ФИЗИКА

УМК для 7 - 9 классов АВТОРЫ: Шахмаев Н.М., Бунчук А.В., Дик Ю.И









УМК для 10- 11 классов АВТОРЫ: Тихомирова С.А., Яворский Б.М.

(базовый уровень)







ФИЗИКА

Учебно-методический комплект 10-11 классы

(базовый уровень)

АВТОРЫ: Тихомирова С.А., Яворский Б.М.

Особенности учебников:

- полнота представления содержания
- краткость курса физики
- доступность изложения (используются преимущественно индуктивные методы раскрытия содержания)
- реализована гуманитарная направленность изучения физики
- рубрика «Это интересно» включает в себя занимательные сведения о связи физики с техникой, а также другими науками;
- красочность рисунков и повышенная наглядность представления материала, использование репродукций картин известных художников.









ФИЗИКА

Оглавление

Предисловие	3 4
ЧАСТЬ 1. МЕХАНИКА	
Глава 1. Кинематика 1. Механическое движение 2. Траектория, путь, перемещение 3. Скорость равномерного прямолинейного движения 4. Сложение скоростей 5. Скорость при неравномерном движении 6. Ускорение 7. Перемещение при прямолинейном равноускоренном движении 8. Свободное падение тел. 9. Движение тел, брошенных под углом к горизонту \$ 10. Равномерное движение по окружности \$ 11. Центростремительное ускорение На истории создания нинематики Самое важное в главе I	10 12 14 17 19 21 22 25 28 31 35 36 38
Глава 2. Двиамика § 12. Первый закон Ньютона § 13. Сила § 14. Второй закон Ньютона § 15. Третий закон Ньютона § 16. Закон всемирного тяготения § 17. Вес. Невесомость. Перегрузка § 18. Первая космическая скорость § 19. Сила трення Из истории создания динамики Самое важное в главе 2	39 42 44 47 49 52 55 57 61 63
Глава 3. Статика **§ 20. Условия равновесия тел. **§ 21. Центр тяжести **§ 22. Виды равновесия. Устойчивость тел. Нз истории создания статики Самое важное в главе 3	64 67 70 73 74
Глава 4. Заковы сохранения в механике § 23. Импульс тела § 24. Заков сохранения импульса § 25. Реактивное движение § 26. Мехашическая работа. Мощность § 27. Кинетическая энергия тела § 28. Работа силы тяжести. Потенциальная энергия	75 77 81 84 88 91

§ 30. Закон сохранения мез Из истории открыти	и кашческой эпергии я законов сохранения импульса и энергии 4	97 101
ЧАСТЬ 2. МОЛЕКУЛЯРНА:	я физика. ТЕРМОДИНАМИКА	
§ 32. Молекулы *§ 33. Движение и взаимоде	гическая теория молекулярно-кинетической теории йствие молекул	107
 § 35. Скорости молекул газ § 36. Изотермический проц § 37. Изобарный и изохори § 38. Уравнение Менделеев § 39. Основное уравнение м Из истории создамия 	ва	116 117 120 124 126 130
§ 41. Внутренняя энергия. Способы изменения в: § 42. Первый закон термод § 43. Применение первого з **§ 44. Повятие о втором и т § 45. Тепловые двигатели и В 46. Тепловые двигатели и Из истории открыти	вики рмодинамики нутренней энергии газа инамики акона термодинамики к разным процессам ретьем заковах термодинамики сохрана окружающей среды ия закома сохранения энергии 7	135 139 140 142 143 146 148
§ 48. Структура монокрист § 49. Аморфные тела § 50. Плавление, кристаллі	гел морфные тела аллов изация и сублимация твердых тел 8	154 156 157
 **§ 52. Поверхностное натяж **§ 53. Смачивание. Капилля § 54. Взаимные превращен § 55. Кипение жидкости § 56. Влажность воздуха 	я жидкости	163 165 168 171 174

ЧАСТЬ 3. ЭЛЕКТРОДИНАМИКА	
Глава 10. Эдентростатика	
*§ 57. Закон сохранения электрического паряда	179
§ 58. Закон Кулона	183
Напряженность электрического поля	
§ 60. Графическое изображение электрических полей	
§ 61. Работа сил электрического поля	
§ 62. Потенциал. Разность потенциалов	
§ 63. Проводники в электрическом поле	
§ 64. Электрическая емкость. Энергия заряженного конденсатора	
Нз истории учения об электрических явлениях Самое важное в главе 10	201
	400
Глава 11. Заковы постоянного электрического тока	
§ 65. Условия, необходимые для существования электрического тока.	
§ 66. Электродвижущая сила	
§ 67. Sakor Oma	
^§ 68. Соединение проводников	
*§ 69. Работа и мощность электрического тока	
электрическом токе	220
Самое важное в главе 11	221
Глава 12 Электрический ток в различных средах	
§ 70. Элементы теории электропроводности металлов	222
 у транисимость сопротивления от температуры. Сверхпроводимость. 	440
§ 72. Термоэлектронная эмиссия. Электрический ток в вакууме	
§ 73. Электронные пучки. Электронно-лучевая грубка	227
§ 74. Электропроводность электролитов	229
§ 75. Электропроводносуъ газов	
§ 76. Биды савостоятельного разрада в газах	237
§ 78. Примесвая проводимость полупроводников	
Из истории развития электромных представлений	243
Самое вазеное в главе 12	244
Лабораторные работы	
Приложения	
Приложение 1. Некоторые сведения о векторах	
Приложение 2. Симметрия в природе, искусстве,	1330
физике и технике	257
Ответы к упражиениям	
- 121 BE 10 B V VIII A A EPHI AN	- A-4 CH Ch

Лабораторные работы 10 класс

- 1. Измерение ускорения тела при прямолинейном равноускоренном движении
- 2. Изучение движения тела по окружности под действием сил упругости и тяжести
- 3. Опытная проверка закона Гей-Люссака
- 4. Измерение относительной влажности воздуха
- 5. Измерение ЭДС и внутреннего сопротивления источника тока
- 6. Изучение последовательного и параллельного соединения проводников

Измерение ускорения тела при прямолинейном равноускоренном движении

Наука начинается с тех пор, как начинают измерять. Д. И. Менделеев

Цель работы: измерить ускорение тела, скатывающегося по наклонному желобу.

Оборудование: желоб лабораторный металлический длиной 1,4 м; шарик металлический диаметром 1,5—2 см; цилиндр металлический; метроном или секундомер; лента измерительная; кусок мела.

Указания к выполнению работы

Движение шарика, скатывающегося по наклонному желобу, приближенно можно считать равноускоренным. Если ось OX направить по направлению движения, то векторы перемещения \hat{s} и ускорения \hat{a} будут сонаправлены. Так как начальная скорость шарика равна нулю, то уравнение движения можно записать в скалярной форме: $s = \frac{at^2}{2}$.

Отсюда
$$a = \frac{2s}{t^2}$$
.

Промежуток времени измеряется с помощью метронома или секундомера.

Порядок выполнения работы

- Соберите установку по рис. 1. Начальное положение шарика отметьте мелом.
- Положите в желоб у его нижнего конца металлический цилиндр (для остановки шарика).



Рис. 1

МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА. ТЕРМОДИНАМИКА

Как наша прожила 6 плакета, Как люди жили бы на ней Без теплоты, жагнита, света И электрических лучей?

А. Мициевич

Тепловые явления широко распространены в природе. Например, под действием солвечного излучения свег тает; вода испаряется с поверхности морей, рек и озер; капельки влаги в облаках превращаются в снежинки; зимой замераает вода в водоемах; в недрах Земли бушует расплавленная магма; на магмы возникают кристаллические базальты, граниты, кварцы и другие горные породы.

Тепловые явления играют огромную роль в жизни людей, животных и растений. Достаточно сказать, что изменение температуры на Земле в разные времена года приводит к переменам в окружающей нас природе.

Тепловые процессы оказывают влияние на свойства тел: увеличивается или уменьшается их объем, изменяются механические свойства (при нагревании возраствет пластичность материалов, при охлаждении некоторые по них становятся хрупкими, например резина при температуре виже – 100 °C).

Чтобы понимать сущность тепловых явлений, учитывать и использовать их закономерности на производстве и в быту, необходимо поучить молекудирную филику и термодинамику.

Их основу составляют две теории: молекулярно-кинетическая теория (МКТ) и термодивамика. Молекулярно-кинетическая теория рассматривает тепловые явления как проявление беспорядочного движения атомов и молекул и объясияет их на основе представлений о строении вещества. Термодинамика, основываясь на законах, которые являются обобщением опытных фактов, описывает тепловые явления без учета представлений о структуре вещества.

В XIX в. существование атомов и молекул ставилось под сомнение, и молекулярно-кинетическая теория не находила понимания среди многих физиков. Поэтому термодивамика и молекулярно-кинетическая теория строго разграничивались. В XX в. были получены неопровержимые доказательства существования молекул, и молекулярно-кинетическая теория получила подтверждение многочисленными опытами. В настоящее время обе эти теории взаимно дополняют друг друга.

ЧАСТЬ

МЕХАНИКА

Ето не понимает движены, тот не понимает природы, Ариетогом.

Механика — раздел физики, в котором изучают закономерности мехаинческого движения тел и причины, вызывающие или изменяющие это движение.

Механические явления наиболее просты, наглядны и широко распространены. Понятия механики (перемещение, скорость, энергия и др.) применяются для описания многих физических явлений (тепловых, электрических, магнитных и др.). Поэтому знание механики необходимо для изучения любого раздела физики. Как писал известный российский ученый С. И. Вавилов: «Вся физика построена на терминах и понятиях механики. Не знать эти понятия и изучать физику — это примерно то же самое, что попытаться читать, не узнав азбуки».

Законы механики лежат в основе теории работы машин и механизмов, расчетов строительных конструкций. На них основан принцип реактивного движения, который используется в ракетной технике. Расчеты траекторий небесных тел, космических кораблей и баллистических ракет также основаны на законах механики. Академик А. Ф. Иоффе отмечал, что техника — это физика в ее практических приложениях.

ГЛАВА 1

Кинематика

*§ 1. Механическое движение

Поной мам только снитея. А. А. Блок

Раздел механики, в котором изучают, как движется тело, без выяснения причин, вызваниях это движение, возывают кинемятикой (от греч. kinema движение).

Наиболее простым движением в природе является механическое движение тел. Механическим движением тела называют изменение его положения в пространстве относительно других тел с течением времени.

Примеров механического движения в осружающем нас мире много: идет пешеход, летит самолет, илывут облака во небу, едет машина во шоссе, набегают волны на берет и др.

О движении, происходящем в природе, итальявский ученый Джордано Бруво в поэтической форме говорил так:

И всякой вещи свойственно-движенье,

Близка ова от нас иль далека,

И тижела опо или легко.

Движение тела мы замечьем по изменение его положения относилельно других тел. Но это движение может быть различным по отношению в разным телем. Пусть, например, в автобусе сидит пассажир и держит в руках арбуз-Автобус начал двигаться по шоссе. Относительно пассажира и автобуса положение арбуза не изменилось — он находится в покое, а относительно пешеходов, домов, дороги он начал двигаться вместе с пассажиром и автобусом. Звачит, лискение в попой относительны.

Для описания движения какого-либо тела необходимо условиться, относительно какого имого тела рассматривается положение данного тела.

Тело, отвосительно которого рассматривают положение других тел, назынают телом отсчета.

Телами отсчета могут быть: фонарный столб, светофор, стол, дом. Земля.
Солице и др.

С телом отсчета связывают систему координат, с помощью которой определяют волюжение тела в пространстве. В прямоугольной декартовой системе координат (рис. 1.1) положение точки A определяется тремя координатами (x, y, z) Егли того совершнот вестолько переметрений, то их можно склюдацить ин правилам сложения инстерев. Пусть тело переместилось из точки I и точку B(рис. 1.4, d), а може из точки B и точку B. Чтобы определить результырующее порежением B1.1, им, и или инfirm пекториую сумму перемециций. B1.2 и B1.1

$$\hat{h}_{13} = \hat{h}_{13} + \hat{h}_{14}$$
 (1.1)

Боли толо дважения в одном и том же выправления, то модуль перемещения реакт пробринаму кута. Боли же выправления дважения теля меняется, то водуль вектора перемециями не ровек пробринаму кута. Изпример, подадод дважения так, что, набаж но точки O, он придост в точку A, в котом подац в обратиом выправления и сколологи в точко B (рис. 1.4, θ). Пробранный перелодом куть $\ell = 2$ м. в модуль θ_{ℓ} перемециями, т. с. дажно вектора θ_{ℓ} , околологи развикам θ м $\theta_{\ell} = \theta_{\ell} = \theta_{\ell}$.

Рассмотрим движение могераллиной точки в плоскости отвосительно системы возражног XOV (рег. 1.5). Пусть $\overline{AB} = 1$ — воитор перемещения точки, x_1 и y_2 — не положимо воординаты, x и y — неменью. Не рис. 1.5 имаю, что

$$S_0 = X - X_0$$

 $S_0 = X - X_0$

где 5, и 5, — проекции весторо перемещения 3 из оси ОХ и ОУ. Отонда

$$x = x_0 + x_{p+}$$
 (1.2)

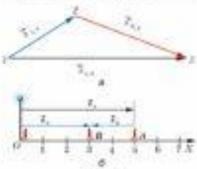
$$y + y_0 + s_{\mu}$$
 (1.3)

Следоватольно, для висоопровия координат интермационай точки в добой момент презеляе видо опоть ее почильные посращноти А₂ и у₂ и пресещия зекторо деремещимия 7 по оси воординат.

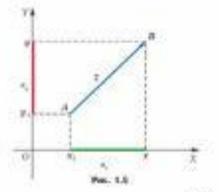
Уравичина (1.2) и (1.3) — это драгоменца бекличная жалоорожльной почкия. Замя уравичная дипичения, можно для навидого можнато пременца ображдать подхожение точки на ее причедодия.

Проворьто любя

- Дийто определяють транстории и преведать примеры трансторий разных динкомий.
- 2. We manager spolarenas syres?



Pag. 1.1



- Косто филическо величие изпавают перевещения?
- 4. Как найти рекультирующих перевищими топа?
- 1. Запишете гразования диписиня тель.

VIDEAUCHERNE T

- Меж должения из поведенности Замим вертинально вверх и, достигную закосты 20 м, подвет не замию. Отразратите путь, пробеденный записи, и это перемещение.
- Фетурист данниток по окронности разруски R и 15 и. За месторый промежуток времене на промен расстояние, ражене положене данны окронности. Чему рамки путь и переменьение фетуристи?
- Specif reposed 8 no ser recogn, a serior 6 ne se song, Kinco representatione su consiguent in specif reposed news.
- 4. В начитывый межное провозке върхной наподеления техно е въордживтели, » В св. у, » 1 см. Черка местором приме си пърхние весе в техну е возражениями у » 7 см. у » 4 см. Ченартичи вистор ото перемещания и найдите проекция этого весторо на воорджители оси.

*§ 3. Скорость равномерного прямолинейного движения.

Сограсти парета, и постепоности вредии. А. В. Створов

Простейший вид месонического дискения — реакомерное применяющее дациение.

Развичения примерким примерким дикосчито выпланот дикосчите мутериальной точки, при потором оне за любые развиле промежутки пременя совернает одинатовые переменения.

Прибликательно разконорным прамединейным даконовием нению считать диплетия порядических с распрактым порядичем иблим поверхности Земли (в отсумение ветро), даконове вскальность потрополитель.

Динисиня розных тол отдетакого быстрогой: удития поляет медачило, соможе летит быстро. Для подраженнями характеристики быстрогы динистия выдател поватие скорости.

Споростью развимеряюте примединейного дипления индаминат финическую величику, развую отвеняющие перемещения тела со премеци, за коперее оне совершено:

$$\theta = \frac{3}{I}$$
. (1.4)

Скорость — вестор, инправление которого при провессивейном дишениям сописает с поправлением весторо перемециали. При ролеомерном примединейном диконения скорость постоямы по модуде и выправлению: С • соца.

