



AUES

Since 1975

**Некоммерческое
Акционерное
Общество**

**АЛМАТИНСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ
ЭНЕРГЕТИКИ
И СВЯЗИ**

Кафедра технической
физики

ФИЗИКА

Методические указания к выполнению РГР
для студентов специальности
5В081200 – Энергообеспечение сельского хозяйства

Алматы 2019

СОСТАВИТЕЛИ: Л.Х. Мажитова, Г.К. Наурызбаева, Г.Т. Алджамбекова. Физика. Методические указания к выполнению РГР для студентов специальности 5В081200 – Энергообеспечение сельского хозяйства. – Алматы: АУЭС, 2019. – 26 с.

Методические указания включают расчетно-графические задания (РГР), методические рекомендации и требования к оформлению и содержанию РГР, список необходимой литературы.

Ил. 33, табл.3, библиограф. – 18 назв.

Рецензент: ст. преподаватель кафедры «МММ» Абдулланова Ж.С.

Печатается по дополнительному плану издания некоммерческого акционерного общества «Алматинского университета энергетики и связи» на 2019 год.

© НАО «Алматинский университет энергетики и связи», 2019 г.

Введение

Изучение курса физики создаёт фундаментальную базу инженерно – технических знаний, умений и навыков выпускников высшей технической школы, формирует их научное мировоззрение.

Основными целями курса являются:

1) Формирование у студентов умений и навыков использования фундаментальных законов, теорий классической физики, а также методов физического исследования как основы системы профессиональной деятельности.

2) Формирование у студентов творческого мышления и научного мировоззрения, навыков самостоятельной познавательной деятельности, умения моделировать физические ситуации.

«Физика» изучает разделы классической физики: «Механика», «Статистическая физика и термодинамика», «Электромагнетизм», «Уравнения Максвелла», «Физика колебаний и волн», «Квантовая физика и физика атома», «Физика твердого тела, атомного ядра и элементарных частиц».

Приобретённые при изучении физики знания и умения составляют ту основу, которая необходима при изучении технических дисциплин: «Теоретическая механика», «Прикладная механика», «Техническая гидродинамика», «Гидравлика», «Теплотехнические измерения», «Теоретические основы электротехники» и другие.

Весь курс «Физика» состоит из двух кредитов (модулей), по каждому из которых студенты выполняют расчетно – графическое задание (РГР) по трем уровням сложности (А, В и С – по выбору). Номер варианта студентом выбирается самостоятельно и утверждается преподавателем, ведущим практическое занятие.

1 Рекомендации к освоению дисциплины «Физика»

При изучении данной дисциплины необходимо, прежде всего, усвоить основные понятия, законы и принципы классической и современной физики, а затем их важнейшие следствия.

В разделе «Механика» следует обратить особое внимание на:

- кинематические и динамические характеристики поступательного и вращательного движения, связь между ними. При этом необходимо использовать математический аппарат векторной алгебры и дифференциального и интегрального исчисления;

- понятия энергии и работы с учетом особенности консервативных и неконсервативных сил;

- законы сохранения импульса, момента импульса и механической энергии, их универсальность, отражающую фундаментальные свойства симметрии пространства и времени;

- эффективность использования законов сохранения при решении реальных физических задач;

- границы применимости классической физики.

В разделе «Статистическая физика и термодинамика» необходимо усвоить два качественно различных и взаимно дополняющих друг друга метода исследования физических свойств макроскопических систем, а именно: статистический и термодинамический. Особое внимание следует обратить на статистические распределения (Максвелла, Больцмана), законы термодинамики, понятие энтропии и связанное с ней статистическое толкование второго начала термодинамики.

В разделе «Электродинамика», прежде всего, следует акцентировать внимание на роль электрического поля во взаимодействии заряженных тел, его характеристики (напряженность, потенциал) и свойства, выражаемые основными теоремами:

- о циркуляции электростатического поля;
- Гаусса.

При решении задач необходимо уметь пользоваться принципом суперпозиции и теоремой Гаусса.

Особого внимания заслуживают вопросы, связанные с распределением зарядов в проводниках и поведением диэлектриков в электрическом поле.

При изучении обобщенного закона Ома необходимо знать четкое разграничение понятий: разность потенциалов, электродвижущая сила и напряжение.

В разделе «Электромагнетизм» при изучении свойств и характеристик магнитного поля важно уяснить сходство и различие этого поля с электростатическим (потенциальный и вихревой характер, наличие или отсутствие источников поля, действие поля на электрические заряды).

В разделе «Уравнения Максвелла» очень важно знать явление электромагнитной индукции (закон Фарадея – Максвелла), его роль в развитии теории электромагнитного поля (теории Максвелла); обратить особое внимание на физический смысл уравнений Максвелла.

В разделе «Физика колебаний и волн» механические и электрические колебания и волны следует изучать параллельно, обращая внимание на их сходство и различие, характеристики и уравнения. Усвоить, наряду с аналитическим, графический метод представления гармонического колебания с помощью вращающегося вектора амплитуды.

В разделе «Квантовая физика и физика атома» следует понять:

- роль теплового излучения в развитии квантовой природы излучения;
- основные закономерности теплового излучения, эффекта Комптона, фотоэффекта;
- свойства и характеристики фотона как кванта электромагнитного излучения;
- корпускулярно-волновой дуализм электромагнитного излучения и вещества как универсального закона природы.

Следует обратить внимание на физический смысл соотношений неопределенностей как квантового ограничения применимости понятий классиче-

ской механики, необходимости задания состояния частицы с помощью волновой функции.

В разделе «Физика твердого тела, атомного ядра и элементарных частиц» следует понять различия в распределении электронов по энергетическим зонам между металлами, диэлектриками и полупроводниками; изучить собственную и примесную проводимость полупроводников, фотопроводимость, уяснить свойства p - n -перехода. Необходимо хорошо знать строение атомного ядра, особенности ядерных сил, физическую сущность реакции деления тяжелых ядер и термоядерной реакции, уяснить возможность практического использования внутриядерной энергии.

2 Общие требования к выполнению и оформлению контрольных работ

Из-за большого разнообразия физических задач не существует единого способа их решения, тем не менее, при решении учебных физических задач можно придерживаться следующего общего алгоритма:

- осмыслите и проанализируйте содержание задачи, установите, в каких условиях находится изучаемая система (объект), сделайте чертёж, график или рисунок, поясняющий физический смысл задачи и ход ее дальнейшего решения;

- подумайте, какие физические законы следует применить в данной ситуации, запишите их уравнения в общем виде, затем – применительно к данной задаче - поясните смысл каждого обозначения в уравнении;

- решите задачу в общем виде, получите рабочую (расчетную) формулу. Числовые значения, как правило, подставляются только в рабочую формулу, выражающую искомую величину;

- производя вычисления величин, руководствуйтесь правилами приближенных вычислений. Все, входящие в данную формулу величины, выражайте в одной и той же системе единиц (желательно в СИ);

- в некоторых случаях целесообразно оценить правдоподобность ответа, это поможет избежать ошибок в решении.

