

соотношением, связывающим ускоряющую разность потенциалов и скорость v :

$$e\Delta\varphi = \frac{1}{2} mv^2, \text{ и}$$

а) выведите выражение для линейного отклонения пятна на экране осциллографа.

б) Допустим, что $\varphi_a=400$ в, $\varphi_b=10$ в, $l=2$ см, $d=0,5$ см, $L=15$ см; какова будет величина отклонения D ? (Не забудьте перевести вольты в единицы СГСЭ_v.)

Из истории физики. Открытие Цереры и Нептуна

(Этот рассказ может служить иллюстрацией точности предсказаний, основанных на классической механике.)

1. Первой открытой малой планетой была Церера, которую обнаружил визуально Пиацци из Палермо в Сицилии в первый день девятнадцатого века, т. е. 1 января 1801 г. Пиацци наблюдал ее движение в течение нескольких недель, а затем заболел и, выздоровев, потерял ее из виду. На основании немногих наблюдений Пиацци несколько ученых вычисляли орбиту Цереры, но только на основании

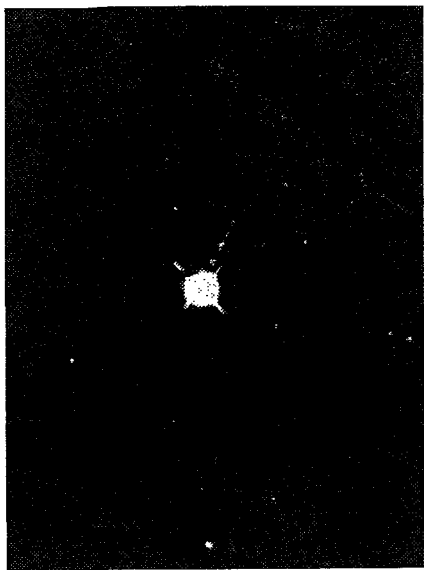


Рис. 5.33. Фотография Нептуна, снятая с помощью 120-дюймового отражательного телескопа Ликской обсерватории. Стрелкой указан Тритон, являющийся спутником Нептуна. (Фото Ликской обсерватории)

результатов расчета, сделанного Гауссом, удалось с достаточной точностью предсказать местоположение этой малой планеты в следующем году. И вот 1 января 1802 г. планета Церера была вновь «открыта» Олберсом, обнаружившим ее в предсказанном положении с отклонением только в 30 угловых минут. По мере накопления большего числа наблюдений Гаусс и другие смогли уточнить характеристики вычисленной орбиты, и уже в 1830 г. ошибка в определении вычисленного положения составляла всего лишь 8 угловых секунд. Учитывая возмущения, которые вносит Юпитер в движение Цереры по ее орбите, Энке смог уменьшить ошибку в определении положения Цереры в среднем до 6 угловых секунд за год. Позднейшие вычисления, в которых учет возмущений производился с большей точностью,

позволили предсказывать положение Цереры настолько точно, что расхождение между результатами вычислений и наблюдений не превышало 30 угловых секунд за 30 лет.

Сообщения об открытии Цереры были опубликованы в 12-м томе журнала «Philosophical Magazine» за 1802 г. Познакомьтесь со статьями Пиаци (стр. 54), фон Цаха (стр. 62), Гиллоха (стр. 80) и Лаланда (стр. 112). Забавно, что 21 сентября 1800 г. в Лилентале было организовано общество знаменитых астрономов Европы с целью быстрее выяснения, находится ли эта планета между Марсом и Юпитером... Общество наметило распределить весь зодиак среди своих двадцати четырех членов... Однако из-за почтовых трудностей, вызванных наполеоновской войной, приглашение принять участие в этом исследовании дошло до Пиаци уже после того, как он открыл существование Цереры. Другие материалы об открытии Цереры публиковались в «Астрономическом ежегоднике» за 1804—1805 гг. Вычисления, выполненные Гауссом, опубликованы в 6-м томе его сочинений на стр. 199—211.

Астрономические традиции заложенные аббатом Пиаци из Палермо, отражены в написанном его потомком романе «Леопард», герой которого Лампедуза приобретает интерес к астрономии от своего духовного наставника аббата Перроне, помогающего ему в астрономических наблюдениях.

2. В течение первой половины девятнадцатого века, по мере повышения точности наблюдений и совершенствования теории, было установлено, что планета Уран движется не в полном согласии с законом всемирного тяготения, а также законом сохранения момента импульса. Странным образом эта планета то ускоряет, то замедляет свое движение на малую, но вполне заметную величину. Такое поведение планеты не могло быть объяснено на основе известных свойств Солнечной системы и законов физики. Наконец в 1846 г. Лаверье и Адамс, независимо друг от друга, пришли к выводу, что наблюдаемое аномальное движение Урана может быть полностью объяснено, если постулировать существование гипотетической новой планеты, обладающей определенной массой и определенной орбитой, внешней по отношению к орбите Урана *). Они решили соответствующие уравнения, с помощью которых определялось положение этой неизвестной планеты, и после всего лишь получасового поиска Галле была обнаружена новая планета, названная Нептуном (рис. 5.33). Положение этой планеты отличалось от предсказанного только на один угловой градус **). В настоящее время предсказание положения больших планет согласуется с результатами наблюдений в пределах нескольких угловых секунд даже в тех случаях, когда производится экстраполяция на многие годы. При этом точность целиком зависит от того, насколько полно учитывается влияние различных возмущающих эффектов.

*) «Я убедился в невозможности рассчитать положение этой планеты (Уран) по теории универсального тяготения, если считать, что она является телом, на которое действует только Солнце и все известные планеты. Однако все наблюдаемые аномалии могут быть объяснены во всех малейших деталях, если учесть влияние новой (еще не открытой) планеты, находящейся вдали от Урана... Мы предсказываем (31 августа 1846 г.) следующее положение для новой планеты 1 января 1847 г.: истинная гелиоцентрическая долгота $326^{\circ}32'$. U. J. Le Verrier, Compt. Rend. 23, 428 (1846).

**) «Я написал г-ну Галле 18 сентября и просил его о сотрудничестве; этот талантливый астроном видел планету в тот же день (23 сентября 1846 г.), когда он получил мое письмо... [Наблюденная] гелиоцентрическая долгота $327^{\circ}24'$, приведенная к 1 января 1847 г. ... Разность [наблюдение и теория] $0^{\circ}52'$. Лаверье, там же, стр. 657.

«Лаверье увидел новую планету даже не взглянув мельком на небо. Он увидел ее на кончике своего пера; только с помощью вычислений он определил положение и размеры тела, расположенного очень далеко в пределах нашей планетной системы...» А р а г о, там же, стр. 659.

Для того чтобы познакомиться с великолепной полемикой по поводу этого открытия, см. стр. 741—754 того же тома «Compt. Rend.» (Париж); см. также М. Г р о с с е р, Открытие Нептуна (Харвард, Кембридж, Массачусетс, 1962).