Весторному урожновии (I.4) соответствуют уражиния для модуля сворости и для проекции скорости на ось ОХ:

$$v = \frac{R}{T}$$
, $v_s = \frac{R}{T}$

Φοροκγάκ $v = \frac{g}{g}$ ποιακοπιστ γετιστοπετε εθέπωμη επιροεπω¹. Βεται s = 1 m. t = 1 e. το

$$[w] = \frac{1}{1} \frac{w}{w} = 1 \frac{w}{c}$$

Метр в сосуму разен спороске разволерно и приможенейм движущейся токки, при висорой оне не премя I с перемещения на расстание 1 м.

Найден уравиване, спинанностье координату г. проекции г., свироста и время г. для разполеранго преводинеймого диплекция тела.

The fore $x = x_0 + s$, if $s_1 = v$, to so fore empowered nonyment:

$$x + x_0 + v_0 r. \tag{1.5}$$

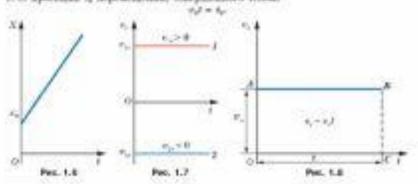
Земения водичия в. л., в г., могут быть нак положительными, тек и отрег аутогажные в оказовности от воправления вестора спорости тека отволючесьно выбранной оси и положения точки начала сочесть по вей.

Уровницы (1.5) жимания уровностися приниджеймого дистомерного фидмеских. Оно инпользот определить положение тель, дишерирогося разволерно и приносимейно, и любой момент времени, т. е. ректить основную мідочу меходини для отого случая.

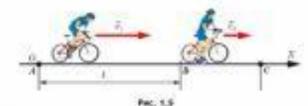
Запасивость между координатой теха и пременен его дижения может быть выражена графически. Уравнение (1.5) изменяюет, что зависимость и от 1 инвейно, Графии этой запасивости изображен на рис. 1.6.

На рак. 1.7 представлены графики нависимости от кронова проенций скорости развиморяють и премоляющиего диавекция точни для двух случаеть $\sigma_b \geq 0$ и $\sigma_b \leq 0$.

Графия (у/I) (рат. 1.8) доовског найти проекции з, перемецения пунки. Понцада фигуры OABC или теми графиями часленно равна произведению г.д., п. в. проекция з, перемецения, повершенного челия:



Филическое ведичены, для поторых эпределяются единалы, будем местичеть размерым сообос.



SAGANA

Но приетов 4 и 8, респлояние конеду испорывал > 00 га; приперавление в приле чатриренням начали дантиться развижають для велоситерить. порядят — со покраситься и, и 4 м/г., второй по покрастью и₂ и 3 м/с. Чарка околько времени и на каком расстояния от плени й первый велиситерит должен второго? Решейи задачу меренляннями и профическа.

Ределили. Сороссим менли пондавает — точку О с почкой А в каприла от ОХ от А и Я (рат. 1.0). Закимом уравности разлимерных принципейных дажноский велисинарастия и общем мере:

$$S_1 + S_{22} + S_{23}$$
,
 $S_2 + S_{22} + S_{23}$.

βησος $x_{\rm in}$ = 0, $x_{\rm in}$ = 1. Εκημετικά προσκαμιά επιφοστεί πετοσπαιαμούσε πε στα ΩΧ τωρεά ακαθυτικέ

$$\psi_{\alpha}=\psi_{\alpha}, \psi_{\alpha}=\psi_{\alpha}$$

Титах уровония даннямия выпосаналегов примут вид-

$$E_1 = F_1E_1, E_2 = T + F_2E_1$$

Первый велосивацият докомия опериго в точко-C, и их координачи откиут развиции: $x_1 = x_2 - x_3$. Спервыя славе,



гдо L. — время десеннях велесизидения до вітричи.
 Околда вилішене.

$$\dot{s}_{p} = \frac{1}{2p - 2p}.$$
(1)

Координата восто встрочи возоснивациона:

$$a_p = \frac{e_p^2}{m - m}$$
. (3)

Поротнена в ураничена (1) и (2) научения водичен на учложне медиск, получана

Графиции записняюти гозраннят к, и к, от проения пилатога превыз I и 2 (ркг. 1.10). Точка С пересечения графиция спотворущую превыза в насту астрочи.

15

STO HITEPECHOL

Арактопиль счетот круговое данамено средие простым. Он тисок: «Оруговое данамене первечами приволичейного, поскольку сво проце и более сатвершение. Явдь бесконегою перемощерьов по примой пенем нельсе:

§ 11. Центростремительное ускорение

Веди митериодъвая точка динавтся развомерно по окружности, то се вситор скорости, оставансь нешьющими по модулю, ное произ мецяет спое направление (см. рас. 1.31). Постану такое динавание произходит с усхорением. Определия модуль ускорение и его попровление.

Пусть оз время ℓ толо (мотервальных точно), двятовох розпомерно по осружности радбусом B_ℓ персыостялось на точки A в точку B (рес. 1.36). Сворость тела в точке A разви C_ℓ , а точке $B = C_\ell$. Так как скорости C_ℓ и C_ℓ развия по ведумо, то ведума скорости обсовачим через C_ℓ . Всихним, что успорежие точки разви отволитии вименения скорости ΔL и промежутку времени L, со который произодали ото изменения:

$$\delta = \frac{40}{4}$$

Но этой формулы следует, что вектор ускорения δ направлен ток вос, как и вектор $\Delta \delta$. Выволям, как направлен вектор $\Delta \delta$. Для этого веревескы вектор δ_0 парадлегамо самому себе так, чтобы начала векторов Ω_i и δ_2 соннали. Вогем гоездания их поизра вектором $\Delta \delta$, направлениями от конца векторо. δ_i и концувекторо δ_i . В соответствии с правилом вычитыми вектором $\Delta \delta$ = δ_i − δ_i .

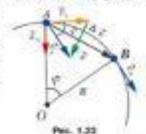
Если угол между радвусами, проведенными в точки A и B, рожен ϕ , то угол между весторовы споростей $\hat{\phi}_1$ и $\hat{\phi}_2$ также рожен ϕ , поскольку или весторы переменнульную развилист об и OB.

Вудим уменьялить промежутим променя I, при этом точно В сталет прабликаться в точно А, и будит уменьялиться уток ф монду родпусови G4 и G5, следовескано, и монду ресторами б; и б;. При этом востор Аў доворочнымого ток, что при бликостоя в радпусу, соединавшему центр паружности с точной А, ч. е. местор Аў панцывается выправленным к достру окружности. Закчит, и осумну ускоре-

мая мепровлем в центру окружности. Поотону остроинциоса в пентру- усворение вызывают пентростроинтельным и обозваниет 4,

Вайдем модуль циптростреметельного устореция. Троугольные AOS и троугольные, образованный весторыме \hat{O}_1 , \hat{O}_2 и $\pm \hat{O}_3$ додобны мах развобедренные с развыми углами при вершиних (см. рас. 1.33). Поэтому, учитамия, что $\phi_1 = \phi_2 = 0$ и модуль в перемециппи ровен дляги перды AB ($\theta = AB$), получим:

$$\frac{\Delta v}{v} = \frac{s}{R}$$



HTTP://go

$$50 + \frac{10}{20}$$

Для молых услов у длява е хорды проблимических ровно дляве дуга Ай.

Давим не дрти AB — это куть, пробленный точной с постоявной по модудю еперостию г. Он разон гг. Сандомстольно.

$$E = 10$$
.

Постому для За получие

$$\Delta t = \frac{U \cdot t d}{M}, \text{ max } \frac{\Delta t}{T} = \frac{e^{A}}{M},$$

где $\frac{3\sigma}{L}$ егть модуль усворения. Танам образом, центростремительное усворение рамо

$$a_a = \frac{a^k}{R}.$$
 (1.21)

Центростромительное услорение разме егиспекию кладрата сворости натермальной точни и радкусу окружности, не которой она движется.

Использув формулы v = cdV и $\omega = 2\pi \kappa = \frac{2\pi}{T}$, для центростренительного устануемия получим:

$$\sigma_{a} = c \hat{\sigma} R = c m = 4 \pi^{2} c^{2} R = \frac{4 \pi^{2}}{\pi^{2}} R,$$
 (1.22)

Проверето сибе

- Межие за рашеворого дашение из-портимета «чатить дашением би услорения".
- 2. Как выправлен вонтер поитростромительного усворения?
- Чему рамен модуль притрострематустьного усходения?

YERAKHIRINE 10.

- С едина цантростраваћельным ускоранеми двежетов по выпратому мосту радвусти: 45 м напомобиль, осли иго окрость, радка 64 км/ч?
- Оправрените центространаетильное успоравает бежим при се дримовки вокруг Сольца. Очетойто орбиту бинали скружностью редачиски 1.5—10° км.
- С каком дантрострометильным ускранения и с какой окоросты: даннятоя испусственный опутым Замли, если высота его прбиты выд поверхностью Земли 1800 км, в перенд обращения 100 кмм? Очетайты, что спутым даннята по круппасай орбить с постоямной окоростые.

ИЗ ИСТОРИИ СОЗДАНИЯ КИНЕМАТИКИ

Нирпр. попорва распиотривати сови из сейг Экантица. в поливое положенами.

A. Avany

Механика — одив из древнойних ноум. Ве возникимовино и розвитие свиника с прастигоскими допробностими чаловеческого общества. Порвые доподшие до нос траститы по механико появились в Древной Греции. Термия «мехамико» ввел в ноуму древногреческий ученый Аристотель (IV в. 20 и. о.). Меконико нак самостоятельная поуко о двишения тел редилось в явоху Возрождения, погда разветие решесть, сорсовии, морежимания и воекного дело потребового уточнения представлений о веровномерных и единосинейных двелениях и востоянно исполь окновы, таравляющие отиме двишениями.

В конце XV в. Леовирая да Внечи, ительяетсяй правовина, спульную, практичестор, учений и инвинир, проводит первые опыты по последованию падния тельства, осл. В своих научаних трудах ок инвет с том, что керка должны строиться на опыте и на настоящительной расчете: «Мие пличисл. осно пустам и полька забарабовкий ите падка, которые не порожбены опытая — опциа везмой бистомуросски и не завершимоться в неглабном опыте. Имежен достиопримоться него в нарад таки, до межен предоставление обмой из являемищических нарак, и в том, что не имеет оказа с являемищенность.

Вольцкое влаяние на развитие месаники опласто учение о голинарограмский системе мира инпластого ученого И. Конеринии (XVI в.) и отпратие вемедния острономом И. Кондером имооров диамента измену (почало XVII в.).

Основотелен не месовина счиноется изользятский учений Голько-Голько-В. Он впервые выс пометия разволерного диаменца, скорости и ускорения при предеставейное диспомия, оформулировал принции отностествляется диаменци.

Галилей устоковил, что спобедное падовле тел миллется равмусторенных дикоеннен. Перед Галилеем концисто проблема: как проверять месоны скобадного падовик тел, егди тео дикоенне превсходит эчень быстро и пет приборов для отстоть налых променутком превений Чтобы уменьшить сворость подения тел, Галилей применил выключерую плосоветь. В докае он срадал желоб,
выстанивый для уменьшения тренци пергоментом (рис. 1.34), и пускых повобу отвелиреннямий пар. Пускых его с положивы, четверти и т. д. дляны неклонной плососты, Галилей устововки, что профление выром по-водлений
плососты путь отвесятся нак квадаюты кренени дикоення.

По предвидю. Галилей наблюдал падемие с насложной Паливской баших различных ока, которые достагали венам почти одновременно (рас. 1.35). Неболькую развиду во пременя падемия тел Галилей объекням надрижен сопретивления подуха. Такое объекнение было погде принципально новым, по-

спольку со премек Аркототеля утвердилось представление, что, двигомев, тело оснавляет за собой пустоту, а «приреда не термит пусточы». Воздух уттревилески и пустоту и толькит тело, т. е. снитываю, что воздух не имедляет, о, наоборот, ускориет тело. Таким образом, Галилей пиериме доказал, что Венля сообщает всем телом вблики своей повершности аркосомое усигреение.

В выучных последованиях Г. Разилей сделал два принциписамо выними шого: обратился в финаческому опыту и соединих финаку с могемитичей.

В XVII—XVIII на для решиния техники выкуфиктуриого производства потребовалось илучение предательного диничина. В 1678 г. Х. Гюйген: создал перизи-



Assessage as Eserce (1852-1550)





Perc. 1.34

Perc. 1, 25

теории движения толки из заружности, виса изактие плитростроцительного. Толорения и вывоз формулу для его раслита.

Пад влините напросов надатией техниц и пеобходиноти итследований изредите данаетия в пессиниция в первой полицие XIX в. пониция потребноть выделять ваинентику в сомосооптельный рацел. Не песесобращеста экого в 1804 г. указал французский физик А. Ампер, ваторый предложал и само потволее «описистим».

В XIX—XX ка. в связи с висчениям дивненняя пос более слождых объектов предпоздаю раздиления коменастики по местольно сомостимпельных чостей. Таким образов, инсмотря по свою дремники историю, импенатиль резимпесси и соморанизациями.

CAMOE BAXHOE B FRABE 1

- Основная зайона экспекска выкождение положения тела в пространстве и дебой может пременя.
- Месаналистве делачные вличиная исполнявая исп в простравитае отвесительно других тех и почиваем проможе.
- Соглама опитата толо отгото и съвмения и ини систума исправния и паса.
- Исроницизат востор, соединиствай винальную и вовечиры почки тропочиния мом.
- Урасимых разноверного приноложейного дискомых: x = x_k + x_kt, тдт x = исординить толь и производымий можемт променя t, x_k = почадыще конрычения, x_k = производ и скорости на оса OX.

- Зания сложения спериследі: δ = 0, + 0, где 0 сперость теха отвосительно анамизациямий системи инфрация, 0, сперость теха отвосительно вод важиной системи покращия.
 0, сперость подавилий системи покращия отвосительно инфрациа.
- Средная унаросии фактическая величаны, развыя отвещинаю веремещения теся по времены, в тичнике которого ово было операнения;

 Месонализ сеорости — сворость теля и довный месонат времная или и доввой телья пристедния.

 Устореног — физический ведичина, ровени опенцинальной опекциналь сторости техня по кремены, за которое это повежение произвиден.

$$\dot{\phi} = \frac{\Delta \hat{\theta}}{2}$$
.

или в проскциях на ось ОХ:

$$\alpha_{i}=\frac{(i_{i}-1)_{i}}{2}$$

Ураничные докажения месял с поставляния усокрением;

$$x=x_0+y_{0}t+\frac{g_0t^2}{T}.$$

где $x_k = 10$ орджите теле у качельный можент промени. $x_k \equiv x_k = 10$ ромеции качельной схорости и успорении на оса OX.

• Пентросеродительное усторовае — усторовая движущейся по окружности точны, выправлению и пентру окружности $\phi_{ij} = \frac{1}{\sqrt{2}}$.

ГЛАВА 2

Динамика

§ 12. Первый закон Ньютона

Заков закраци водатиля порязая бальным ромоня в филом факцическа от действительным началом. А. Макцичей

Раздил мехонини, в котором инучает причина динисина тел, неовиност нименной (от грот, бротий — онаса.

В основе дивомини локат три лоссии И. Настоии, изгорые были оформузированы им и 1697 г. и труду «Матеметические печали истуральной философии».









Pent. 2.2

Первый колон динамизи Имотова (какон вворили) отвечает на вопрос, при каких условиях тело динамися разволярно. Этот закон фактически был отврыт еще Г. Галилеми.

Полее двух такжи лет визыд Адилическа гформулировал заков, голивско контрому тело дишинтом с постонятий опоростом, тольно есля на пето действует другом толь. Это утверждение основаналного на повестими из положиваний житоки фактах, или, попример, необходиность нестрерацию тольноть техновку, потиклуюся по ревней гориментильной дороге, чтобы ее дишение не асмедальнось.

Спроим 19 веков Гальский установахи, что экон вишкодиаготым и в отсутствие подрействии из него других тех. Подряжее диагоские поменен диагоские из насрадам.

Газилей писал: «Пра движения по наизовной плочени вних набладается ускорония, а пра движения вверх — замедятье. Отсыда следует, что движения не горизинтали палается незуменням, адо,, нее начен не ославляется, не замединется и не ускорается...

Keelg mese керминаропся по паразоплатыной изоскести, не еспереная каказале сопротивления, то диа-

жения его равнивиерки и продилжилось бы бессовечно, если бы плоскость простаралась и простролосью без конца». Скомо движения пациин, соответстпутими россуждениям Тилине, примедень по рис. 2.1.