Все РГР и контрольные работы выполняются в тетради (школьной) или набираются на компьютере. На обложке или титульном листе приводятся сведения в соответствии с приведенным ниже примером.

Пример – образец титульного листа.

РГР №1, М 1 студента группы АУ – 18 –1 Серикжанулы Н.С.

Вариант 1 (Шифр 255327).

Каждая работа выполняется в отдельной тетради. Работа должна быть выполнена аккуратно, рисунки – карандашом при помощи линейки. Условие задачи переписывается полностью, без сокращений, затем оно должно быть записано с помощью общепринятых символических обозначений в краткой форме под заглавием «Дано». Решение каждой задачи необходимо сопровождать краткими пояснениями, раскрывающими смысл используемых обозначений.

ний, где возможно, дать схематический чертеж, поясняющий решение задачи. Необходимо указать, какие физические законы лежат в основе данной задачи, решить ее в общем виде (в буквенных обозначениях), после чего подставить числовые данные и произвести вычисления, указать единицу искомой физической величины. При вычислениях рекомендуется пользоваться правилами приближенных вычислений и грамотно записывать ответ.

Для замечаний преподавателя на странице оставляются поля.

В конце работы необходимо указать, каким учебником или учебным пособием студент пользовался при изучении физики.

Пример решения и оформления задачи.

Задача. Тепловая машина с идеальным газом в качестве рабочего вещества совершает обратимый цикл, состоящий из изохорного нагревания 1-2, адиабатного расширения 2-3 и изотермического сжатия 3-1. Максимальная температура T_{max} , достигаемая в цикле, равна 400К, минимальная $T_{min} = 300$ К. Определите к.п.д. цикла. Каким был бы к.п.д. машины, если бы она работала по обратимому циклу Карно с теми же температурами нагревателя и холодильника?

Дано:

$$T_{max} = 400\text{К}$$

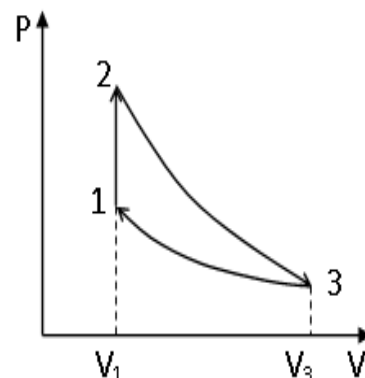
$$T_{min} = 300\text{К}$$

$$\eta = ?$$

Изобразим указанный цикл на диаграмме

P - V :

Коэффициент полезного действия тепловой машины:



$$\eta = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1}$$

Для нахождения полученного системой тепла Q_1 и отданного – Q_2 , применим первое начало термодинамики.

1-2, изохорное нагревание:

$$A = 0, Q_{12} = \Delta U = Q_1 = \nu C_v (T_2 - T_1),$$

2-3, адиабатное расширение:

$$Q_{23} = 0,$$

3-1, изотермическое сжатие:

$$\Delta U = 0, Q_{31} = A_{31} = |Q_2| = \nu RT_1 \ln \frac{V_3}{V_1}.$$

Из диаграммы видно, что $T_{max} = T_2$, $T_{min} = T_1$. Таким образом:

$$\eta = \frac{\nu C_v (T_2 - T_1) - \nu RT_1 \ln \frac{V_3}{V_1}}{\nu C_v (T_2 - T_1)} \quad (1)$$

Отношение объемов $\frac{V_3}{V_1}$ заменим отношением температур $\frac{T_2}{T_1}$, воспользовавшись уравнением адиабаты 2-3 и приняв во внимание равенство объемов $V_1 = V_2$:

$$T_2 V_1^{\gamma-1} = T_1 V_3^{\gamma-1};$$

$$\frac{V_3}{V_1} = \left(\frac{T_2}{T_1} \right)^{\frac{1}{\gamma-1}} \quad (2)$$

Подставим (2) в (1):

$$\eta = 1 - \frac{RT_1}{C_v} \cdot \frac{\ln \left(\frac{T_2}{T_1} \right)}{(\gamma - 1)(T_2 - T_1)}$$

Преобразуем выражение:

$$\frac{R}{C_v(\gamma - 1)} = \frac{R}{C_v \left(\frac{C_p}{C_v} - 1 \right)} = \frac{RC_v}{(C_p - C_v)C_v} = 1$$

Окончательно получим:

$$\eta = 1 - \frac{T_1 \ln \left(\frac{T_2}{T_1} \right)}{T_2 - T_1} = \frac{300 \ln \left(\frac{4}{3} \right)}{400 - 300} = 0,138$$

Для цикла Карно:

$$\eta_K = \frac{T_{\max} - T_{\min}}{T_{\max}} = \frac{400 - 300}{400} = 0,250$$

Ответ: $\eta = 13,8\%$; $\eta_K = 25,0\%$.

3 Расчетно-графическая работа №1, Модуль 1

Т а б л и ц а 1- Варианты заданий к расчетно-графическим работам № 1, М 1

Уровень	Вариант	Волькенштейн В.С. «Сборник задач по общему курсу физики». - М., 1990. - 400 с.	Чертов А.Г., Воробьев А.А. «Задачник по физике». - М., 2006. – 640 с.	Задания к практическим занятиям. Физика/Под ред. Ж.П. Лагутиной/.-М., 1989.	Приложение А
А	1	2.8,3.12,3.26,2.58(a)			5, 17
	2	1.46, 2.31	2.38, 3.49		3, 14
	3		3.19(2), 3.47	4.45, 6.9	1, 11
	4		2.36,3.28, 5.12	4.49	2, 13
	5		1.29, 2.7, 3.27,4.65		7, 19
	6	2.67, 3.4, 3.39	4.64		6, 20
	7		1.15, 2.3, 4.52, 5.14		9, 16
	8		1.8, 3.7, 3.25, 2.61		8, 18
	9	1.41,2.60, 3.21	3.20(1)		10, 15
	10	1.24, 2.3, 2.38	3.21		4, 12
В	11		2.60, 3.33, 2.41	4.21	21, 33
	12		3.30(1), 2.70, 2.74,	4.25	22, 31
	13		3.24, 2.78	3.7, 4.46	23, 34
	14	1.44	3.34, 2.59, 2.75		24, 43
	15	2.36	2.77, 3.23, 3.30(2)		25, 38
	16	1.57, 2.94	2.76, 3.22		26, 37
	17	1.61, 3.13	2.80, 4.24		27, 30
	18		1.25, 2.84, 3.30(3), 4.26		28, 39
	19		1.24, 2.84, 3.30(1), 3.45		32, 41
	20		2.18, 2.83, 3.46, 4.34		35, 42
	21		3.8, 3.53	1.26, 4.25	36, 40
	22		3.12(б), 3.55	1.21, 3.30	29, 44
С	23		2.92, 3.11(1)	1.29, 4.30	46, 51
	24		2.91, 3.11(2)	1.28, 4.28	47, 52
	25		2.90, 3.16	1.48, 4.29	45, 53
	26		2.89, 3.37	1.30, 4.26	48, 50
	27		3.32	3.4, 3.37, 4.24	49, 54

Приложение А

А.1 Почему для описания механического движения необходимо прежде всего выбрать систему отсчета (С.О.)? Что представляет собой «система отсчета»? Какие системы отсчета различают в механике?

