся скашивание свѣтлыхъ полосокъ, происходящее отъ движенія пятенъ перпендикулярно движенію глаза.

Второй опытъ служитъ для выясненія, что человекъ лишенъ способности различать абсолютное движеніе, а можетъ замѣчать только относительное движеніе. Въ учебникахъ космографіи обыкновенно ссылаются при этомъ на примѣръ двухъ поѣздовъ, въ одномъ изъ которыхъ сидитъ наблюдатель и при началѣ движенія не можетъ опредѣлить, который изъ поѣздовъ начинаетъ двигаться, — тотъ, въ которомъ онъ сидитъ, или сосѣдній. Предлагаемый мною опытъ состоитъ въ томъ, что учениковъ поочереди помѣщаютъ на вращающійся безшумно стулъ. Стулъ закрытъ со всѣхъ сторонъ и имѣетъ небольшое окошечко, направленное къ экрану, тоже подвижному. Сидящій на стулѣ ученикъ не можетъ разобрать онъ ли движется вокругъ вертикальной оси или движется

экранъ и можетъ замѣтить только существованіе относительнаго движенія

Я долженъ сказать въ заключеніе, что перечисленные модели и приборы не представляютъ собой только плоды теоретическихъ измышленій. Они всѣ испытаны при прохожденіи курса и по моему мнѣнію оказываетъ весьма существенную помощь.

Вопросъ объ организаціи класснаго эксперимента по космографіи — вопросъ новый, малоразработанный и можно надѣяться, что если за это дѣло примутся такъ же дружно, какъ за разработку вопроса о классномъ экспериментѣ по курсу физики, то черезъ короткое время у преподавателей будетъ въ распоряженіи циклъ такихъ демонстрацій, которыя сдѣлаютъ и классное преподаваніе космографіи и болѣе доступнымъ для учениковъ и интереснымъ.

Положенія.

1. При прохожденіи курса космографіи желательно примѣненіе класснаго эксперимента.
2. Многие ученики „лишены“ чувства пространства и потому съ трудомъ представляютъ себѣ чертежи въ трехъ измѣреніяхъ.
3. Борьба съ этимъ возможна при условіи выясненія пространственныхъ отношеній на моделяхъ.
4. Въ курсѣ космографіи включены нѣкоторые вопросы физическаго и физиологическаго характера, могущіе быть иллюстрированными опытами въ классѣ.

Н. Соковнинъ.