Настоя в своих комоних дироники процеля и рознил явлель Галилев. Перенай замож Имонома формулируется слодующим образов:

Тели создоляет состояние вына или ранковеркого принединейного диснопия до тех пер, пока внецине воздействия не выпедут его но отнее состояния.



House Hunton 19040-1727

Все теля в природе водвертности в той или илой отвени воздействие со сторовы других тел. В воблюдаевых на практите случамх постоя или равжомерного приводнительно диписиил воздействил, осомилисовые нателя, урошесениямост друг друго. Вопример, чойких, столиций на столе, испытывает воздействие (притимеям) со сторовы Венди, а тиске воздействие со сторовы столе, причем обе эти воздействия компенсируют друг друга, в репулкате чего чайких отвосительно Венля новомум (рыс. 2.2).

Воли тело достоготии удалено от втех других отл, то опо не исплетывает впециях воздействей. Телог толо нозывает спобедици. Сила \vec{F}_1 приложена и одному цилиндру, а сила \vec{F}_1 — и другому. Направлены эти силы в противоположные стороны. Поэтому

$$\vec{F}_1 = -\vec{F}_1$$
. (2.6)

Это равенство вырожает трений закон Ньютона:

Силы, с которыми действуют друг на друга тела, ранны по модулю и противоположны по направлению.

Природа сил, с которыми взаимодействуют тела, одинакова. Так, в опыте с цилиндрами (см. рис. 2.10) — это сила упругости.

На третьего закона Ньютова следует, что в природе одивочные силы ве могут существовать, т. е. силы всегда возникают и действуют парами: приложены они к разным телам, и потому складывать их нельзя, т. е. они не имеют равнодействующей.

Проверьте себя

- 1. Сформулируйте третий закон Ньютона.
- 2. Препедите примеры, подтверждающие третий закон Ньютона.
- Могут ли уревновесять друг друга силы, с которыми взаимодействуют два тела, ведь они разны по модулю и противоположно направлены?

§ 16. Закон всемирного тяготения

Причину же свойств силы таготения я до сих пор не жог вывести из явлений, литотез же я не измышляю.

Н. Индотоп

Наблюдения показывают, что на все тела со стороны Земли действует сила притяжения. Под действием этой силы поднятые тела, если их отпустить, падают на поверхность Земли с ускорением. Но тела притягиваются не только и Земле, но и друг к другу. Закон, которому подчинается это притяжение, был устиношлен И. Ньютоном в 1687 г. и называется законом осемирного палошения.

Сила, с которой две материальные точки притягиваются друг к другу, пропоридовальна их массам и обратно пропоридовальна квадрату расстояния между пими.

Мотематически закон записывается так:

$$F = G \frac{m_l m_l}{r^2}, \qquad (2.7)$$

где F — модуль силы, m_1 и m_2 — массы тел, r — расстоявие между ними, G — мооффициент пропорциональности.

из истории создания динамики

Сделал, что мог, пусть другие сделают лучше. И. Ньютон

Научные основы динамики, а с ней и всей механики создавались в XVII в. Основоположник механики Г. Галилей открыл законы инерции и свободного падения тел, обосновал принцип относительности.

«Мы создаем совершенно новую науку, предмет которой является чрезвычайно старым... В природе нет ничего древнее движения, но именно относительно него философами написано весьма мало значительного. Поэтому я многократно изучал на опыте его особенности, вполне этого заслуживающие, но до сего времени либо неизвестные, либо недоказанные». — писал Г. Галилей в своем главном сочинении «Диалог о двух системах мира — Птолемеевой и Коперниковой».

Работам Галилен предшествовали труды польского ученого Н. Коперника (1473—1543), создавшего гелиоцентрическую картину мира. Поэже немецкий ученый И. Кеплер (1571—1630) открыл законы движения планет. Эти законы помогли И. Ньютону установить закон всемирного тяготения, о чем он писал:

«Если я видел дальше, чем другие, то лишь потому, что стоял на плечах гигантов».

И. Ньютов в книге «Математические вачало ватуральной философии», вышедшей в 1687 г. и названной французским ученым Ж. Лагранжем «величайшим из произведений человеческого разума», впервые изложил основы классической механики в единой системе. Он оформулировал три закона дивамики и закон всемирного тиготения, вывел ряд следствий из этих законов.

Начивая с этого времени развитие механики происходило настолько быстро и успецию, что к XIX в. ее стали признавать главной наукой о природе. На основе законов динамики были:

- создавы методы расчета технических конструкций;
- описаны движения звезд;
- объяснены некоторые тепловые ивлении.

Во второй половине XIX в. большинство ученых считали, что все законы природы сводятся к механическим законам и что любое явление природы имеет свои механические «пружины». Цель физики и состоит в отыскании этих «пружин».

Однако в XX в. было выяснено, что законы Ньютона справедливы не всегда, например, они не выполняются при движении электронов внутри атомов, Для описания этого движения была создана так называемая квантовая механика.

В это же время опытимы путем было установлено, что скорость света не зависит от выбора системы отсчета. Поэтому возникла необходимость уточнения динамики Ньютона. Это сделал в 1905 г. А. Эйнштейн, создав специальную теорию относительности (СТО).

С момента выхода в свет «Математических начал...» Ньютова прошло более 300 лет. Благодаря труду многих ученых XIX и XX вв. были открыты новые эаконы природы, созданы новые теории (электродинамина, общая и специальная теория относительности и др.). Картина мира наполнилась более богатым и глубоким содержанием. Тем не менее А. Эйвштейн подчеркивал: «Пусть накто не думает, что великое создание Ньютона может быть наспровергнуто теорией относительности или какой-набудь другой теорией. Ясные и широкие идеи Ньютона навечно сохранят свое значение фундамента, на котором построены наши современные физические представления».

Сом же Ньютов так оценивал свой вклад в развитие вауки: «Не знаю, кем я могу казаться миру, но сам себе я кажусь тольно мальчиком, играющим на морском берегу, развлекающимся тем, что от поры до времени отыскиваю камешек более цветистый, чем обыкновенно, или красивую рановину, в то время как великий олеан истины расстилается передо мной неисследован кым».

Научный вклад Ньютона высоко оценен и современниками, и потомками. Надпись на его могильной плите гласит: «Здесь покошлася сэр Испах Ньютон, дворянин, прилежный, мудрый и верный истолкователь природы, который почти божественным разумом первый доказал с факелом математики движение планет, пути комет и приливов океанов... Пусть смертные радуются, что существовало такое икрашение рода человеческого».

САМОЕ ВАЖНОЕ В ГЛАВЕ 2

- И перциальные системы отсчета (ИСО) системы отсчета, в ноторых тело, свободное от внешних воздействий, поконтся или движется размомерно и прямолниейно.
- Первый закон Ньютома. Тело (материальная точка) сохраняет состояние поков или равномерного примодивейного движения до тех пор, пока внешине воздействия не выведут его из этого состояния.
- Вупорой закон Иззонова. В вперциальной системе оточета ускорение тела пропорадювально разводействующей силе (векторной сумме всех действующих сил) и обратио пропорановально массе тела;

$$\bar{a} - \frac{\bar{F}}{m}$$
.

 Третий занов Ньютова. Силы, с ноторыми два тела действуют друг на друга, развы по модулю и противоположны по направлению:

$$F_1 = -F_2$$
.

- Принция относительности Галилея. Во всех инерциальных системах отсчета мехапические явления протеклют одинаково (при одинаковых изчальных услоямях).
- Заком Гука. Модуль силы упругости пропорционалем удлинению пружины:

$$F_{vor} - kx$$
.

 Закон всемирного тякомения. Сила притижения двух материальных точек проворциональна их массам и обратно проворциональна квадрату расстояния между ними;

$$F = G \frac{m_l m_p}{r^4}$$
.

 Модуль силы трения снольжения пропорционален модулю силы реакции опоры;

$$F_{\infty} = gN$$
.

ОГЛАВЛЕНИЕ

II pe	me.	iosise	3
ЧА	СТІ	 ЭЛЕКТРОДИНАМИКА (продолжение) 	
Гла	ва	1. Магнитное поле	
*8	1.	Постоянные магниты	4
=g	2.	Ваанмодействие токов	7
5		Сила Ампера. Магнитвая индукция	. 9
8	4.	Сила Лоренца	12
8	5.	Магиятные свойства вещества	15
99		Из истории учения о маснитных явлениях	17
		Самое важное в главе 1	18
Гла	ва	2. Электромагинтная пилукция	
5	6.	Опыты Фарадея	19
- 8	7.	Магантный поток	22
ğ	8.	Правило Ленца	23
9	9.	Закон эдектромагнитной индукции	25
- 8	10.	Ивдуцированное электрическое поле	27
6	11.	Самонидукция. Индуктивность	28
9	12.	Энергия магнитного цоля	31
500		Из петории открытия закона электромагнитной индукции	32
		Самое важное в главе 2	33
Гаа	ва	3. Механические и электромагнитные колебании	
- 6	13.	Механические колебания	34
- 8	14.	График колебательного движения. Фаза колебаний	37
9	15.	Пружинный маятин	39
- 6	16.	Математический маятник	42
8	17.	Эвергия гармовических колебаний	44
9	18.	Вынужденные колебания	46
- 5	19.	Свободные электромагиятные колебания	49
		Формула Томсова	
		Вынужденные электромагнитные колебания	
8	22.	Генератор переменного тока	57

§ 23.	Мощность переменного тока	59
§ 24.	Трансформатор	61
§ 25.	Передача электрической эпергии	63
	«Героический период» электротехники	65
	Самое важное в главе 3	66
Гаава	4. Мехапические и электромагнитные полны	
*§ 26.	Механические волны	68
§ 27.	Интерференция и дифракция воли	73
§ 28.	Звук	75
§ 29.	Высота, громкость и тембр звука	78
**§ 30.	Колебания, волны, звук и здоровье человека	82
§ 31.	Электромагнитные волны	83
§ 32.	Экспериментальное исследование электромагнитных воли	87
§ 33.	Понятие о радиосвязи	90
§ 34.	Применение радиоволн	92
**§ 35.	Биологическое действие электромагничных воли	95
	Из истории развития средств связи	96
	Самое важмое в главе 4	99
Глава	5. Orrusa	
§ 36.	Развитие представлений о природе света	100
§ 37.	Скорость свота	101
*§ 38.	Основные законы геометрической оптики	103
*§ 39.	Линия	109
§ 40.	Дисперсия света	114
\$ 41.	Спектральные приборы. Виды спектров	117
§ 42.	Ивтерференция света	119
§ 43.	Дюфракция света	122
§ 44.	Поляризация света	125
§ 45.	Инфракрасное, ультрафиолетовое и реизтеновское излучения	128
§ 46.	Шкада электромагнитных излучений	131
**§ 47.	Электродинамическая картина мира	132
	Самое важное в главе 5	133
ЧАСТЬ	2. ФИЗИКА XX ВЕКА	
Глава	6. Элементы специальной теории относительности	
§ 48.	Постулаты специальной теории относительности	135
§ 49.	Относительность длины и промежутков времени.	
100000	Преобразование скоростей	137

§ 50	. Закон взаимосвязи массы и энергии
§ 51	. Релятивистская и ньютоновская механика
	Из истории создания специальной теории относительности 142
	Самое важное в главе 6
Глава	7. Фотоны
\$ 52	. Фотовлектрический эффект
§ 55	. Теория фотоэффекта
190	. Опыты Вавилова
§ 55	. Фотон и его характеристики. Двойственность свойств света 151
	. Давление света
§ 57	. Понятие о химическом действии света
	Самое важное в главе 7
Глава	8. Atom
§ 58	. Планетариая модель атома
§ 58	. Квантовые поступаты Бора
§ 60	. Понятие о люминесценции
§ 61	. Лазер
##§ 62	. Волновые свойства частиц вещества
##§ 65	. Понятие о квантовой механике
	Из истории создания квантовой механики
	Самое важное в главе 8
	9. Атомиюе ядро и элементарные частицы
§ 64	. Строение атомного ядра
	. Идерные силы. Энергия связи этомных ядер
§ 6€	. Радиоактивность
§ 67	. Ядерные реакции
§ 68	. Эксперименты в ядерной физике
§ 66	. Деление ядер урана
	. Термоядерные реакции
oog 71	. Биологическое действие радиоактивных излучений
§ 72	. Понятие об элементарных частицах
§ 72	. Автичастицы
§ 74	. Фундаментальные взаимодействия
	и истиню элементарные частицы
	Из истории открытия эдементарных частиц
	Самое важное в главе 9

		10. Строение Вседенной	
§	75.	Солнечная система	204
S	76.	Солице	207
S	77.	Звезды	212
S		Внутреннее строение Солнца и звезд	
§	79.	Наша Галактика	222
8	80.	Эволюция звезд: рождение, жизнь и смерть	22
S	81.	Звездные системы (галактики)	229
§	82.	Современные взгляды на строение Вселенной	238
**8	83.	Пространственные масштабы Вселенной	
		и применимость физических законов	239
mmg.	84.	Наблюдение и описание движения небесных тел	242
weg	85.	Компьютерное моделирование движения небесных тел	243
		Самое важное в главе 10	240
Зак	лю	чение	246
ПРИ	лог	ЖЕНИЕ. Оптика и изобразительное искусство	248
Этве	ты	к упражнениям	258

ЭЛЕКТРОДИНАМИКА (продолжение)

ГЛАВА 1

Магнитное поле

*6 1. Постоянные магниты

Martigua Ar ascavet determination max, the re seen. Las. Terror

Первые управления о магнитных яключиях естрочаются в дровоебрих китайских контис и имеют более уми дискуплутического данноть.

В Древоей Греции и Риме о митрича, писали Фалес, Энцидока, Платок, Лукередий Кар. Им было инвостно, что пототорые приорылы, обинружение и райове древного города Матекски, ресположенного в Малей Алии, обладают способвостью притигиваться друг и другу, а также притигивать и удерацияль небальшие кусочес желип (рис. 1.1). Эти намералы стали инплить малинтами.

Исследуем, одинасовы ли магиливие свойства в развых точках поверхности житекта. Подвесия стальной ширих и динамонетру. Прихосиемся парином и загляту, а засем попробуем оториять его от загляти (рак. 1.2). По распилонию пруживы можно оздить с ских прителения магнита. Опыт поманалем, что у середины магатта спла притисичния, доброзующие на плар, наименьская, у концан -- винбольных.

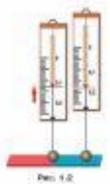
То ясь самое можно обвируваеть с полощью зеклющих опилок. Погрумия являют в эсспекция ответки и пятем водили его, иза увидия, что ответки «приливация» в видо густой «бороды» и возвизм могнита в не пристаки и его середине физ., 1.35. Эти участки, на истории могинтное действие проявляется сильвое всего, канальнот полнесьми. Обытко у магиять два поснов, едик из ноторыду напывание сипоряван в/Vs. и другой -- коняван 4Ss.

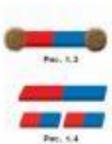
Орыт показывает, что магняты притигнавител разволяемыми излижа-MIN OF STREETS ASSESSED ASSESSED ASSESSED ASSESSED.

Наблюдения магентици явлений приведи и созданию компаса, сыгравииre orpostryte pers, a smary Hermann reorpaduraceure overparrait. Comonsoli useтью этого прибора единатт магнатива отродна. Колод отродил инидаса, умалывиссирії на географический очану, вызывантов овержим (У) полюсом стрелия, в противойникальный — инивым 683.

Веди пилосовой магнот разреветь на две части, то намедел из них сима. споковится матергом, принядами совержалі и мислалі вплюсья (рек. 1.4). При







EXPERIENCE DESCRIPTION NATIONAL ROUNTS NATIONAL REPORTS. ROUNCES NATIONAL ROUNCES будут орвентированы тип ное, как и у первоничального жагипта.