А.2 Постройте график скорости $v(t)$, соответствующий графику пути $s(t)$ (рисунок А.1). Можно ли из имеющихся данных определить ускорение тела в разные моменты времени?

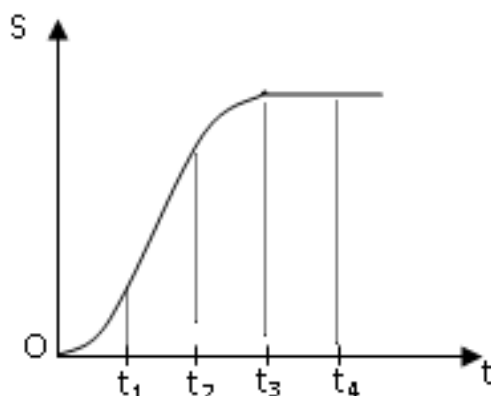


Рисунок А.1

А.3 Частица движется по криволинейной траектории. Поясните физический смысл следующих выражений:

$$\text{а) } \int_0^t \vec{a} \cdot dt \quad ; \quad \text{б) } \int_0^t a_\tau dt \quad ; \quad \text{в) } \int_0^t a_x dt \quad ; \quad \text{г) } \int_0^t \vec{v} dt \quad ; \quad \text{д) } \int_0^t v dt \quad ; \quad \text{е) } \int_0^t v_x \cdot dt \quad ,$$

где \vec{v} - скорость частицы;

\vec{a} - ускорение частицы.

А.4 Частица движется равномерно, по окружности радиуса R . Пусть \vec{r} - радиус-вектор, определяющий положение частицы относительно центра окружности:

а) сравните $\Delta \vec{r}$, $|\Delta \vec{r}|$, Δr при $t < T$ и $t = T$;

б) какое из выражений $\left| \frac{d\vec{r}}{dt} \right|$ или $\left| \frac{dr}{dt} \right|$ отлично от нуля?

А.5 Как изменяется модуль полного ускорения точки, если она движется равномерно по:

- а) свертывающейся плоской спирали;
- б) раскручивающейся плоской спирали?

А.6 Третий закон Ньютона. Действие и противодействие. В чем состоит субъективный характер их отличия? Приведите примеры.

А.7 Почему работа, совершаемая силами динамического трения, всегда отрицательна? Какие виды сил трения различают в механике? От чего они зависят?

А.8 Частица массы m движется с постоянной скоростью V вдоль прямой (см. рисунок А.2). Запишите выражение (в векторной и скалярной форме) момента импульса частицы \vec{L} относительно точки O . Укажите направление вектора \vec{L} . Докажите, что в данном случае направление и модуль момента импульса частицы не изменяются в процессе движения.

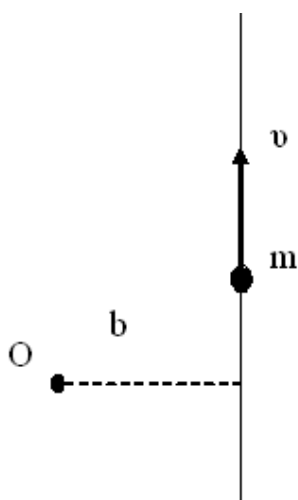


Рисунок А.2

А.9 Как определяется работа переменной силы на малом и конечном перемещениях? Можно ли на графике $F(S)$ определить работу? Ответ поясните.

А.10 Момент инерции твердого тела: определение и физический смысл. Может ли абсолютно твердое тело характеризоваться одним постоянным значением момента инерции? Почему?

А.11 Дайте определения понятий силы \vec{F} и массы m ? Каковы характерные свойства этих физических величин? Каково содержание закона независимости действия сил? Сформулируйте принцип суперпозиции сил.

А.12 Дайте определения понятий «инерция» и «инертность». Что служит мерой инертности тел при поступательном и вращательном движениях, при движении со скоростью $v \approx c$?

А.13 Центробежная сила. Чем она отличается от других известных Вам сил? Совершает ли центробежная сила работу? Приведите примеры.

А.14 Дайте определение понятию «энергия», перечислите основные свойства этой величины. Потенциальная и кинетическая энергия. В чем состоит различие в свойствах потенциальной и кинетической энергии? (Обрати-

те внимание на то, как определяется та или другая энергия частицы и системы частиц).

А.15 Предположим вы сидите на вращающемся табурете, не касаясь пола. Сможете ли вы привести себя и сиденье во вращение, отталкиваясь от обода сиденья? Ответ обоснуйте.

А.16 Шар массы m_2 , имеющий скорость \vec{v} , налетает на покоящийся шар массы m_1 (рисунок А.3). Могут ли после соударения скорости шаров \vec{v}'_1 и \vec{v}'_2 иметь направления, показанные на рисунке? В случае положительного ответа сформулируйте условия для угла α .

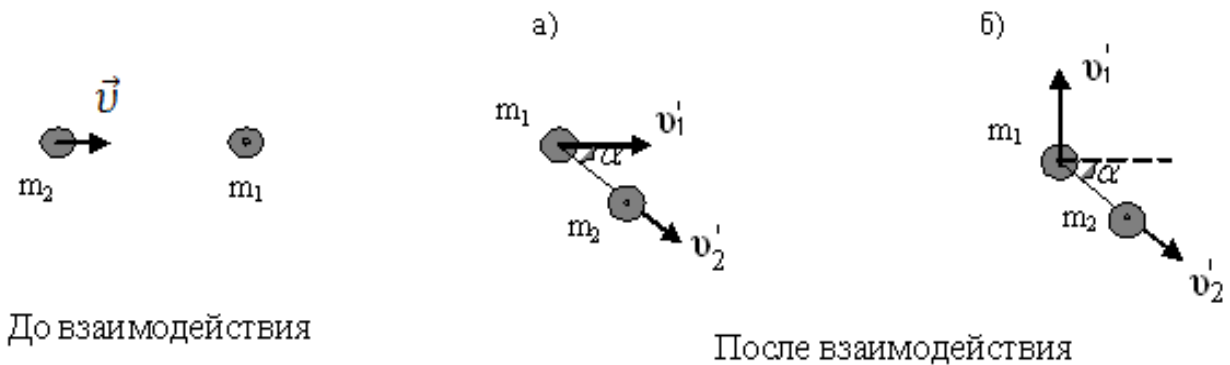


Рисунок А.3

А.17 Известно, что в некоторой точке траектории потенциальная энергия частицы $U=5$ Дж. Можно ли по этим данным найти силу, действующую на частицу в этой точке? Объясните, почему?

А.18 В чем заключается эффект «замедления хода движущихся часов» в движущейся системе отсчета? Приведите примеры экспериментального подтверждения этого эффекта.

А.19 Сформулируйте принцип относительности Эйнштейна и сравните его с принципом относительности Галилея. Запишите релятивистский закон сложения скоростей и получите из него классический закон сложения скоростей. Приведите примеры.

А.20 В чем заключается физический смысл закона связи между массой и энергией? Приведите факты, подтверждающие этот закон.

А.21 Импульс тела в релятивистской динамике. Постройте график зависимости импульса тела P от его относительной скорости v/c (c – скорость света в вакууме). При каких значениях v/c релятивистский импульс совпадает с классическим?

А.22 Нормальное ускорение частицы постоянно по модулю. Какую форму будет иметь траектория частицы в этом случае, если проекция тангенциального ускорения на направление движения:

- а) равна нулю;
- б) положительная;
- в) отрицательная?

А.23 Какое силовое поле называется центральным? Докажите, что все центральные поля, независимо от их природы, являются потенциальными.

А.24 Неинерциальная система отсчета. Зачем в неинерциальных системах отсчета нужно вводить силы инерции, и чем они отличаются от обычных сил взаимодействия между телами?

А.25 Сравните модуль силы натяжения нити математического маятника в крайнем положении с модулем силы натяжения нити конического маятника. Длины нитей, массы грузов и углы отклонения маятников одинаковы.

А.26. Движение материальной точки задано уравнениями $x=x_0+\alpha t^3$, $y=y_0-\beta t$, где α, β -const. Изменяется ли сила, действующая на точку:

- а) по модулю;
- б) по направлению.

Чему равен момент этой силы относительно начала координат в момент времени t ?

А.27 Цилиндр с намотанной на него нитью лежит на двух горизонтальных параллельных брусках (см. рисунок А.4). Конец нити пропущен между брусками, и к нему приложена постоянная сила F . Коэффициент трения между цилиндром и брусками k . Будет ли цилиндр перемещаться? В какую сторону? Ответ обоснуйте, записав уравнения динамики.

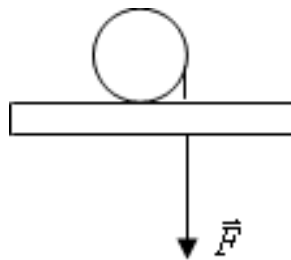


Рисунок А.4

А.28 Гироскоп в виде массивного цилиндра вращается в направлении, указанном на рисунке стрелкой. Как направлен собственный момент импульса? Чему он равен? Что произойдет, если к оси гироскопа приложить силу F , как показано на рисунке А.5?

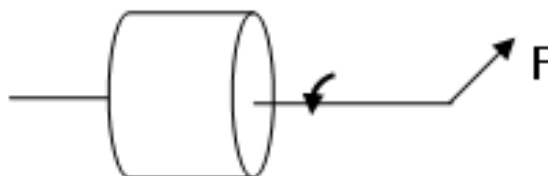


Рисунок А.5

А.29 Зависит ли работа, совершаемая над телом, от выбора системы отсчета? Влияет ли это на теорему о связи работы и кинетической энергии?

А.30. Изобразите на рисунке поверхности постоянной потенциальной энергии U , а также силу \vec{F} и градиент ∇U в некоторой произвольно взятой точке для:

- а) однородного поля тяжести;
- б) гравитационного поля точечной массы.

А.31 Определите положения равновесия и дайте ответ на вопрос, устойчивы ли они для поля вида:

а) $U = \frac{ar^2}{2}$;

б) $U = -\frac{ar^2}{2}$,

где a – положительная постоянная.

Проиллюстрируйте ответы графиками функций $U(r)$, $F_r(r)$.

А.32 Известно, что в двух близлежащих точках 1 и 2 потенциальная энергия частицы равна соответственно $U_1=5$ Дж и $U_2=5,1$ Дж. Расстояние между точками $r=1$ см. Можно ли по этим данным найти:

- а) проекцию силы на направление прямой, соединяющей точки 1 и 2;
- б) силу $\vec{F}^{(r)}$, действующую на частицу в окрестности этих точек?

А.33 Консервативна ли сила:

а) $\vec{F} = ax\vec{i} - by\vec{j} + cz\vec{k}$;

б) $\vec{F} = ay\vec{i} + bx^2\vec{j}$?

В случае положительного ответа получите формулу для потенциальной энергии $U(x,y,z)$.

А.34 Докажите, что в случае центрального упругого удара два тела обмениваются скоростями, если $m_1 = m_2$.

А.35 Выведите формулы для скоростей тел после центрального абсолютно упругого удара для случая, когда тело массы m_1 налетает со скоростью \vec{v}_1 на покоящееся тело массы m_2 . В каком случае налетающее тело:

- а) продолжит движение в прежнем направлении;
- б) отскочит обратно.

А.36 Выведите формулы для скоростей тел после центрального абсолютно неупругого удара для случая, когда тело массы m_1 налетает со скоростью \vec{v}_1 на покоящееся тело массы m_2 . Проанализируйте полученные результаты для случаев:

а) $m_1 \gg m_2$;

б) $m_1 \ll m_2$.

А.37 Каким молотком – легким или тяжелым – легче забивать гвозди? Тяжелее или легче сваи должен быть копёр для забивания свай? От чего зависит КПД удара?

А.38 Человек, стоящий на скамье Жуковского, держит в руках вращающееся колесо с вертикально ориентированной осью. Скамья с человеком неподвижна. Сначала человек держал вращающееся колесо над головой, затем

повернул ось колеса на 180° . В каком направлении будет вращаться скамья? Дайте обоснованный ответ.

А.39 В релятивистской динамике направления силы и вызываемого ею ускорения не всегда совпадают. Объясните, почему?

А.40 Прыгун, отталкиваясь от трамплина, выполняет в воздухе несколько полных оборотов, при этом свертывается клубком, а затем, при входе в воду, снова выпрямляет тело. Какую траекторию описывает при этом:

а) его центр масс;

б) другая точка тела (например, голова) J ?