Сипервый и ножимий полносы магниты по ногут существовить отводыю прет-

Kyous, meassa usu chara, macamumica admini marвить, намагничивается, г. е. приобретает опособность. пригиривать и себе яключице предмеры пимагнячанами влижений. Тил, гводы, подреченный и могилу, вопиинчинатов в принцивает выдочнае опалья. После уделиния масчила «берода» у греоди редест, но полностью ви отнадает. Это говорят о ток, что вамитактиванноск-FROMES TREMET ORGANIZACIONES SANTO CROSS MATRIFFICIALS. свойств, но вое же остактся замествичения. Он превраваметов, тиквы ображны, и висусственный милыт, болееедибый, чем тот, с помощью которого производилесь намотприсования гран, 1,54.



Подобно тому как электрическое изаписанйствие писку перядами осущестальется висредством пристигностого пода, награжное наиреалействое между REMATER PROFILED TOTAL REPORTS AND PROFILED TOTAL PROFILED PROFILED TOTAL PROFILE

тири нагистиото поли мескио побласать на опате. Всем насерать полосовой магиит листом бумаги и, васывая на лист поеделине опилки, осторожно его portuguesty, no observe participation again, marryytas musik, san toposanio Est \$100. L.S., 41.

Виного издани жовию пиродъзовоть житигина стредии грис. 1.4; бъ.

Липии, образующие желесивами опильний или магнитивами стрелками. IS NATIONAL BOOK, KANAGEMONT INSIGNED SAFESTINGS STORE.

Лабораторные работы 11 класс

- 1. Изучение явления электромагнитной индукции
- 2. Измерение ускорения свободного падения с помощью нитяного маятника
- 3. Определение показателя преломления стекла
- 4. Наблюдение сплошного и линейчатого спектров
- 5. Наблюдение интерференции и дифракции света
- 6. Определение длины световой волны
- 7. Изучение треков заряженных частиц

1. Изучение явления электромагнитной индукции

Наблюдать, изучать, работать. М. Фарадей

Цель работы: убедиться в выполнении закона электромагнитной индукции, установить, от наких факторов зависит сила тока в катушке.

Оборудование: миллиамперметр, дугообразный и полосовой магниты, катушка-моток, соединительные провода.

Порядок выполнения работы

- Соберите электрическую цепь, соединив клеммы миллиамперметра и катушки-мотка (рис. 1).
- Введите магнит в катушку северным полюсом, наблюдая одновременно за стрелкой миллиамперметра. Изменяйте скорость движения магнита. Зарисуйте схему этого опыта, указав направление тока в цепи. Выясните по прави-

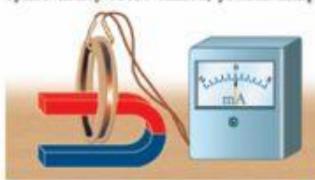


Рис. 1

- лу буравчика, как направлен вектор магнитной индукции поля, создаваемого током в катушке.
- Повторите опыт, выдвигая магнит из катушки. При проведении этого и последующих опытов (опыты 2— 8) продолжите зарисовывать схемы опытов и определять направление тока в цепи и вектора магнитной индукции поля катушки с током.
 - 4. Проведите аналогичные опыты

в следующих случаях: а) повернув магнит другим полюсом к катушке (опыты 3 и 4); б) двигая катушку относительно магнита (опыты 5 и 6); в) перемещая два магнита одноименными полюсами относительно катушки (опыты 7 и 8).

5. Сделайте выводы.

3. Определение показателя преломления стекла

Один опыт я ставлю выше, чем тысячу мнений. рожденных только воображением.

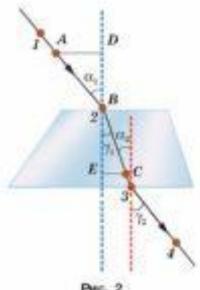
М. Ломопосов

Цель работы: вычислить показатель преломления стекла.

Оборудование: стеклянная пластинка, имеющая форму трапеции, 4 булавки, лист бумаги (в клетку), лист картона, ливейка, карандаш.

Порядок выполнения работы

- Положите на лист бумаги с подложенным под него картоном стеклянную пластинку и обведите ее контуры.
- 2. Наколите с одной стороны стекла две булавки так, чтобы прямая, проходящая через них, не была перпендикулярна грани пластинки.
- 3. Наколите с другой сторовы пластивки еще две булавки так, чтобы, глядя вдоль них сквозь стекло, видеть все булавки расположенными на одной прямой.



- Снимите будавки, обведите пластину карандациом, отметьте места, наколов. точками I, 2, 3, 4, и проведите через них линии до пересечения с границами стекла (рис. 2). Соединив точки 2 и 3, получим направление луча света. Проведите через точки 2 и 3 перпендикуляры к преломлиющим поверхностям.
- Отложите из точки В (см. рис. 2) отрешки AB = ВС и постройте прямоугольные треугольники ADB и BEC. Так как $\sin \alpha_1 = \frac{AD}{AB}$, $\sin \gamma_1 = \frac{CE}{CB}$ и AB = CB, то показатель преломления можно найти по формуле

$$n = \frac{\sin \alpha_1}{\sin \gamma_1} = \frac{AD}{CE}$$

Измерьте AD и CE и запишите их значения в таблицу.

No omara	AD	CE	И
The same of the sa		The second secon	

7. Вычислите значение и сделайте вывод.

Механические и электромагнитные волны

*§ 26. Механические волны

И в серых лужах расходились Под каплями дождя круги.

А. А. Блок

Мы ознакомились в главе 3 с колебаниями отдельных тел (точек). Теперь выясним, как влияет колеблющееся тело на среду, в которой оно находится. Проделаем опыт. Будем периодически погружать в сосуд с водой конец стержня и вынимать его из воды. При этом от конца стержня по поверхности воды разбегаются круги — возникают волны.

Колебания, распространяющиеся и пространстве с течением времени, называют полной.

Тела, которые, воздействуя на среду, вызывают в ней волны, называют источниками волн.

Волновое движение часто встречается в природе, например: 80.7ны на поверхности воды, распространяющиеся от падающих в нее предметов, капель дождя, морские волны (см. репродукцию картины И. К. Айвазовского



PMG. 4.1

«Девятый вал», рвс. 4.1); сейсмические волны, которые образуются в эемвой коре в результате землетрисения, звуковые волны, электромагнитные волны. И хотя природа их различва, все волны подчинаются одним и тем же закономерностям.

Мы будем изучеть упругие волны, т. е. волны, возникающие в упругой среде.



PHO. 4.2

Если тело начнет совершать колебания в упругой среде, то вблизи этого тела среда деформируется, и в ней возвикают силы упругости, препятствующие деформации. Эти силы вызовут вынужденные колебания прилегающих к телу частиц, те, в свою очередь, будут возбуждать колебания следующих за вими частиц. Постепенно все более отдаленные от тела частицы станут вовленаться в колебательное движение.

Познакомимся со свойствами упругих воли на опытах. Привижем длинный резиновый шиур одним ковщом к крюку в стене. Держа шиур за свободный конец, натянем шиур и ударим по нему рукой. Увидим, что образовавшийся изгиб (рис. 4.2) перемещается по швуру. Чем дальше участки шиура расположены от источника колебаний, тем позднее они приходят в колебательное движение.

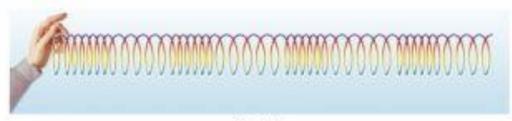
Повесим на шнур ленточку и будем наблюдать за вей. Ударим по шнуру несколько раз. При этом по нему побегут волим. Ленточка будет совершать колебания в направлении вверх-вниз. Таким образом, при распростремении воли элементы шнура не перемещаются вместе с ними, т. е. вещество, на которого сделан шнур, не переносится. «Подобным же образом ведут себя волны, создаваемые ветром на некошеном поле: волны бегут по полю, а стебли элака остаются на месте». — писал Леонардо да Винчи.

В колеботельное движение приходят различные участки среды, и для возбуждения их колебаний необходима энергия, следовательно, волна переносит энергию. К примеру, сейсмические волны, обладающие большой энергией, разрушают дома и строительные конструкции на больших расстояниях от эпицентра землетрясения. Итак, основное свойство упругих воли состоит в том, что волна переносит энергию и не переносит вещество.

В зависимости от того, как ориентированы колебания частиц среды относительно направления распространения волны, различают два вида воли: поперечные и пробольные.

Волна называется воперечной, если частицы среды колеблются в направлениях, перпендикулярных направлению распространения волны.

Например, вдоль вагинутого шнура, один конец которого закреплен, а другой приведен в колебательное движение (см. рис. 4.2), распространиется поперечная волна. При этом кождый участок шнура колеблется относительно своего положения развовесия в направлении, перпендикулирном направлению распространения волны.



Pwc. 4.3

Волна называется продольной, если колебания частиц среды происходят вдоль направления распространения волны.

Например, продольная волна (волна «сжатия») возникает в длинной спиральной пруживе, если ее один конец подвергается периодическому внешиему воздействию (рис. 4.3). Продольная волна представляет собой распространяющиеся вдоль пружины последовательные сжатия и растяжения ее витков, периодически сменяющие друг друга.

Продольные волны могут возникать в твердых, жидких и гозообразных средах, поскольку эти среды сопротивляются изменению их объема, т. е. в них при сжатии-растижении возникают силы упругости, действие которых приводит к распространению воли.

Поперечные волны могут распространяться только в твердых средах, поскольку именно они сопротивляются изменению не только объема, но и главным образом своей формы. В жидкостях и гозах, не обладающих определенной формой, возникающей поперечных воли невозможно.

Механизм образования в среде поперечных воли рассмотрим на модели, у которой частицы вещества представлены шариками, осединенными пружинами (рис. 4.4).

- В начальный момент времени (t = 0) частица I приобретает скорость и начивает двигаться вверх (рис. 4.4, a). Через некоторое время в движение вовлекается частица 2.
- Спусти четверть периода $(t = \frac{T}{4})$ частица I остававливается, частица 2 продолжает движевие вверх (рис. 4.4, δ). Начинает движевие частица 3.
- Спусти еще четверть первода (t = T/2) частица I будет проходить положение равновесии (рис. 4.4, 6), двигаясь вино, частица 3 займет самое верхнее положение, частица 4 продолжит движение вверх, придет в движение частица 5.
- К моменту времени $t = \frac{3}{4}T$ частица I займет самое явжиее положение, следующие за ней частицы расположется так, как показано на рис. 4.4, t. В колебание повлекается частица T.

- К ковну периода (t = T) частица 1 закончит полный цикл колебапий и будет находиться в таком же положении, как в вачальный момент (рис. 4.4, Ø). Начивает движение частица 9.
 - К моменту времени

$$t = \frac{5}{4}T$$

в колебание вовлекается частица 11 (рис. 4.4, c) и т. д.

Из рис. 4.4, ϵ видно, что в одинаковой фазе колеблются частицы I и 9, 2 и 10, 3 и 11.

Расстояние между днуми бликайшими точками среды, колеблющимися в одинановой фале, налывают длиной возны.

Длину волны обозначают греческой бунвой \(\lambda\) (лямбда) (рис. 4.5).

Иа рис. 4.4, θ , с видно, что длина волны равна расстоянию, на которое волна распространяется за время, равное периоду колебаний:

$$\lambda = vT$$
.

Используя понятие длины волны, выразим скорость распространения волны:

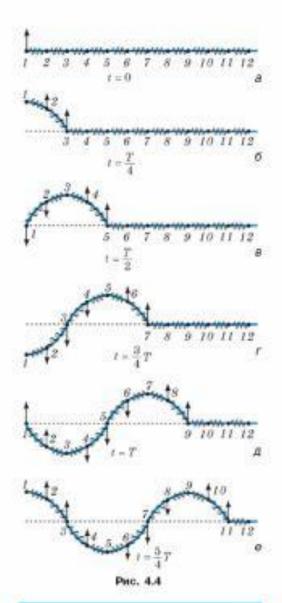
$$v = \frac{\lambda}{T}$$
, (4.1)

Найдем связь между скоростью волим и частотой колебаний частиц среды. Поскольку $T = \frac{1}{\nu}$, то

$$v = \lambda v$$
. (4.2)

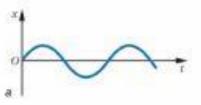
Скорость волны равна произведению частоты колебаний на длину волны,

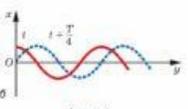
Скорость волны зависит от свойств среды, в которой распространлется





PHO. 4.5





PMC. 4.6

волна. Это можно показать на таком опыте. Если увеличить натяжение реаннового шиура и снова возбудить отдельные волны, то они побегут вдоль шнура быстрее, т. е. скорость распространения волны тем больше, чем сильвее натинут шнур.

При возникновении воли частота колебаний частиц среды равна частоте колебавий источника воли, а скорость зависит от свойств среды, в которой они распространяются. Поэтому волны, колебания частиц которых происходят с одной и той же частотой, ижеют различную длину волны в разных средах.

В твердых телах скорость продольных воля больше скорости поперечных воля. Это

свойство используется, например, для определения местоположения очага землетрясения. Первыми сейсмической станции достигают продольные волны, а затем поперечные. Звая скорости продольных и поперечных волн в земной коре и определив время запаздывания поперечной волны, можно найти расстояние до очага землетрясения.

Для волнового движения характерны периодичность во времени и периодичность в пространстве. Действительно, каждая частица совершает периодические колебания во времени (рис. 4.6, 4), а в пространстве колебания разных частиц тоже периодичны и отличаются только фазами. Так что все частицы располагаются по линии, форма которой периодически повторяется в пространстве. Для вполне определенного момента времени она имеет вид, изображенный на рис. 4.6, б, на котором х — смещение частицы от положения равновесия, у — направление распространения волны (это «моментальный снимок» волны). Спустя четверть периода волна будет иметь вид, изображенный на этом же графике пушстирной линией.

Проверьте себя

- 1. Что такое волна? Приведите примеры воли:
- 2. В чем состоит основное свойство упругих воля?
- 3. Какие волны называют поперечными? продольными?
- 4. В каких средах могут вознакать поперечные волны? продользые?
- 5. Какую величныу называют дликой волям?
- Как связаны между собой длика волны, скорость ее распространения и период колебаний частиц в волне?
- Как связаны между собой длина волиы, скорость ее распространения и частота колебаний частиц в волие?
- 8. Какие периодичности характерны для волны?

- Вдоль натенутого ценура распространевтся поперечная волна. Найдите скорость вольы, если частота колебаний частиц в волью 2 Гц. а длина волны 1,5 м.
- Волна распространяется в упругой среде со скоростью 1200 м/с. Определите частоту колебаний точек среды, если минимальное расстояние между точками, колеблющимися в противофазе, разно 3 м.

§ 27. Интерференция и дифракция волн

Любому волновому движению присуци два явления — интерференция¹ и двфрокция². Озвакомимся с этими явлениями, паблюдая волны, возникающие на поверхности воды в волновой вание.

Если мы бросим в воду два маленьких шарика, то от каждого из них по воде побегут волны, которые встречаются и распространяются дальше, не меняя своей формы, везевисимо друг от друга.

Будем возбуждать волны одновременно с помощью двух шариков, укрепленных на стеркие, который совершает гармовические колебания (рис. 4.7). Такие источники воли являются согласованными, или когерентными (у них одинаковая частота и постоянная во времени разность фаз). На поверхности воды виден ряд круговых воли, которые накладываются друг на друга, образуя устойчивую картину воли. На водной поверхности выделяются полосы, вдоль которых поверхность воды правтически не воамущается (рис. 4.8).

Наложение воли, при котором амилитуда колебаний одних точек среды увеличивается, а других точек уменьшается, называется интерференцией.

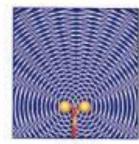
Какова причина наблюдаемого явления? Любая из точен на поверхности воды одновременно участвует в двух колебаниях, вызванных каждой волной. Выясним, от чего зависит амплитуда результирующего колебания.

На рис. 4.9 показаны две волны с равными амплитудами, распространяющиеся от когерентных источников S_1 и S_2 , находящихся от некоторой точки M на расстояниях l_1 и l_2 соответственно. Амплитуда результирующего колебания в точке M зависит от разности расстояний $l_2 - l_1 = \Delta l$, которую называют разностью хода.

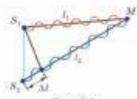
Если в точку M гребень одной волны приходит в то же время, что и впадина другой волны (т. е. фазы



Pec. 4.7



PHC. 4.