Какие законы сохранения выполняются при этом? Опишите кинематику движения (характер изменения линейной и угловой скорости).

А.41 Горизонтальный диск массы m и радиуса R вращается вокруг вертикальной оси, проходящей через его центр перпендикулярно плоскости диска. На него опускают другой диск такой же массы, но вдвое меньшего радиуса, при этом диски оказываются жестко сцепленными друг с другом. Как изменятся:

а) угловая скорость вращения;

б) момент импульса системы относительно оси вращения;

в) кинетическая энергия?

А.42 Почему велосипедисту легко сохранять равновесие (даже не держа руль руками) в процессе движения и очень трудно – в покое? Ответ поясните векторной диаграммой.

А.43 Однородному цилиндру сообщают начальный импульс mv_0 , в результате чего он начинает катиться без скольжения вверх по наклонной плоскости, образующей с горизонтом угол α . На какую высоту поднимется цилиндр? Сравните полученный результат с тем, который при тех же условиях был бы получен для шайбы той же массы. Объясните различия. Потерями энергии на трение пренебречь.

А.44 Консервативные и неконсервативные силы. Дайте определение и приведите примеры. Поле каких сил называется потенциальным? Основное свойство этого поля.

А.45 Почему у рек Северного полушария, текущих на север, правый берег подвергается большей эрозии, чем левый? Дайте обоснованный ответ и приведите другие примеры.

А.46 Дайте определение понятиям:

а) момент инерции твердого тела J ;

б) момент силы M относительно неподвижной оси.

Что характеризуют эти величины? Проведите аналогию между величинами M и J и соответствующими им величинами динамики поступательного движения.

А.47 Какие физические величины являются инвариантными в классической и релятивистской механиках? Докажите их инвариантность.

А.48 По кольцу растекается капля жидкости. Как при этом изменяется момент инерции жидкости относительно оси, перпендикулярной плоскости

кольца и проходящей через его центр? Учтеть, что $r \ll R$, где r – радиус капли жидкости, R – радиус кольца жидкости.

А.49 На горизонтальной плоскости лежит катушка ниток массы m (рисунок А.6). Ее момент инерции относительно собственной оси J . Радиус намотанного слоя ниток равен r , внешний радиус катушки R . Катушка без скольжения движется под действием постоянной силы \vec{F} . Напишите уравнения движения катушки.

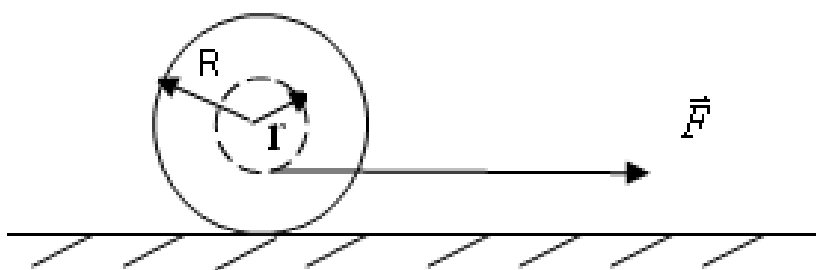


Рисунок А.6

А.50 Что представляет собой маятник Максвелла? Как он движется и под действием каких сил? Изобразите маятник на рисунке, запишите уравнения движения.

А.51 На ступенчатый цилиндрический блок с радиусами r и R (рисунок А.7) намотаны в противоположных направлениях две легкие нити, нагруженные массами m_1 и m_2 . Выведите условие равновесия грузов и блока. Трением в оси пренебречь.

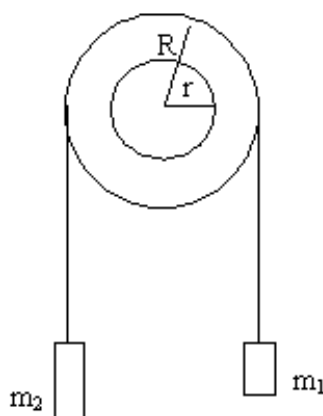


Рисунок А.7

А.52 Зависимость потенциальной энергии W_n взаимодействия двух частиц от расстояния r между ними показана на рисунке А.8. Каким расстояниям между частицами соответствует равновесие? При каком расстоянии это равновесие устойчиво и при каком – неустойчиво? Каким участкам кривой соответствуют силы притяжения и каким – силы отталкивания? Дайте полный ответ на основе анализа связи силы и потенциальной энергии.

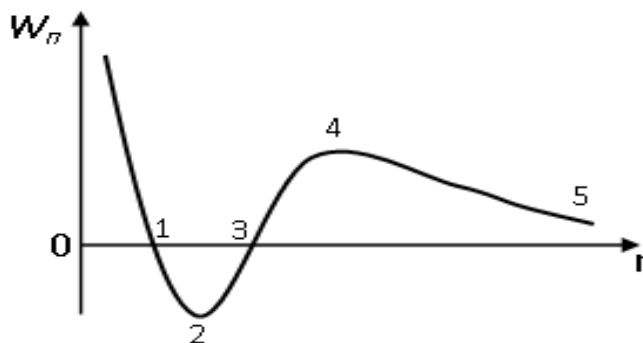


Рисунок А.8

А.53 Предположим, что с двух наклонных одинаковых по высоте и длине плоскостей скатываются два тела одинаковой массы, имеющие одинаковые радиусы: шар и сплошной цилиндр (диск). Какое тело скатится быстрее? Какие из параметров и как следует изменить, чтобы время скатывания всех тел было одинаковым? Ответы обоснуйте.

А.54 Ни одно тело с массой покоя m_0 , отличной от нуля ($m_0 \neq 0$), не может достигнуть скорости света. Обоснуйте это утверждение.

4 Расчетно-графическая работа №2, Модуль 2

Т а б л и ц а 2 - Варианты заданий к расчетно-графическим работам № 2, М 2

Уровень	Вариант	Волькенштейн В.С. «Сборник задач по общему курсу физики». - М., 1990	Чертов А.Г., Воробьев А.А. «Задачник по физике». - М., 2006	Физика: Задания к практическим занятиям / Под общ. ред. Ж.П. Лагутиной. - Мн., 1989	Приложение Б
А	1		25.11, 25.25, 25.42		3,28
	2		25.7, 25.26, 25.43		1,29
	3		25.3, 25.12, 25.44		5,30
	4		25.4, 25.6, 25.45		2,31
	5		26.6	18.7, 18.27	4,32
	6		26.7	18.4, 18.28	6,33
	7	11.93, 11.128	26.14		7,34
	8	11.95, 11.108, 11.127			8,35
	9	11.96, 11.110, 11.118,			15,36
	10	11.94, 11.113		18.30	16,37
В	11		25.9, 25.37, 26.5		9,38
	12		25.8, 25.32, 26.8		10,39
	13		25.27, 26.10	18.8	12,40
	14	11.122, 11.126, 11.131			11,41
	15	11.103, 11.121, 11.129			17,42
	16	11.105, 11.117		18.15	18,43
	17	11.106. 11.116		18.29	20,44
	18	11.122, 11.129	25.8		21,45
	19	11.105, 11.126		18.29	22,46
	20		25.32, 26.10	18.15	23,47
	21		25.22, 25.37	18.31	24,48
	22	11.121, 11.131		18.12	25,49
С	23		25.24, 25.28	18.6	13,50
	24			18.18, 18.23, 18.49	14,51
	25		25.28	18.20, 18.44	19,52
	26	11.115, 11.125		18.10	26,53
	27		25.28	18.18. 18.46	27,54