PHO. 4.9

¹ От лат. inter — между, ferens — весущий, перевосищий.

² От лат. dif/ractus — разломанный.

 ⁹ От лат. собаетеля — находящийся в связи.

воли противоположим), то колебания взаимно ослабляются, частицы воды не будут колебаться и поверхность воды останется спокойной. Эта ситуация называется интерференционным минимумом, и ее можно представать в виде схемы:



На поверхности воды вдоль неподвижных дорожек колебания частиц воды отсутствуют. При интерференционном минимуме на отрезке, длина которого равна развости хода, должно укладываться нечетное число полуволи:

$$\Delta l = (2k + 1)\frac{\lambda}{2},$$
 (4.3)

rae k = 0, 1, 2, ...

В тех точках, в которых в один и тот же момент времени сходятся два гребня (или две впадивы), амплитуда колебаний частиц воды удванвается. Этот случай соответствует интерференционному максимуму, схема при этом имеет такой вид:

В случае интерференционного максимума на отреже, длина которого равна разности хода, укладывается целое число волн или четное число полуволи:

$$\Delta l = 2k\frac{\lambda}{2}$$
, (4.4)

rae h = 0, 1, 2, ...

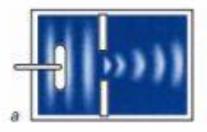
Амплитуда результирующего колебания различных точек на поверхности воды имеет значения от нуля до удвоенной амплитуды и с течением времени в данной точке не меняется. Расположение максимумов и минимумов интерференции на поверхности воды также не изменяется, т. е. интерференционная картина устойчива.

Теперь рассмотрим, что представляет собой явление дифракции.

Дифракцией называется явление огибания волнами препятствий.

Вудем наблюдать за волнами, которые возбуждает колеблющаяся длинкая пластинка, помещения в волновую ванну (рис. 4.10, д). Мы увидим чередующиеся гребии и впадивы воли, которые распространяются параллельно колеблющейся пластинке. Расстояние между сосединым гребиями (или впадинами) равво длине волны λ.

Поместим на пути воля две плоские пластивки ток, чтобы между их концами образовалась щель (см. рис. 4.10, с). Мы увидим, что волны проходят сквозь щель почти без изменений, лишь за краями щели они вемного искривляются.





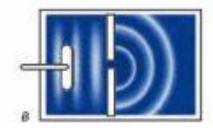


Рис. 4.10

Уменьшив ширину щели, мы увидим, что волны формируют широкий центральный максимум, по бокам которого также находятся слабые максимумы, а между ними расположены полосы невозмущенной поверхности воды — минимумы (рис. 4.10, б).

Если еще уменьшить ширину щели, то в пространстве за щелью образуются круговые волны (рис. 4.10, в). В этом случае щель по существу играет рольточечного источника волн.

В случае, представленном на рис. 4.10, б и в, волны проникали за щель, т. е. в место, где их не должно быть. Если мы сравним ширину щели с длиной волны, то увидим, что в этих случаих длина волны приблизительно равна ширине щели ($\lambda = d$).

Таким образом, результат прохождения воли сквозь щель зависит от ширины щели. Дифракция проявляется наиболее заметно, когда размеры щели сравнимы с длиной волны.

Проверьте себя

- 1. Что называют интерференцией?
- При каком условии возникает интерференционный максимум? интерференционный минимум?
- 3. Что называется дифракцией?
- 4. При каких условиях дифракция проявляется наиболее отчетливо?

*§ 38. Основные законы геометрической оптики

Молюсь оконному лучу: Он бледен, тонок, прям.

A. A. AXMATORA

С давних времен известны основные законы геометрической оптики⁴.

- Заков прямолинейного распространения света.
- Закон отражения света.
- Закон преломления света.

Распространение света в прозрачных средах рассматривается на основе представлений о свете как о совокупности световых лучей.

Световой луч — это линия, указывающая направление, вдоль которого распространяется световая эвергия.

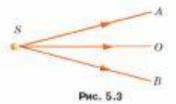
Для определения направления световых лучей удобно использовать экран с маленькими отверстиями. Если задымить воодух, окружающий экран, то мы увидим тонкие световые пучки. Оси этих световых пучков можно считать световыми лучеми: на рис. 5.3 S — источник света, ASB — световой нучок, SO — луч (ось пучка).

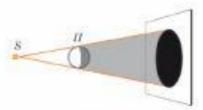
Луч — это геометрическое повитие. В действительности в природе существуют световые пучки.

Закон прямолинейного распространения света.

В однородной прозрачной среде свет распространяется прямолинейно.

Об этом свидетельствуют такие опыты. Если непрозрачный предмет Π осветить источником света S малого размера, то на экроне \mathcal{F} появится тень с четкими границами (рис. 5.4). Если бы свет распространялся не прямоливейно, то он мог бы обогнуть препятствие и тень не появилась бы. Теперь осветим предмет Π источником света больших размеров. При этом на экране \mathcal{F} мы увидим тень, окруженную полутенью. Дело в том, что от каждой точки источника позади предмета образуется конус тени. На рис. 5.5





PHO. 5.4

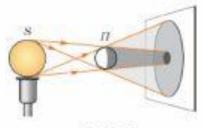
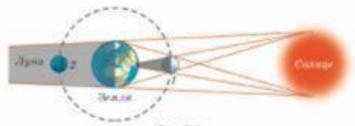


Рис. 5.5

¹ Раздел оптики, в котором взучаются законы распростравения света на основе представлений о световых лучах.



Pwo. 5.6

показано сечение конусов тени, образованных за предметом Π светом, распространяющимся из двух точек источника света S. В результите вызожения этих конусов на экране образуется тень и полутень.

Затмения Солица и Луны также подтверждают закон прямолинейного распространения света. Солиечное затмение происходит тогда, когда Луна находится между Землей и Солицем (рис. 5.6, положение 1). Лунное затмение наступает, когда Луна порадоет в тень Земли (рис. 5.6, положение 2).

Затмение Сохида — природное явление, по преданиям, предвещавшее горести, болезни и всические весчастьи, — изображено на картине Н. К. Рериха «Поход Игоря» (рис. 5.7).

Закон отражения света. Свет, подающий на границу раздела двух сред, отражается от нее. На рис. 5.8 изображен прибор, поаволяющий продеменст рировать законы отражения света. В центре экрана, разделенного на градусы, установлено плоское зеркало. Мы видим, что падающий и отраженный пучки света лежат в плоскости экрана. Луч света, падающий на зеркало, и перпендикуляр, восставленный к плоскости зеркала в точке падения луча, образуют угол, называемый углом надения (обозначается и). Угол между отраженным лучом и тем же перпендикуляром называют углом отражения (обозначается В).

Перемещая осветитель, будем менять угол, под которым пучок света падает на зеркало. При этом изменится и угол отражения, по в кождом случое угол отражения β будет равен углу падения и, и оба дуча остаются в плосности



Perc. 5.7

экрана. Таким образом, можно сделать вывод, что отражение света происходит по следующему закону.

Отраженный луч лежит в одной плоскости с падающим лучом и перпендикуляром к отражающей поверхности, воеставленным в точке падения луча.

Угол отражения равен углу падения.

Закон отражения справедлив и при обратном направлении хода луча. Луч, распространиющийся по пути отраженного, отражается по пути падающего.

Используя ваконы прямолинейного распространения света и отражения, построим изображение светящейся точки S, находящейся перед зеркалом (рис. 5.9). Для этого выберем два луча SA и SB, падающих на зеркало, и проведем отраженные лучи AC и BD. Глаз воспринимает отраженные от зеркала лучи так, как будто они исходят из точки S₁, находящейся за зеркалом.

Эта точка S₁ воспринимается глазом как мнимое изображение точки S, возникающее при пересечении продолжений расходящихся лучей.

Из точки S проведем луч, перпендикулярный илоскости зеркала, он отразится в противоположную сторону, его продолжение также попадет в точку S_1 . Из равенства треутольников SOA и S_1OA следует, что $SO = S_1O$, т. е. изображение точки S находится на током же расстоинии за зеркалом, на наком точка S расположена перед зеркалом.

Закон преломления света. При прохождении пучка света через границу двух проэрачных сред он разделяется на два: отраженный и преломленный.

Пучок свето, подоющий на поверхность прозрачной среды, образует с перпендикуляром, посставленным к поверкности в точке подения, угол подения α, угол отражения β и угол предомления γ (рис. 5.10).

Для наблюдения преломления света воспользуемся тем же прибором, что и при наблюдении отражения света. В центре экрана установим стеклянный полущилиндр (рис. 5.11). Мы заметим, что луч падающий, луч преломленный и перпендикуляр, проведенный к поверхности



Perc. 5.8

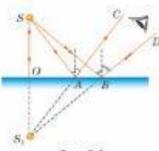
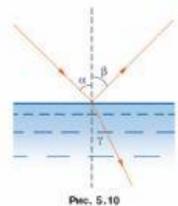


Рис. 5.5



105

раздела двух сред в точке падения луча, лежат в плоскости экрана. Изменяя угол падения луча света, заметим, что при увеличении угла падения увеличивается и угол преломления, во угол преломления остается меньше угла падения.

Закон преломления свето, установленный экспериментально в XVII в., формулируется следующим образом.

Предомленный луч лежит в одной плоскости с падающим лучом и перпендикуляром к поверхности раздела двух сред, восставленным в точке падения луча.

Отношение синуса угла падения к синусу угла преломления есть величина постоянная для данных двух сред.

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \gamma} = n_{2,1}, \quad (5.1)$$

Величина $n_{2,1}$ называется относительным показателем предомления второй среды по отношению к первой. (Первой считается среда, из которой свет падает.)

Показатель преломления среды относительно вакуума называется абсолютным показателем преломления или просто показателем преломления. (Практически он определяется относительно воздуха, а не вакуума.)



PMG. 5.11



Pwc. 5.12

Понятие показателя преломления имеет глубокий физический смысл. Абсолютный показатель преломлении й равен отношению скорости света с в вакууме к скорости света с в данной среде, т. е.

$$n = \frac{c}{p}$$
, (5.2)

Среда с большим показателем преломления называется оптически более плотной, и наоборот: среда с меньшим показателем преломления называется оптически менее плотной.

Относительный показатель преломления двух сред равен отношению их абсолютных показателей преломления:

$$n_{2,1} = \frac{n_2}{n_*}$$
 (5.3)

Используя это соотношение, закон предомления света можно записать в следующем виде:

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \gamma} = \frac{n_2}{n_1}.$$
 (5.4)

Падающий и преломленный лучи изаимообратимы: если падающий луч будет пущев по напровлению преломленного луча, то луч преломленный пойдет по направлению падающего.

Рассмотрим ход лучей в треугольной стеклянной призме (рис. 5.12). Луч преломляется

ЗАПАЧА

Предмет высотой 4 см поставлен перпендикулярно оптической оси двояковытуктой личкы и удален от нее на расстояние 15 см. Определите положение изображения, личейное увеличение, которое двет личка, и высоту полученного изображения, если фокусное расстояние личкы 0,1 м.

Решение. Построим взображение предмета (см. рис. 5.23). Используя формулу лином (5.7), выразим /:

$$f = \frac{Fd}{d-f}$$

Увеличение Г линны найдем из формулы (5.10):

$$\Gamma = \frac{f}{d} = \frac{F}{d-f}; \quad \Gamma = 2.$$

Высота изображения

$$H = Th = \frac{Fh}{d-f}$$
; $H = 0.08$ M.

Проверьте себя

- 1. Какой прибор называют линзой?
- 2. Что такое фокус ливны?
- 3. Какая линна является собирающей? рассенвающей?
- Какие три луча используют для построения изображений предметов в линких?
- Какие величины свизывает между собой формула тонкой линмы?
- 6. Каково «правило знаков» в формуле линаы?
- 7. Чему равно увеличение ликзы?
- В каких оптических приборах используют линаы? Чему равны увеличения лина в этих приборах?
- 9. Как корректируют близорукость и дальнозорность?

УПРАЖНЕНИЕ 16

- Имеются личаы, оптические силы которых ровны соответственно 2, –10 и 5 длтр. Определите фохусные расстояния этих лича в воздухе.
- Фокусное расстояние собирающей ликвы 4 см. Предмет находится на расстоянии 12 см от ликвы. Оре и какое получится изображение?
- Фокусное расстояние дрежовогнутой линам 6 см. На каком расстоянии от линам находится предмет, если его изображение удалено от нее на 8 см?
- Определите оптическую силу объектива проекционного аппарата, если он двет 24-кратное увеличение, когда диапозития помещен на расстоянии 20 см от объектива.
- 5. Фокусное расстояние объектива фотоаппарата 50 мм. При фотографировании здания с расстояния 60 м его высота на пленке получилась 12 мм. Какова истинкая высота адамия?

ОПТИКА И ИЗОБРАЗИТЕЛЬНОЕ ИСКУССТВО

Искусство смертных следует природе. Данте

> Любите живопись, поэты! Бишь ей единственной дано Души изменчивой примети Переносить на полотно.

> > Н. А. Забелоцинії

Изобразительное искусство и оптика с давних времен связаны друг с другом. Еще в III в. до в. э. Евклид в своей книге «Оптика» изложил античное учение о перспективе как о методе изображения пространственных объектов по плоскости. Разработкой теории перспективы занимались выдающиеся художинки впохи Возрождения. При этом они широко использовали представление о световых лучах и теорию эрения. В изображительном искусстве широко используют повитие светотени и особенности эрительного восприятия цвето.

Для обсуждения на конференции предлагаются следующие вопросы:

- Понятие о перспективе.
- Понятие о светотени. Силуэтная живопись.
- Оптические иллюзии и оп-арт.
- Цвет в природе и живописи.

Для подготовки сообщений можно воспользоваться приведенными текстами. Подберите иллюстративный материал самостоятельно.

Понятие о перспективе

Как изобразить пространственные объекты на плоскости так, чтобы они казались неискаженными? Видные художники эпохи Возрождения Пьеро делла Франческа, Паоло Уччелло, Леон Баттиста Альберти, Леонардо да Винчи, Альбрехт Дюрер и многие другие пытались решить эту проблему, занимаясь разработкой теории перспективы¹.

Перспектива — это способ изображения пространственных предметов на плоскости в соответствии с кажущимися изменениями их размеров, формы и четкости, вызванными расположением этих предметов в пространстве и удаленностью от наблюдателя (в соответствии со арительным восприятием человека).

На рис. 1 дано перспективное изображение здания и дороги, уходящей от эрителя к горизонту. Параллельные линии, перпендикулирные основанию рисунка, изображаются сходящимися в одной точке F, которая называется центральной точкой схода. Горизонтальные линии предметов, параллельные

¹ От лат. perspiceve — смотреть сквозь, пропикать взором, ясно видеть.





Pvc. 1

Puc. 2

плоскости рисунка, в перспективе поображаются без искажений. Чем дальше от эрителя находится предметы, тек меньплики они консутся.

Звоменитый немецкий художник А. Дюрер экспериментально последовал эксоны перспективного поображения предметов с помощью механических приспособлений. На гравире «Перспективный вид лютии» поображен художник, пользующийся этими приспособлениями (рис. 2). На степе эксреплен шпур, имитирующий эрительный луч и протипутый к изображаемой точке предмета (лютии). Рисовальщик сидит перед рамой, которая закрывается дверцей с патанутой на ней бумагой. К раме присоединены две подвижные интя — вертинальная и гориментальная. Точка, в поторой эрительный луч пересекает раму при открытой дверце, отмечена пересечением этих интей. Зотем шнур убирается, дверца закрывается, и на лист бумаги измосится точка пересечения подвижных интей. На листе бумаги мы видим много точек поображаемой лютии, полученных этим методом.



PMc. 3

А. Дюрер также сконструпровал машину для рисования, изобраменную на рис. 3. Рисовальщик пристально смотрит одним глазом скложмаленьное отверстие (трубку), которое обеспечивает непаменную точку наблюдения, и нопирует деталь за деталью вид объектя в той форме, в которой он проещируется на стевле.

На практике художивки не воспользовались услугами машины для рисования. Однамо спуста более чем триста лет такия машина послужила прототивом фотоаппарата.

Наглядное представление о перспективе доет фреска Рафазля Санти (1483—1520) «Афинская школа» (рис. 4). На ней мы видим торжественную архитектуру. В просторном, залитом солищем храме беседуют знаменитые греческие философы и их ученики. Каждая фигура отличается величественностью позы и достоинством жестов. В центре картины изображены два великих мыслителя Древней Греции — Платов и его ученик-опповент Аристотель. Над учеными возвышаются две стотуи: Аполлона — бога искусства и Афины — богини мудрости.

Центральная точка схода картины ваходится между Платовом и Аристотелем. К вей сходятся линии, перпендикулярные основанию картины, проведенные, например, по белым линиям мозанки пола. Линия горизонта проходит через центральную точку по вижним краям барельефов, находящихся под статуями Аполлона и Афины.

Прооволизируйте, как используется перспектива на картинах других художников, вапример «Святой Иероним» А. Дюрера, «Тайная вечеря» Леонардо да Винчи.

Понятие о светотени. Силуэтная живопись

Шар с бессмысленно, не на месте наложенными тенями... будет казаться запачканным кругом.

П. П. Чистяков

Человек воспринимает реальную форму предмета благодаря отраженным световым лучам. В распределении света по поверхности предмета существуют определенные закономерности, благодаря чему предмет воспринимается объемно.

Совокунность оттенков света на предметах (от самого светлого до самого темного) называется светотенью.

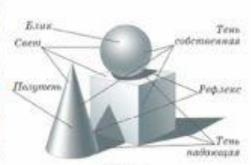
Распределение светотени на предметах показано на рис. 5.

Наиболее освещенные части, т. е. поверхности, обращенные в источнику света, привято называть светом.

Освещенность поверхности предмето убывает по мере уменьшения угла между лучами и поверхностью. Косые (скользящие) лучи света образуют ва поверхности полутень.



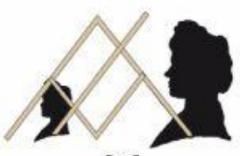
Рис. 4



Pvic. 5



Perc. 6



PMG. 7

Тенью на предмете называется та часть поверхности предмета, на которую лучи от источника света не попадают, причем такую тень принято называть собственной тенью.

Существует и так вазываемая надающая тень, образующаяся на поверхностях от освещенных предметов, преграждающих путь световым лучам.

Предметы освещаются не только лучами от источников свето, но и отраженными лучами света от соседних предметов, поотому собственнал тень в отдельных местах высветляется. Это явление инзывают светоным рефлексом.

Самый светлый участок освещенной поверхности предмета, отражающий наибольшее количество лучей света, навывают бликом. Особенности распределения светотени учитываются при рисовании.

Тени в живописи используются не только для того, чтобы передать объем предмета с помощью средств двумерного изображения. Теневое изображение предмета имеет большое сходство с самим предметом, что вамечено с давних времен. В XVIII в. были широко распространены силуоты — теневые изображения человеческой фигуры.

Старинный способ получении силуэтного портрета изображен на рис. 6. Позирующий располагал голову так, чтобы тень давола хорактерный профиль на полупрозрачном экране, а рисующий обводил карандащом ее очертании. Зотем поверхность внутри контура заливали тушью, вырезали и вакленвали на белую бумагу — получался силуэтный портрет. Его можно было уменьшить с помощью особого прибора — пантографа (рис. 7).

На рис. 8 изображены силуэты Ф. Шиллера, А. А. Блока, М. И. Цветвевой. Удачные силуэты отличаются поразительным сходством с оригивалом, передают характервые черты человека. Не случайно М. Ю. Лермонтов писал:

> Есть у меня твой силуэт, Мне мил его печальный цвет; Висит он на груди моей, И мречен он, как сердце в ней.



В глазах нет жизни и огни, Зато он вечно близ меня; Он тень твоя, но и люблю, Как тень блаженства, тень твою.

Рисование силуэтов послужило основой для создания школы художников, а непоторые по них стали рисовать в теневых изображениях целые сцены, ландшафты. Искусство силуэта было известно с древних времен в Китае, Японии и других странах Азии.

На рис. 9 представлена сцева из спектакли теотра теневых фигур.

Оптические иллюзии и оп-арт

Извествы многочисленные случан несоответствии эрительного восприятии наблюдаемого объекта его реальным свойством. Это явление называется онтической иллюшей¹.

Оптические излюзии учитывали строители Древней Греции при возведении аданий (об этом писал Лукреций).

Иллюани свойственны эрительному аппарату человека и не устраниются при многократных наблюдениях.

Из-за несовершенства глаза как оптического прибора возникают такие арительные иллюзии, как кажущанся лучистая структура ярких источников малого размера, например звезд; как радужные кромки предметов.

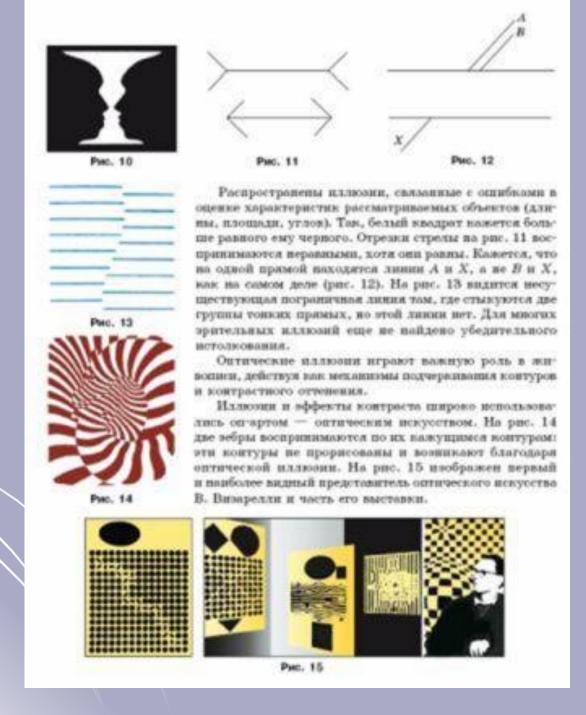
Многие оптические иллюзни связаны с особенностями обработки мозгом эрительной информации.

На ошибках восприятил, связанных с выделением сигнала (фигуры) из фона, основано применение защитной окраски при маскировке, что широко распространено в животном мире.

Структурный или сплошной фов приводит к опибкам выявления фигур или к опибкам оценки их параметров (яркости, формы, взаимного расположения и др.).

Иногда оптическая иллюзия обусловлена неоднозначностью эрительного впечатления, пример такой иллюзии представлен на рис. 10.

Or nar. illusio — обман.



Цвет в природе и живописи

Все живое стремится к цвету. И. Гото

В 1666 г. И. Ньютов обваружил, что белый свет — это комбинация видимых цветов спектра. Дальнейшие исследования М. Ломоносова, Т. Юнга и других ученых покамали, что основными цветами являются красный, зеленый и синий. Остальные цвета можно получить при различных вариантах смещения этих цветов.

Наложение спектральных цветов можно наблюдать при помощи прибора, который состоит на эеркальных полосок, расположенных почти вплотную друг к другу (рис. 16). Каждая полосна может поворачиваться вокруг вертикальной оси. Расположим прибор таким образом, чтобы полученный от источника света с помощью призмы сплошной спектр целиком попадал на эеркала. Вследствие отражения света от них на экране получаются отдельные цветные полосы.

Поочередно накладывая на экране цветные полосы друг на друга, можно наблюдать смешение двух или нескольких цветов. Например:

красный + синий = фиолетовый,

желтый + синий = зеленый,

красный + синий + зеленый = белый (рис. 17).

Наложив все цветные полосы света, получим одну белую полосу. Выделим на белого цвета один цвет, например красный, повернув соответствующее зеркало на некоторый угол. На экране вместо белой получится сине-зеленая полоса:

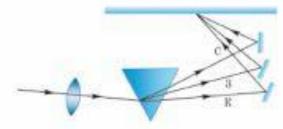
белый - красный = сине-зеленый.

Красный и сине-веленый цвета являются дополнительными, ибо они дополняют друг друга до белого цвета.

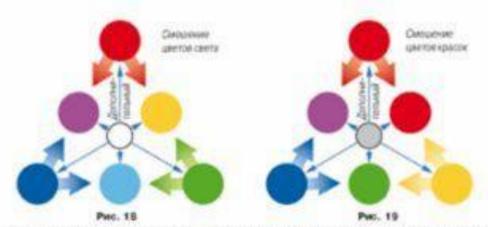
Варанруи этот опыт, можно подобрать большое количество сочетавий дополнительных цветов. Для того чтобы показать, какой тои получится при сложении основных цветов, удобно использовать цветовой треугольник (рис. 18). В его вершинах расположены основные цвета, на сторонах — цвета, полученные наложением основных. Друг против друга расположены дополнительные цвета, при смещении которых получается белый (круг в центре треугольника).



Psec, 10



Pag. 17



На эффекте сложения красного, зеленого и синето цветов, в результате которого можно получить любой тон, основаны цветные кино и телевидение, фотография и печоть, а также трехцветныя теория эрения. Основу хромотической палитры кудожников состовляют три краски: красная, синяя и полтан.

Смещение красок дает совершению иные результиты, чем смещение света соответствующих цветов. Так, если смещеть все три основные краски (желтую, синюю и краспую), то получится черный, а не белый цвет, который возникает при сложении света основных цветов.

На рис. 19 представлен цветовой треугольник основных крисов и их смесей. Соединение основного цвета краски с дополнительным двет серый цвет, а не белый, как в опалогичном случае спектральных цветов. Однако на практике не бывает чистых красок, поэтому их смещение двет развые отклонения от

идеального случан.



Pac. 20

Если разместить спектральные цвета по окружности, то получим цветовой круг (рис. 20). Цвета его фиолетовоголубой части называют холодимия, а краско-желтой — теплыми. В живописвом отношении эти цвето противоположны друг другу, их применение усиливоет выражительность композиции.

Детоли кортины теплого цветов, находись в окружении холодных цветов, нажутся как бы выступающими вперед. Там, красный цвет, постовленный в рядусиних, воспринимается активнее последиих. Холодные цвето, напротив, совдоют впечатление удаляющихся: синий макок по красном фоне как бы провазивается. Это свойство красок учитывается живописцами, поскольку случайное, без учета особевностей восприятия теплых и холодных цветов, размещение предметов на плоскости может исказить их воспроизводимое пространственное расположение.

Каждый цвет с его правым и левым «соседями» по кругу намывают родственными или гармоническими. Находясь в соседстве, ови усиливают цветность своей группы. Гармонические цвета хорошо сочетаются друг с другом в одежде, интерьере помещения.

Цвета, лежащие в цветовом круге друг против друга, именуют контрастилии. Помещенные рядом, они оттеняют, подчеркивают друг друга. Яркие контрастные цвета в одежде, в отделке дома реако дисгармовируют и неприятны для глаза. Но если уменьшить их интенсивность и значительно сократить площадь, занимаемую одним цветом по отношению к площади другого, то один цвет будет обогащать противоположный ему и создавать приятное сочетание.

Цвет предметов изменяется в зависимости от рядом ваходящихся других цветов. Так, желтый лимон на синем фоне приобретает оравжевый оттенок. Эта закономерность мостерски использована И. Грабарем в ватюрморте «Фрукты на синей скатерти», благодаря чему картина представляется яркой и напряженной по цвету.

Изменение цвета предмета в зависимости от рядом находящихся цветов называется цветовым контрастом.

Если на цветной фон поставить предмет серого цвета, то этот предмет приобретает оттенов цвета, дополнительного к фону. Так, на красном фоне он примет зеленоватый оттенок, на желтом — синеватый, на зеленом — красный. Этим объясилется то, что тропинки в зеленом лесу нажутся нам красноватыми, а теневые участки морских воли — пурпурными.

В живописи для выделения из фона какого либо предмета создают контрастное окружение. На этом принципе построен «Натюрморт с белым лебедем» Ф. Снейдерса.

Пользуясь цветовым контрастом, можно придавать тому или иному цвету нужный оттенок. Замечательными примерами использовании контрастного взаимодействии цветовых отношений являются написанные на открытом воздухе, на фоне морских далей натюрморты К. Коровина, в ноторых с удивительным мастерством художник передает и материальные качества предметов, и мерцающую игру света и тени, и атмосферу прозрачного морского воздуха.

Видимый цвет предметов представляет собой часть отраженного света источника, поэтому на восприятие цвета влилет освещение. Различные источники отличаются по спектральному составу.

В замиях накаливания преобладают теплые цвета, поэтому освещеемые этими источникоми света объекты имеют желтый или оравжевый оттенок. При этом освещении желтые краски «выбеливаются», поскольку желтый свет, пакладываясь на желтую поверхность, делает ее более светлой. При электрическом освещении это молозометно, но при дневном свете будет ясно видно. Ламны дненного света имеют синий либо розовый оттенов, в нем преобладают холодные това. Многие современные художники пишут картины при искусственном свете, поскольку выставочные залы оборудованы лампами дневного света.

Солнечный свет дает белое освещение. Однако со временем суток состав его спектра меняется: вечером в нем больше желтого или красно-оранжевого цвета. При нем предметы, которые не отражают лучи красно-оранжевой части спектра, заметно темнезот (например, зеленые). Предметы белого цвета (например, белая стена дома), отражающие полный состав спектра вечерних световых лучей, загораются ярким закатным светом. Яркий солнечный свет обесцвечивает предмет, он как бы выбеливается, выгорает. Так, желтый песон на пляже в яркий солнечный день кожется белым.

При слабом освещении предметов их цвет становится малонасыщенным: они тускнеют, сереют. Это наблюдается при вечернем, сумеречном освещении, когда предметы как бы растворяются в среде. А при освещении лунным светом они настолько утрачивают свою цветовую определенность, что выглядят как одноцветные, имеющие холодный серо-синеватый или зеленоватый оттенок. Не случайно поот Гарсиа Лорка писал:

Никто в ночь полнолуния Не съед бы апельсина — Едят лишь ледяные Зеленые плоды.

Пейзажи при лунном свете мы видим на полотнях И. Н. Крамского «Русалки», А. И. Куинджи «Украинская вочь». Художники, рисун вочной пейзаж, благодаря ослаблению контраста создают впечатление слабой освещенности.

На цвет отдаленных предметов оказывает влияние окружающий воздух. Чем дальше расположен предмет, тем он нажется туманиее и синее. Изменения в цвете и в четности очертаний предмета на расстоянии передает в живописи воздушная перспектива. Так, на картинах живописиев мы видим, что зелень лесов с увеличением расстояния до них становится сине зеленой, а затем и синей. Толстый слой воздуха между наблюдателем и лесом, освещенный сбоку лучами солица, рассенвает свет, который вакладывается на фон, как бы покрывая вуалью расположенные за ним предметы.

ЭТО ИНТЕРЕСНО!

Слово «силуэт» происходит от фамилии французского менистра фенансов середины XVIII в. Этьена де Силуэта, призывавшего своих расточительных современников к разумной бережливости и упреквашего французскую знать в чрезмерных тратах на картины и портреты. Дешевизна теневых портретов подала повод шутникам называть их портретами а la Silhouette («по Силуэту»).

ФИЗИКА

Учебно-методический комплект 7 - 9 классы

АВТОРЫ: Шахмаев Н.М., Бунчук А.В., Дик Ю.И и др.



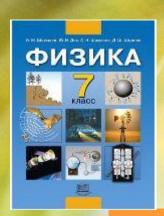
Компоненты УМК:

- Программа и поурочное планирование
- Учебники: «Физика-7», «Физика-8», «Физика-9»
- Рабочие тетради
- Методика преподавания физики

Особенности учебников:

- оригинальная структура курса;
- описание большого числа опытов;
- наличие обширного дополнительного материала, помогающего учащимся глубже разобраться в сущности физических явлений;
- присутствие рубрики «Это интересно», включающей сведения по истории физики и природным явлениям;
- множество цветных иллюстраций.





ФИЗИКА

Учебно-методический комплект 7 - 9 классы

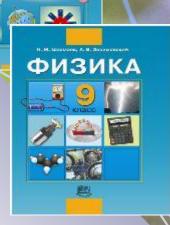
Содержание учебников:

7 класс: световые, звуковые явления, первоначальные сведения о строении вещества, физические величины, тепловые явления

оглавление



8 класс: электростатика, постоянный ток, магнитное поле, токи в средах, строение атома и ядра атома



9 класс: кинематика, динамика, законы сохранения, гидро- и аэростатика, механические колебания и волны.