Приложение Б

Б.1 Проведите аналогию математического описания гармонических колебаний различной природы: дифференциальное уравнение колебаний, его решение; физические величины, характеризующие систему, их графики.

Б.2 Частица совершает гармоническое колебание с амплитудой A и периодом T . Определите время, за которое частица сместится:

а) от положения $x=0$ до положения $x=A/2$;

б) от положения $x=A/2$ до $x=A$. Постройте график колебания и отметьте указанные промежутки времени.

Б.3 Что такое фигуры Лиссажу? В каком случае они наблюдаются? От чего зависит вид фигуры и какие характеристики колебаний можно определить по виду кривой? Приведите примеры.

Б.4 Что такое аperiодический процесс? При каких условиях он наблюдается? Где возможно применение критического затухания (демпфирования)?

Б.5 Объясните, почему мы слышим собеседника, речь и пение актеров, звучание музыкальных инструментов. Почему голос человека индивидуален, как и отпечатки пальцев?

Б.6 Какова интенсивность света, отраженного от поверхности диэлектрика, если он падает на поверхность под углом Брюстера и поляризован:

а) в плоскости, перпендикулярной плоскости падения луча;

б) в плоскости падения?

Б.7 Чему равна при гармоническом колебании работа A квазиупругой силы за время, равное периоду колебаний? Дайте обоснованный ответ. Что является следствием данного результата?

Б.8 Какое отношение имеет длина волны к вопросу о том, будет ли данное тело представлять препятствие для волн? Нарисуйте возможные картины распространения волны для случаев:

1) $d < \lambda$,

2) $d \sim \lambda$,

3) $d \gg \lambda$.

Б.9 Почему интерференцию света можно наблюдать от двух лазеров и нельзя – от двух электроламп? Дайте полную характеристику света от таких источников.

Б.10 В чем заключается суть просветления оптики? Где применяются просветленные линзы?

Б.11 От чего зависит амплитуда и начальная фаза гармонических колебаний? Приведите примеры, проиллюстрируйте результаты с помощью графиков и формул.

Б.12 Нарисуйте и проанализируйте резонансные кривые для амплитуды смещения (заряда) и скорости (тока). В чем их отличие? Объясните причину этого отличия.

Б.13 Говорят, что великий тенор Энрико Карузо мог заставить бокал разлететься вдребезги, спев в полный голос ноту надлежащей высоты. Как это объяснить?

Б.14 На рисунке Б.1 дан график смещений ξ в бегущей волне для некоторого момента времени t . Нарисуйте под ним (соблюдая тот же масштаб для x) график плотности энергии w для того же момента времени.

Б.15 Продольные и поперечные волны. Какую волну – поперечную или продольную – описывает уравнение $\xi = A \cos(\omega t - kx)$? Почему? Объясните смысл величины ξ и проанализируйте зависимости $\xi(x)$ и $\xi(t)$.

Б.16 На рисунке Б.1 дана «моментальная» фотография смещений ξ частиц среды, в которой вдоль оси x распространяется упругая волна. Укажите направление скоростей частиц в точках А, В и С в случае:

а) продольной волны;

б) поперечной волны, колебания в которой происходят в плоскости рисунка. Чему равна скорость частицы в точке В в обоих случаях?

Б.17 На рисунке Б.1 дан график смещений ξ в бегущей волне для некоторого момента времени t . Чему равна (нулю, отлична от нуля, максимальна) плотность кинетической, потенциальной и полной энергии в точках:

1) А и С.

2) 0 и В?

Чему равен и как направлен вектор плотности потока энергии \vec{j} в этих точках?

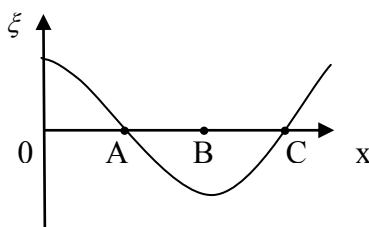


Рисунок Б.1

Б.18 Электрическое поле в плоской электромагнитной волне изменяется по закону $E_x = E_0 \cos(\omega t - kz)$, $E_y = E_z = 0$. Определите:

а) величину и направление \vec{B}_0 , запишите закон изменения \vec{B} ;

б) направление распространения волны;

в) величину и направление вектора Пойнтинга.

Б.19 Почему винный бокал «поёт», если провести мокрым пальцем вдоль его края? Что именно вызывает звучание бокала и почему палец при этом должен быть влажным? Каковы колебания кромки бокала: поперечные или продольные?

Б.20 Какое свойство упругих волн и каким образом помогло геофизикам сделать вывод о существовании жидкого ядра Земли?

Б.21 На рисунке Б.2 представлены графики двух гармонических колебаний. Первое из них описывается уравнением: $x_1 = A \cos \omega t$. Запишите уравнение второго колебания, считая известными величины A и ω . Какое из колебаний обладает большей энергией, во сколько раз?

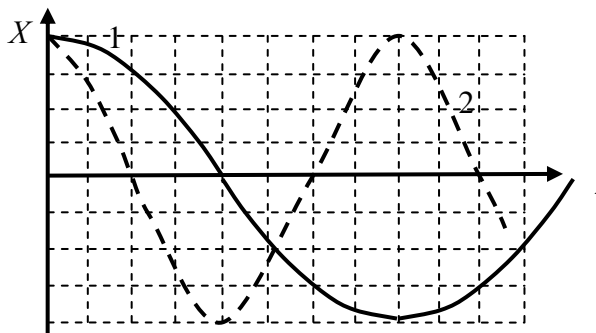


Рисунок Б.2

Б.22 Что описывает уравнение вида $\xi = f(\omega, t - kx)$, где f – некоторая функция, ω и k – константы? Приведите примеры. Каков физический смысл величин ω/k и $\partial\omega/\partial k$?

Б.23 Запишите уравнение *плоской монохроматической* электромагнитной волны, распространяющейся вдоль оси Y . Покажите на рисунке расположение друг относительно друга векторы \vec{E} , \vec{H} и \vec{v} в этой электромагнитной волне? Какие свойства волны отражают эти факты? Что можно сказать о частоте колебаний векторов \vec{E} , \vec{H} , их начальных фазах? Что представляет собой *естественная световая волна*? Опишите свойства световой волны.

Б.24 Листовые поляроидные покрытия из пластмассы первоначально были разработаны для автомобильных фар – их ставили, чтобы не слепить водителей встречных автомобилей. Каким образом это достигалось и как лучше всего следовало ориентировать такой поляроид? Учтите, что встречная машина должна все-таки оставаться видимой, так что свет частично должен проходить через покрытие.

Б.25 На примере участка однородного проводника с постоянным током плотностью \vec{j} определите величину потока энергии электромагнитного поля и направление переноса энергии, исходя из понятия вектора Пойнтинга.

Б.26 Вектор Пойнтинга, его смысл. На примере неоднородного участка проводника с постоянным током плотностью \vec{j} (поле сторонних сил однородно $\vec{E}^* = const$) определите величину потока энергии электромагнитного поля и направление переноса энергии.

Б.27 В воде плавает льдина в виде параллелепипеда с площадью основания S и высотой H . Льдину погружают в воду на небольшую глубину x_0 и

опускают. Определите период её колебания, пренебрегая сопротивлением воды. Каким станет период колебаний, если сила сопротивления воды пропорциональна скорости? Запишите законы движения льдины $x=x(t)$ для обоих случаев.

Б.28 Какую функцию описывает формула Рэлея-Джинса? При каких длинах волн она удовлетворительно согласуется с экспериментом? Почему из распределения Рэлея-Джинса был сделан вывод об «ультрафиолетовой катастрофе»?

Б.29 Изобразите зависимость испускательной способности черного тела $r(\omega, T)$ от частоты ω . Как можно рассчитать значение температуры излучающего тела, используя эту зависимость? Какие законы лежат в основе этих расчетов?

Б.30 Что представляет собой вольтамперная характеристика фотоэлемента? Как с ее помощью определить число N электронов, выбиваемых светом с поверхности катода в единицу времени? Какие параметры фотокатода необходимо при этом знать?

Б.31 В чем состоит физический смысл соотношения неопределенностей (для координат и проекций импульса) В.Гейзенберга? Какие из указанных физических величин могут быть одновременно точно определены?

Б.32 Дайте определение эффекту Комптона. Объясните:

а) независимость величины $\Delta\lambda$ в формуле для эффекта Комптона от природы вещества;

б) наличие в рассеянном излучении несмещенной компоненты.

Б.33 Какой смысл вкладывается в соотношение неопределенностей $\Delta W \cdot \Delta t \geq \hbar$? Проиллюстрируйте на примерах его подтверждение.

Б.34 Запишите формулу для энергетического спектра одномерного квантового гармонического осциллятора, изобразите вид этого спектра. Объясните, почему его минимальная энергия не равна нулю.

Б.35 Сформулируйте, в чем сущность корпускулярно-волнового дуализма электромагнитного излучения? Запишите и поясните формулы, выражающие связь волновых и корпускулярных характеристик электромагнитного излучения. Какие из этих соотношений являются фундаментальными, а какие – индивидуальными?

Б.36 В чем суть туннельного эффекта и почему он невозможен в рамках классической механики? Какие явления служат экспериментальным доказательством прохождения частиц сквозь потенциальный барьер? Дайте определение коэффициента прозрачности D потенциального барьера. Не противоречит ли закону сохранения энергии прохождение частицы сквозь потенциальный барьер при $W < U$?

Б.37 Покажите, что при больших квантовых числах энергетические уровни электрона в потенциальном ящике с плоским дном и бесконечно высокими стенками становятся квазинепрерывными.

Б.38 В спектре излучения абсолютно черного тела при температуре T выделены два участка, площади которых $\Delta S_1 = \Delta S_2$ (рисунок В.1). Сравните

средние излучательные способности и энергетические светимости в интервалах $\Delta\lambda_1$ и $\Delta\lambda_2$. Одинаково ли число излучаемых квантов?

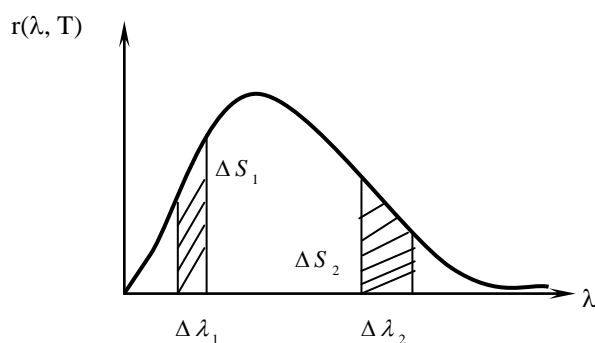


Рисунок В.1

Б.39 На одном рисунке представьте графики зависимости от длины волны λ спектральной плотности энергетической светимости $r(\lambda, T)$ равновесного теплового излучения для нескольких температур $T_1 < T_2 < T_3$. Охарактеризуйте все изменения кривых зависимости $r(\lambda, T)$ при переходе к более высоким температурам (проиллюстрируйте законы теплового излучения абсолютно черного тела). Объясните, почему эти кривые не могут пересекаться.

Б.40 Изобразите качественно зависимость задерживающего напряжения U_3 от частоты ω падающего света при фотоэффекте. Проанализируйте влияние материала катода на эти кривые (изобразите два графика для различных фотокатодов). Какие физические постоянные могут быть получены с помощью этой зависимости и как?

Б.41 В конце 19 века физик Лоренц Х. сделал вывод о том, что «уравнения классической физики оказались неспособными объяснить, почему угасшая печь не испускает синих лучей наряду с излучением больших длин волн». Что легло в основу этого вывода? Как и кем были разрешены эти трудности?

Б.42 Объясните, почему существование граничной частоты фотоэффекта свидетельствует в пользу корпускулярной, а не волновой теории света? Какие еще закономерности фотоэффекта не могут быть правильно объяснены в волновой теории света?

Б.43 Покажите, что в эффекте Комптона проявляются корпускулярные свойства электромагнитного излучения. Почему эффект Комптона не наблюдается при рассеянии видимого света?

Б.44 Что такое «ток насыщения» фотоэлемента? Как зависит ток насыщения $I_{\text{нас}}$ данного фотоэлемента:

а) от величины светового потока,

б) от напряженности электрического поля в падающей световой волне?

Постройте графики этих зависимостей (качественные).

Б.45 Как изменится вид вольтамперной характеристики фотоэлемента, если:

а) при неизменном спектральном составе волны увеличится в два раза ее полный световой поток;

б) при неизменном световом потоке увеличится в два раза частота монохроматического света? Изобразите характеристики на графике и поясните их.