оглавление

АВТОРЫ: Шахмаев Н.М., Бунчук А.В., Дик Ю.И и др.

7 класс

ОГЛАВЛЕНИЕ

Вандение	3
Глава 1 Перпоначальные сведения о свете	
§ 1. Источники и приеминки света § 2. Распространение света § 3. Солнечное и лунное затмения § 4. Отражение света § 5. Сферические зеркала § 6. Преломление света § 7. Линзы § 8. Оптические приборы § 9. Глаз и зрение § 10. О составе света Самое важиее в алаве 1	10 13 14 20 24 27 31 33 35
Глава 2 Первоначальные сведения о звуке § 11. Источники и приемники звука	43 45 47 50
§ 17. Ультраавун	54
Глава 3 Первопачалывые сведения о строении вещества	
§ 18. Молекулы § 19. Взаимодействие молекул § 20. Движение молекул § 21. Броуновское движение *§ 22. Строение газообразных, жидких и твердых тел **Camoe важное в запое 3	59 61 63 64

7 класс

Глава		
§ 23. § 24. § 25. § 26. § 27.	Масса Сила Давление Работа Мощность Эшергия Самое пажмое в главе 4	71 75 78 81 82
Глава	5	
Теплова	ые явления	
§ 29, § 30, § 31, § 32, § 33, § 34, § 35, § 36, § 37, § 38, § 39, § 40, § 41, § 42,	Что такое тепловые явления Тепловое расширение Температура Особенности теплового расширения воды Внутренняя энергия Способы изменения внутренней энергии Виды теплообмена Кан рассчитать количество теплоты при теплообмене Уравнение теплового баланся Плавление и отвердевание Испарение и конденсация Кипение Влажность воздуха Энергия топлива Самое оажное о гваяе 5	89 97 98 99 101 106 108 110 113 115 118 121
Глава Теплові	6 ые двигатели	
\$ 44.	Устройство и действие реактивного двигателя	128
	Самое важное в главе 6	132
Завлюче	DR:	133
	эркые работы	
Ответна в	SASJANAN	142

ГЛАВА

Первоначальные сведения о свете

В жини рестительного и жинотного миро важей планеты изключительное заатомне плает свет. Без преувелительна можно сказать, что без света некоммента жинов из Земле.

Радол филиси, изучающий свейства света, вызывается основной. Оптических изследий так много, что, приступал и изучения филиси, ны не можем осветить даже тысячной доля того, что изодит в отгину. В первой гими «Первопочальные опедения о свето» вы познаженитесь с окмыми простилие, но очень изучения сведениями о свето».

1. Источники и приемники света

Какие бывают источники света? Мы видем различные теля, когда от нях исходит свет и посіадіет к вазі в таків. Некоторые тела сами вздучают свет в окружнюцие пространство. Такие теля ванывают астеочнающих светов.

Вольдинество же тел мы видим только тогда, когда они освещены источняком света. Лука, окружающие нас предметы, представители растительного и изволяето мире Земли недмень нача отражения выдающего на никомпечено света. Клюдый из нас отражент свет. В темной без окон номинте мы не унидим ни одного предмета и друг друга, так как в ней нет источний кон света, нет падвощого света и нечего отраженть.

Источники света можно разделить на селистиченног и исторсственных. Словым важным для ная остотненных источником света паднотом Салине.

К попроственным поточникам светь относатси постры (рис. 5), свечи, опектрические дамкы покаливания (рис. 6), деогиреспостиме домкы (пекты двежного свети) и т. д.

Солице, звезды, раскаленные твердые тель, в тожни некоторые распланы, планы, образующееся при сторожим токимы, — это источиная



Part. 5



Pen 5



Pen. 7



Pec. 8

во только света, но и тепля. Источирил света, ноторые испускано свет в выгретом состоящих, пападалет отключание поточинации легки.

Кроме текловых источняков света существуют источники «колодного овета». Примерами таких источников являются: поляраще симия, мемпассивателе и госсметаме ламим, зеровы телевизорое (рас. 7), гамуния от сторых пяей, белый фоофор, светлички, искоторые глубоководные рабы.

Резмеры источников свето могут быть развыми. Если поточник очень мал по сравнению с расстоянию до него, то в филим примете такой источник свете вызывать посеемых.

Присчиния овета. Пригломимими сегом падавают устройства, которые реагируют за падающий свет, прообразую его. Для выс с выня самыя главиция и сомые волиции приемпином свето падаются глаза. Попадая в глаз, на сообразии прительного перва, свет рандрожност эти сообращия, ситиалы передаются в мозг, в необразом итого солучается картина осоружающего мира.

Свет, падающий на тела, вызывает номенеши в веществе, поторые мигру быть испыльноващы человосом в полочими целях. Например, фотоплению в фотобумага под действики света изменяют свой состав. На этом основано получение фотографий. Созданы специальные приборы, пазванные фотокомностания, которые преобразуют свет в замитрический сигнал. Особоню инфонеприменение фотокомногом получали при виготопления соличных батарей, устанивлических на воек комитеских кораблен (рис. Si.

Оджим из лучших и положных для иле приенциямов светь личшенся основные листью растоний. Под действием соличеного свето и или про-

походят необходиные для воей жилии на Венге процессы. Растения двет нов импу, они по двет нов инскород для дыплени.

Скорость света. Когда бы мы ин инменти из выключатель, свот валивет компату муновенно. Чтобы свет от домночни достиг подвето глаза, треБустел вическими доля сопущии. Это столь мадый промикутся пременя, что мы же в состояния его представить. Когдо то считалось, что скорость света бесполечия и потому он распросурованияся игноживку.

Впервые спорость света удолось измерать датеному ученову Ольфу Рёмеру (1644-1710) в 1674 году. Рёмер воблюдал за двегнование случитна Юпитера и обисружил посоответствие между распетные временем отватмения и действительным. Из этих поблюдений Ровор опредения, что сворюсть света разви 215 000 км/с.

В дальнийшког было разработико иного другия, более точных методие измерения скорости света. По современным данным, спорость своте в вактуме (пустоте) разки: 299 792 458 м/с. Это самыя большая ил всех позможных скоростей. Ня одно тело в мире не молот иметь скорость, превышаюпрую это запления. Прибоизонию скорость света и вахууме (водухи) межен-CUSTATA DARROOD 300 000 000 M/c = 3 : 107 M/c.

Ученания была поверена скорость светь в реаличима пропрачных непростаку. Скорость света в виде была виверена в \$856 году. Она писнивисьмецькие, чем и вокууме. Во воех других вопрествох оне техние меньких, чем в вакууме. В тоблице 1 приведены иничения спорости света в пексоторых

Todosor I Скорость сагта в различных попростых

Bossette	Caoperts, usey	Between	Carport, ster
Seups	200 000	Crisco	200 000
Book	230 000	Asses	121.000

Recognitive sade

- По расумения 5—7 рассколенте о том, семню бывают источники свять.
- E. Bio spous Biognood Orwacementolt noting rapriments no coope dance nocaпали тропинси гиплунизми. Для чего они это делали?
- 2. Писалель II. П. Ершов в сколие «Консы-Горбунок» пышкол:

Oroses ruper certies.

Since games ver Huns.

Горфуния безан спирес. Boy you on nopez orases.

«Tro. - cassan on, - as malmed Шопок с коть видается свету,

Свитит поло сповно двем: Uppead our spyros experts,

A THEM IS ANDRY HOTS:

He me ruest, as gameros.

Date trans-orthografy

Что выполнятуло явистиля на соодиние этого прасивого, коти и фонтастиfacesopo odpasia?

4. С какой свиростью распрострованую свог в неде?

STO WHITEPECHO!

Open or Resu go Beachr agen 125 c. or Comago — 8 sers., or Coryges — orono часа, от бликайший и нам эвеоды — четьре года. Дальже талистики согодна ны BAZDAR TORRANA, RORDARA DIAN CHANTER HARRONDAY THAT HOSBIZE

2. Распространение света

Призадимейное распространение света. Егдо в Дренией Месодотклить та 5000 лет до и. з. люди лизли о приносивнейном распространении света. В Древрем Египто это свойство гвета попользоваюсь при строительстве DEPONDED.

В применявайности распространения свете нас убокдают иностинстенные выблюдивии в повожданной жинии. В темпом притегьное окак однотеатра на окорпа изполромирания каминты выразметы свол света, воспринизавлений нами или расходищейся однос. Такой на пучое образуют свет, роспростравляющийся в тумыне от удичилих фоворей, автомобильных фар (рекс. 9), маяко (рекс. 10). Исля в солименый день маходиться в досу, то новию авметить, что потопи социсаного свети, предведшие списы процу деревьов, также приволизовам (рас. 11).

Немовичаность распространения световах пучков. В затемперами повепревия установим два проесционных аппарата с двагозитивеми, двоприх световые пучки разного двета. На пути к неравно эти световые пучки





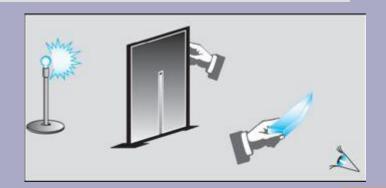


Peril, 10

Perc. 11:

Лабораторные работы 7 класс

- 1. Измерение фокусного расстояния и оптической силы линзы
- 2. Получение изображений с помощью линзы
- 3. Наблюдение дисперсии света
- 4. Измерение размеров малых тел
- 5. Измерение массы тела на рычажных весах
- 6. Измерение плотности твердого тела
- 7. Градуирование пружины и измерение сил Динамометром
- 8. Градуировка комнатного термометра
- 9. Сравнение количеств теплоты при смешивании воды разной температуры



8 класс

Оглавление

Предисловие	3
Глава 1. Электрические заряды. Электрическое поле	
§ 1. Электризация тел	
 Проводники и непроводники электричества 	9
§ 3. Свойства электрических зарядов	13
§ 4. Строение атома	16
§ 5. Модель свободных электронов.	
Закон сохранения электрического заряда	
*§ 6. Способы электризации тел и их объяснение	
 7. Устройства для накопления и получения электрических заряд 	
§ 8. Электрическое поле	30
Самое важное в главе 1	34
Глана 2. Электрический ток и его законы	1793
§ 9. Электрический ток	
§ 10. Действия электрического тока	
§ 11. Электрический ток в металлических проводниках	
§ 12. Cera toka	
§ 13. Электрическое вапряжение	52
§ 14. Электрическое сопротивление	
§ 15. Закон Ома	
§ 16. Следствия из закона Ома	
§ 17. Последовательное соединение проводников	
§ 18. Парадлельное соединение проводников	
§ 19. Работа электрического тока § 20. Электрическая мощность	
§ 21. Тепловое действие тока	
*8 22. Электричество в быту	Description of the Con-
Самое важное в главе 2	
Глава 3. Электрический ток в средах	
§ 23. Электрический ток в полупроводниках	105
§ 24. Электрический ток в жидкостях	112
§ 25. Электрический ток в газах	
*§ 26. Гроза как электрическое явление	
Самое важное в главе 3	125
Глава 4. Магнитное поле § 27. Начальные сведения о магнитных явлениях	
§ 27. Начальные сведения о магнитных явлениях	126
§ 28. Магнитное поле постоянных магнитов	130
§ 29. Магнитное поле Земли	
§ 30. Опыт Эрстеда. Магинтное поле тока	
§ 31. Электроматинт и некоторые его применения	141

8 класс

5	32. Действие магнитного поля на проводники с товом	
- 33	и движущиеся зараженные частицы	. 145
98	99 Homon representation and contract transportation and a	
	на проводнеке с током	. 148
	Самое важное в главе 4	. 151
Eve	ва 5. Электромагиятная индукции	
1 44	34. Явление электромагинтией индукции	150
3	35. Применение электромагничной индукции	. 156
8	36. Переменный ток	
98	37. Трансформация переменного тока	
	38. Электростанции	
	39. Передача влектрической внергии на большие расстояния	
. 8		
	Самое важное в главе 5	. 100
	ва 6. Электромагиятные волны	
- 9	40. Элевтромагнятные волебания	
8	41. Электромагинтные волны	
8	42. Передача информации с помощью радиовели	. 178
	43. Спектры электромагнитных излучений	
28	44. Спектры светящихся газов. Спектральный анализ	. 186
	Самое важное в главе в	. 190
Гла	ва 7. Атом	
6	45. Радиоактивность	. 191
	46. Открытие строения атома	
	47. Радиоективный распад	
	48. Издучение и поглощение электромагнитных воли атомами	
	49. Теория Бора и линейчатые спектры излучения	
- 8	50. Состав атомных ядер	
6	51. Деление ядер. Ядерные реакции	
og	52. Энергетический выход ядерной реакции	
8	53. Использование ядерной энергии	SOUTH OF THE
6	54. Ядерный реактор. Атомные электростанции	
6.8	55. Термоядерные реакции	
8	56. Действие излучений из человека	
a	Самое важное в главе 7	
How	ложения	0.000
	ложение 1. Что такое измерение и как его производят	ാരമ
re pa	а сожение в что такое измерение и как его производит	000
	я ложение 2. Лабораторяме работы	
Orne	ты	. 237

Электрические заряды. Электрическое поле

Мы, не задумывансь, поворятиваем выслючаемы, и номинту залимого потоки света: для нас кет интего проще, как инбрать телефонный комер и поговорять с ообесединсов не другом конце отраны; выпочив радиоприменик, телевиюр или номимотер, ны слышим музыку, выдам телерепортики и получаем наформацию се восте мира. Мы пользуемей внеитричестном посединию, но для минтих оне ное еще окружено не печадой телестрич ностью, чее для дрению тренев. Верочен, основный для удикания у нас горацю бельше: то, что муж и свет, телию и холод, инобрановани на неравих и дискения месанизми могут быть сонданы с помощью одного и того же средстви — алектричества, действительно, какоется почти невероятным.

Свитеть все эта на первый изгляд не имеющие вичего общего ладения можне тольно с помощью теории, которые не только объесимет их, но и конволяет управлять этими налогиями, а также предсказывать их.

\$ 1. Электризация тел

Экситраческие явления были взаестны в глубовой древности. Вста-сведения о том, что их обнаружил древногреческий философ Филог Милетевий (624—547 гг. до в. в.). Он установии, что интера, поторгый о мех, притигняет к собе легкие предметы. Само слоке «хлектричество» происходят от греческого слова elebtron — натира.

Значительно поско было установлено, что анадоличной способностью общьког ве только изтертый интерь, но и алмее, стекло и векоторые другие материалы. Научные последования электрических излений начались только в XVIII веке.

Властразация тел. Поднесем поотвредко к легкому предпату, подлешенному на шити, пластилесовую плючку и сухой мех. Предпат остарства пенадающим. Поосрев пласочку с мех, вновь поднесем их к предмету. Мы заметим, что сеперь предмет притигилется и к палочне (рис. 1, 4), и к меху (рис. 1, 6). Мы можем вакть палочну по другосо мотериала (стемли, эболить", дерева, пенаплатиц, а тыско имеецтв мех кулоко бумаги, решини. дведко или подкотильник. Ресультат всегда будет тем пре: после трении друг о друга оба тела и палочка, и иторой предвет — приобретают поное для или свойство притигналь логиям тела.

Толь, которое после диперация приобретоот свойство притигняеть к собо другие толь, прокавают междесепресменным или инжимации алектраческой заряб. Процесс сообщения телу электпитеского эпреди называют электромодумі.

Вели на потрете подутый воздушный шарии о пейлоковую мотерию, то он монет приледиться и стене или и петенку. Зеркали и стекли, претертые сухой тюмью, притигивнот пыль. Поднея ладонь и перапу работноприт теляногорь, вы монете услышеть потресиционно. Токое же потрескимание вы услышите (а и темпоте дакоувидите неиры), когда синмаете через голоку аристу. При этом ваши волоки могут вадыбиться фисс. 3). С этих бытовых вылений вы и вачнее влучение авектричества.

Свейства изолектриневанных тел. Наллектрилованные тела притагивают псе предметы, а не только легано. Чтобы убедиться в этом, укрения на острые тижелую водопроводную трубу. (Посредине этой трубы просвердию несиловою отверстве для остран.) Подвеся к трубе вазлектрилованную палочку, ужидии, что трубе медленно поворачивается к палочко (рис. 3).

Навлектринованных палочно притягивот не только твердаю тела, но и издрости. Рек можно неветить по искривлению струйки воды, к которой подвесена палочка (рис. 4).

Наконтринованию теля притигивного и тапа. Земеном свечу или гозовую горолку. Поднеск и илимени веоснотринованиую палочку, осистим, что опо отключения (рис. 5).

Рассмотрим свойства экраничениях тех более подробно. Возымен две одинающие палочки (обо — пластнассовае, дереницию, эбохитовые и т. п.) и посводине одной из них просвержим





Prec. 1



Pec. 2

Эбовіт — тердий мограка, полученній не кертука путов добаковня серы.







Perc. 2

Perc. 4

Peet, 5

глубовае, по не списаное отверстие. Потерев му палочку о мех, установим ее из острие. Потрем о мех вторую такую же палочку и подвесем се и первей. Мы окметим, что калочка, установленном на острие, отгалениестся от тей, которую мы дероким в руке (рис. 6). Поскольку палочки одинающью и изолектризованы об один и тот мех мех, этот и подобиме ему опыты неставляют предположить, что ме налочких были марабы обессе выба. В давном случае репультит опыта можно оформулировать тек: легля, имеющые марабы обньго выба, отнешликованных бруг оте бруга.

Возначает вепрос, одижнов ли выд зарада, приобретосного палочноми и месси путем трежин? Для получения ответо приблизии пуссчек меда и являентригованной им палочно, укрепленией на острие. Мы унидим, что палочни притигимотся в месу (рат. 7, а). Если подмести высовитричной мую палочку и подвешенному на ната кусочку меса, то мед притивется







Perc. 6

Pag. 7



Per. 8

и палочие (рис. Т. б). Винчит, зероды, обрагованизмен на налочие и на кустое меха, разных видов.

Этот и подобиле ему опыты повессиют предположить, что существуют два различных вида электрических зарадов и оделать вывод о том, что мела, влековые гаряды разносо сыби, прилиссениямия друг и други.



Pet. 9.

Электрический парад выслетивнованией спектичной палечки, потертой о шесть, выпали коложинельным, а парад антархой или эболитовой палечки, потертой о мех, — оправдательным, т. е. принциали перодам нении + f » и + r + (пис. 8).

Воряды одвого знака (оба положительные или оба отрицательные) называют обносменными, в заряды развих знаков — разколменноми. С учетом этого дво правиля поизмедействие опреженных тех можно объединить в одно обновлению заряженные мене опенализования, в разкоименно заряженные — протилизования.

Наслестриновать тело можно не тельно трецием, но и с поводью соприносновения его с другим, предверятельно вазлестринованным телом. Тък, гидъла из фольти, подвешениов на пислеовой нати, после сопривосновния с зарогоозной палочкой начинает отгалюваться от последней (рис. 9). Логично предволючить, что кри сопримоснования часть заведраческого зареда излочно перешла на гильну и перопедший на гильну заряд принадземит в тему же виду, что и заряд на палочно, чем и объявляется отгалкивание.

 К настоящему времени не было вофинсировано ин одного опыто или паления, для объеснения которых гупителы о существовании двах видов

Лабораторные работы 8 класс

- 1. Сборка электрической цепи и измерение силы тока в ее различных участках
- 2. Измерение напряжения на различных участках электрической цепи
- 3. Регулирование силы тока реостатом и измерение его сопротивления с помощью амперметра и вольтметра
- 4. Проверка свойства параллельного соединения проводников
- 5. Измерение мощности и работы тока
- 6. Исследование свойств полупроводникового диода
- 7. Намагничивание и размагничивание компасных стрелок
- 8. Исследование явления электромагнитной индукции

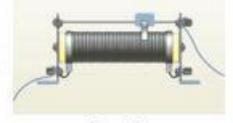
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3

Регулирование силы тока реостатом и измерение его сопротивления с помощью амперметра и вольтметра

Оборудование: источник тока (напряжение 4—5 В); реостат; резистор сопротивлением 1—2 Ом; амперметр; вольтметр; ключ; соединительные провода.

Порядок выполнения работы

- Рассмотрите реостат. Подключите к нему соединительные провода, как показано на рисунке 278. По числу витков провода реостата между подключенными проводами установите, при каком положении полочика сопротивление реостата наибольшее и наименьшее.
 - 2. Определите цены деления амперметра и вольтметра и запишите их.
- 3. Начертите схему электрической цепи, состоящей из последовательно соединенных источника тока, ключа, реостата, амперметра и резистора. Соберите цепь из имеющегося оборудования. После проверки учителем правильности соединений замкните цепь и по отклонению стрелки амперметра убедитесь, что в цепи идет ток.
- Плавно перемещая ползунок реостата и следи за показаниями амперметра, обратите внимание на характер изменения силы тока в цепи. Разомкните цепь.
- Подключите вольтметр парадлельно реостату. В вачерченную схему цепи добавьте изображение вольтметра.
- После проверки учителем правильвости соединений замкните ключ.



PHC. 278

N: omera	Положение ползунка	I, A	U, B	R, Ou
1				
2	-5			
3	<u>_</u>			

Проверка свойства параллельного соединения проводников

Оборудование: источник тока (напряжение 4—5 В); два разных резистора (или резистор и лампочка); амперметр; ключ; соединительные провода.

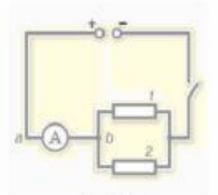


Рис. 279

Порядок выполнения работы

- Определите цену деления амперметра и запишите ее.
- Начертите схему электрической цепи, состоящей из последовательно соединенных всточника тока, ключа, амперметра и двух нарадлельно соединенных резисторов (рис. 279).
- Соберите цепь из имеющегося оборудования. После проверки учителем правильности соединений замкните цепь и по отклонению стрелки амперметра убедитесь, что в цепи идет ток.
- Запишите в таблицу показание амперметра. Разомкните цепь.
- Отсоедините амперметр и вместо него на участке ab (см. рис. 279) включите в цепь соединительный провод.
- Отсоедините от точки b скемы (см. рис. 279) первый резистор и включите в образовавшийся разрыв цепи амперметр. После проверки учителем правильности включения амперметра замкните цепь и запишите в таблицу показание амперметра. Разомкните цепь.
- Отсоедините амперметр. Первый резистор снова подключите к точке й схемы.
- Отсоедините от точки b схемы (см. рис. 279) второй резистор и включите в образовавщийся разрыв цепи амперметр. После проверки учителем правильности включения амперметра замкните цепь и запишите в таблицу показание амперметра. Разомкните цепь.

Учесток цепи	ab	peamcrop I	резистор 2
Сила тока, А			

Механическое движение

1. Основные понятия кинематики

Cando +sursematika+ uposexoger of rpevectors cases highests - + absжение». Канематика изучает, как дишеется толо, но не плучает, почему TRIDO DERESOTOR TREE, & ME HOUSE,

В обыденной экплии под словом «тило» подразумениют тело человека или шимоткого. Филики возывают фыльческым мелож били просто мелом) воявий предмет. К физическим телам можно отнести, копример, каплю воды, дерево, сымолет, искроственный спутиих Везапи и саму Вемлю. Какдое тело в либой номент времени аккимет определениее положение в пространстве отпосительно других тол. Всли с точением премени полояжило тала по измежлется, то говорит, что тело изходится в покое. Например, воходител в повое зоните, легенция во столе, стол, столиций в комноте, сама компата в дове, а также дом. Неподмены и можены по овтостинию, пеработающие правы на стройке, самолеты в ангарах и т. д.

ROAM C TOTAL REPORTED TO SCORE FOR THE PROPERTY OF STATES AND ASSESSED. что тело совершает мехацическое движение.

Механический деционации теля паладиляют пинечение его положения в простравстве отвосительно других тел с течением времени.

Обратите винмакие на слова «относительно дригих тел». Они описчаит, что для того, чтобы говорить о механическом движении, в пространстве должно быть, по прабней мере, два тела: то, за поторым наблюдают, и то, относительно которого рассматривается положение первого тела. Вторым толом может быта medee тело, например, сам изблюдатель. Если второго теля мет, говорять о движения оджого-единственного теля в игстом пространство ревозрожено.

Тело, относительно которого рассиотривается дажжение других тел, BRIGGRARY MICAGE OFFICERED.

Допротим, что митомобиль едет по штогое (рис. 1). В этом случае за тело отслета могут быть примиты дом или любое дерево. Техом отслеть может сприять и другой двинущийся автомобиль.

Рассматривая движение отпосительно того или иного тели осстига, мы мысление пометраем себя на его место и считаем себя вместе с талом



OTCHETS DOSCORDISCHES, TOTAL REE STW OCTABANNE THAN THE SHIPS ARE ягутся отвоежтельно выс. Любой человен, бессоощические счития себя телом оточота, ваблидает за сложивами двимениями окружникими его тел.

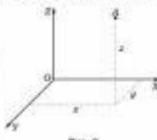
Светома отсчета. Из курса математики извество, что положение побой точин и нашем треамериом престревстве описывается треми ее коengineersom e. s. e (porc. 2).

Всян движение эсчан происходит не примой, то для описания ее положения достаточно одной координатиой оси, инпример ОХ, которую совомприот с этой примей (рис. 3). Тогда положение точки в данный мемент

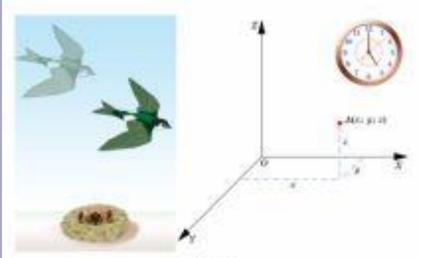
времени (точка А.) определяются воордина-TOR x_i , x_i e. proctosizioni of totkii A_i go imбражного на этой оси вачала координат. В другой момент врезони точко может волимать другое положение (чочка А.), волорое характеризуется координатой ка. Таким образом, если положение точки с течением времени изменлется, то изменлется и ее коордивата, у вокомпрейся все точки коордивить остантся внеимненой во принизи.

Часто оказывается, что для описания положивая точки одной посражитией осыне обойтикь, тогда приходится вводить двумерардо вли треосмерардо систему воординит II CACRETA IN BEHAVIORERISMS NO REPORTED AND вин соответственно трех координат.

Физико имеет доло с двинениями реальяых чел, а не обстроитных точек. Примерови







Dan S

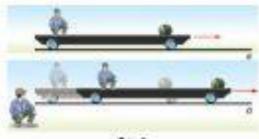
реосполравнется дипления (этот момент индевестся почеллящие), и спинобе или интерументи инперемен временя. Таким интерументом чаще востонилизовся часы, хота о временя меняно судить, выпример, и по часлу двей пли лет, пропледили с почельного моменть, и по положению Сонида на вебе. О произедием премени судит инстра по поличеству выпытыванетося песам (песочные часы) или выпиватейся поды (подятые часы).

Тесю отстоть, связыватую с назы сактему вхордикат и сактему отстоть пременя финали объединают в одно полятие и визывают состожна отстотов.

Очиснительность динасения. Мессануюськое даниване относительно. Это явичит, что одно и то не типо династся по-развому относительно развых тел отслета, или дано эконог пильциться в понов.

Рассмотрим такой пример. Человек, инподилжен сиденций на двисущейся плотформе, виблицией за орбуков, велинции на плотформе (рес. 6, с; стрелка указальнет направление ее движения). Еспествение, что оп масление свящее систему отсчета с плотформей. Для него арбую ведодится в поссее.

В это зое самое время теловек, изсодищийся у полотив полновой дороги, изасленно сисоки систему отстоть и поверхностью Земии, уведит, что арбун движения (рис. 6, 6).



Pen. G

Этот пример водпасродает, что двязония арбум отвосительног в састеме отслеть, связываей с плитформей, арбум вадодится в посож, в отвосительно системы отслеть, связываей с Венлей, движется.

Все указания тела отстото вольке говорять о том, динисто тело или вот. С выбором тела отстота спинами первые в истории осноствопилили системы мира: эторичеропоская в этомуческогоми. Системой мира называются предстанивания о выимания расположения и динистии избестнах тел.

Геодиприческая спетема мира была разработами дрешествескими учеными Арметотелем (IV в. до в. в.) и Итолемеем (II в. до в. в.). В теой спетеме в центре экции разработами. Земля. Она венодникая, постольку выбирается за тели осочена. Вокруг Венля ображдаются все оспадыще тели (рис. Т. в). Путем усовершествования представлений Арметополи Итолемею уделось не телько объекциять движения выбесных тел, но и с бальной точностью предсказащить положения представления. Тучка отволительно-Венля и дамине вименты кремены.

Гоодентрическая система нара принципальсь за истанцую и тичния цита 2000 дот.



Конвервик Менялий (1473—1543) — польский астроном, создатиль гилиодинскогой системы мера. Опсе учения И. Копервик изложия в сочинням «Об обращения небесных офер—(1543), запределеным хатомической церковых с 1516ли 1628 год.

9 класс

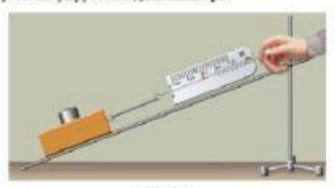
Лабораторные работы

5. Определение работы сил тяжести, упругости и трения

Оборудование: штатив с лапкой; брусок; измерительная линейка; динамометр; грузы.

Порядок выполнения работы

- Сформулируйте цель работы.
- 2. Установите линейку наклонно, положив ее на лашку штатива (рис. 191).
- Положите брусок на линейку и подберите такой угол ваклона, чтобы брусок оставался неподвижным и не соскальзывал с линейки.
- С помощью динамометра втяните брусок с одним грузом вверх по линейке. Динамометр перемещайте равномерно, параллельно линейке.
 - 5. Вычислите:
 - а) работу силы тяжести, действующей на брусок с грузом;
 - б) работу силы трения скольжения;
 - в) работу силы упругости динамометра.



PHC. 191

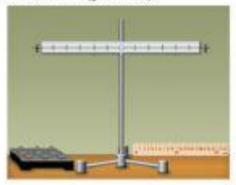
Необходимые для расчетов величины установите самостоятельно и произведите их измерения.

Повторите опыты и расчеты, нагружая брусок двумя (или тремя) грузами.

9 класс

6. Проверка условия равновесия рычага

Оборудование: рычаг на штативе; набор грузов (масса одного груза 100 г); измерительная динейка (рис. 192).



PHC. 192

Порядок выполнения работы

- 1. Сформулируйте цель работы.
- Вращая гайки на концах рычага, добейтесь, чтобы он расположился горизонтально.
- Подвесьте два груза на левой части рычага на расстоянии, равном примерно 12 см от оси пращения.
- Путем проб установите, на наком расстоянии вправо от оси вращения надо подвесить; а) один груз; б) два груза; в) три груза, чтобы рычаг пришел в разновесие.
 - 5. Запишите значения измеренных величии в таблицу.

N omara	Леканчасть рычага			Правал часть рычага		
	F _v .H	I, H	M _c H·st	F, H	l_p H	М, Н ⋅ м
1						
2						
3					ĥ	

АВТОР: Анциферов Л.И. и др.



Профильный уровень

Компоненты УМК:

- Программа
- Учебники: «Физика-10», «Физика-11»
- Методические рекомендации для учителя





- двухуровневое изложение материала: обязательный для всех учащихся и повышенной трудности;
- большое внимание физическому эксперименту (лабораторные работы и физический практикум);
- наличие консультаций автора (помогают решать задачи, вычислять погрешности измерений, отвечать по обобщенному плану);
- разнообразие физических задач.

С. А. Тихомирова.

Физика в загадках, пословицах, сказках, поэзии, прозе и анекдотах



Данное пособие может использоваться на уроках как дидактический материал и во внеклассной работе в качестве книги для дополнительного чтения по физике, при проведении предметных недель, олимпиад, интеллектуальных марафонов.

Его содержание составляют тексты из произведений художественной литературы, сказок, а также пословицы, загадки и литературные анекдоты. К тексам даны вопросы и задачи по физике. Литературные тексты и вопросы к ним сгруппированы по основным разделам физики.

Оригинальный ум и богатое воображение выдающихся писателей, народная мудрость и юмор помогут сделать изучение физики более интересным и эмоциональным.