Б.46 Представьте графически и обсудите энергетический спектр одномерного квантового гармонического осциллятора. Поясните, почему его минимальная энергия не равна нулю.

Б.47 Представьте графически и обсудите энергетический спектр атома водорода. Опишите его оптический спектр: происхождение серий и отдельных линий в этом спектре.

Б.48 От каких квантовых чисел зависит волновая функция, описывающая состояние электрона в атоме водорода в теории Шредингера? Укажите возможные значения квантовых чисел и что каждое из них определяет. Что представляет собой *полная система квантовых чисел*? Что такое *спин* частицы?

Б.49 В потенциальном бесконечно глубоком одномерном ящике энергия W электрона точно определена. Значит, точно определено и значение квадрата импульса электрона ($p^2=2mW$). С другой стороны, электрон заперт в ограниченной области с линейными размерами l . Не противоречит ли это соотношению неопределенностей?

Б.50 Оцените, исходя из соотношения неопределенностей, энергию *нулевых колебаний* одномерного квантового гармонического осциллятора. Сравните полученный результат с тем, который следует из решения уравнения Шредингера.

Б.51 Как квантуется энергия и момент импульса частицы (охарактеризуйте квантовые числа)? Каким образом «форма потенциальной ямы» влияет на квантование энергии?

Б.52 Запишите законы сохранения энергии и импульса для процессов взаимодействия фотонов с частицами вещества (электронами). В чем специфика применения этих законов для оптических фотонов, рентгеновского и γ —излучений?

Б.53 Как изменится вид вольтамперной характеристики фотоэлемента, если при неизменном потоке фотонов увеличится (уменьшится) в два раза частота монохроматического света. Изобразите характеристики на графике и поясните их.

Б.54 Запишите закон Кирхгофа для теплового излучения. Объясните, почему, например, тело, окрашенное в зеленый цвет и, следовательно, поглощающее красную часть видимого спектра, не излучает волн красного диапазона, как можно было бы ожидать, исходя из закона Кирхгофа. Поясните свой ответ с помощью графика.

Список литературы

- 1 Савельев И.В. Курс физики. - М.: Наука, 1989. - т. 1-2.
- 2 Сивухин Д.В. Общий курс физики. – М.: Наука, 1977-1989. т. 1-5.
- 3 Детлаф А.А., Яворский Б.М. Курс физики . - М.: Высш. шк. , 2004.
- 4 Трофимова Т.И. Курс физики. - М.: Высш. шк., 2004.
- 5 Матвеев А.Н. Электричество и магнетизм. - М.: Высш.шк. , 1983.
- 6 Курс физики. Под ред. Лозовского В.Н. – СПб.: Лань, 2001. – т.1.
- 7 Иродов И.Е. Основные законы механики.- М.: Высш. шк., 1997.
- 8 Иродов И.Е. Электромагнетизм. Основные законы. - М.: Лаборатория Базовых Знаний, 2000.
- 9 Чертов А.Г., Воробьев А.А. Задачник по физике: Уч.пособие для втузов. - М.: Изд.-во Физико – математической литературы, 2006.
- 10 Трофимова Т.И. Сборник задач по курсу физики для втузов. - М.: Оникс 21 век, 2003.
- 11 Волькенштейн В.С. Сборник задач по общему курсу физики. – СПб.: Книжный мир, 2003.
- 12 Завадская Л.В., Мажитова Л.Х., Тонконогая Л.А. Физика 1. Конспект лекций. – Алматы: АИЭС, 2006.
- 13 Электростатика. Постоянный ток. Методические указания к выполнению лабораторных работ для студентов всех форм обучения всех специальностей. - Алматы: АИЭС, 2007.
- 14 Электромагнетизм. Методические указания к выполнению лабораторных работ для студентов всех форм обучения всех специальностей. - Алматы: АИЭС, 2007.
- 15 Механика поступательного и вращательного движения. Методические указания к выполнению лабораторных работ для студентов всех форм обучения всех специальностей. - Алматы: АИЭС, 2007.
- 16 Статистическая физика и термодинамика. Методические указания к выполнению лабораторных работ для студентов всех форм обучения всех специальностей. - Алматы: АИЭС, 2009.
- 17 Механика и статистическая физика. Методические указания к выполнению лабораторных работ. Лабораторный практикум с использованием компьютера для студентов всех форм обучения всех специальностей. – Алматы: АИЭС, 2008.
- 18 Физика. Решение задач в компьютерной среде MathCAD. Учебное пособие. - Алматы: АИЭС, 2008.

Содержание

Введение.....	3
1 Рекомендации к освоению дисциплины «Физика»	3
2 Общие требования к выполнению и оформлению контрольных работ	5
3 Расчетно-графическая работа №1, Модуль 1	8
Приложение А	9
4 Расчетно-графическая работа №2, Модуль 2	17
Приложение Б	18
Список литературы	24

*Ляйля Хамитовна Мажитова
Гульнара Кадырбековна Наурызбаева
Гулдана Тлеужановна Алджамбекова*

ФИЗИКА

Методические указания к выполнению РГР
для студентов специальности
5В081200 – Энергообеспечение сельского хозяйства

Редактор Л.Т.Сластикина
Специалист по стандартизации Г.И.Мухаметсариева

Подписано к печати
Тираж 30 экз.
Объем 1,43 уч. – изд.л.

Формат 60×84 1/16
Бумага типографская № 1
Заказ ___ цена 720 тенге.

Копировально-множительное бюро
некоммерческого акционерного общества
«Алматинский университет энергетики и связи»
050013, Алматы, ул. Байтурсынова, 126/1

НЕКОММЕРЧЕСКОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
АЛМАТИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ЭНЕРГЕТИКИ И СВЯЗИ

Кафедра технической физики

«УТВЕРЖДАЮ»
Проректор по АД АУЭС
_____ Коньшин С.В.

« ____ » _____ 2019 г.

ФИЗИКА

Методические указания к выполнению РГР для студентов специальности 5В081200 – Энергообеспечение сельского хозяйства

СОГЛАСОВАНО:

Директор ДАВ

_____ Р.Р. Мухамеджанова

" ____ " _____ 2019 г.

Председатель УМК

_____ Б.К. Курпенов

Редактор

" ____ " _____ 2019 г.

Специалист по стандартизации

« ____ » _____ 2019г.

Рассмотрено и одобрено на
заседаниях кафедры технической физики

Протокол №1 от 03.09.2018г.

Зав. кафедрой ТФ

_____ Е.С. Умбетов

Составители:

_____ Л.Х. Мажитова

_____ Г.К. Наурызбаева

_____ Г.Т. Алджамбекова

Алматы 2019