



**Некоммерческое
акционерное
общество**

**АЛМАТИНСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ
ЭНЕРГЕТИКИ
И СВЯЗИ ИМЕНИ
ГУМАРБЕКА
ДАУКЕЕВА**

Кафедра космической
инженерии

ФИЗИКА

Методические указания по выполнению расчетно-графических работ
для студентов специальности 6В07108 – Автоматизация и управление

Алматы 2020

СОСТАВИТЕЛИ: Л.Х. Мажитова, Г.К. Наурызбаева, М.М. Азилкияшева. Физика. Методические указания по выполнению расчетно-графических работ для студентов специальности 6В07108 – Автоматизация и управление. – Алматы: АУЭС, 2020. – 33 с.

Ил. 29, таб.3, библиограф. – 15 назв.

Рецензент: Елеукулов Е.О.

Печатается по плану издания некоммерческого акционерного общества «Алматинский университет энергетики и связи имени Гумарбека Даукеева» на 2020 г.

© НАО «Алматинский университет энергетики и связи имени Гумарбека Даукеева», 2020 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», «Электродинамика», «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 трех кредитов (модулей), по каждому из которых студенты выполняют расчетно - графические работы (РГР) по трем уровням сложности (А, В и С – по выбору). Номер варианта студентом выбирается самостоятельно и утверждается преподавателем, ведущим практическое занятие.

1.1 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:

1) о циркуляции электростатического поля;

2) 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 классической 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.

1.2 Общие требования к выполнению и оформлению расчетно-графических 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 лист

РГР №1, М 1 студента группы АУ – 20–1 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, 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.

1.2.2 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 – $T_{min} = 300К$. 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:

$$T_{max} = 400К$$

$$T_{min} = 300К$$

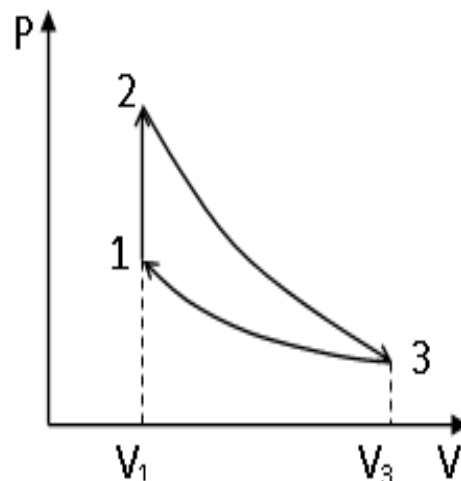
$$\eta = ?$$

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

1.3 Задания к расчетно-графическим работам

Таблица 1 – Варианты заданий к РГР № 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)	11-26, 11-54		1, 28
	2	1.46, 2.31	10-50,11-27		2, 29
	3		11-28, 11-71	4.45, 6.9	3, 30
	4		10-63	4.49	4, 31

Продолжение таблицы 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
	5			10-8,11-32	
А	6	2.67, 3.4, 3.39	11-4,11-20		6, 33
	7		10-7, 11-35		7, 34
	8		11-2	4.24, 4.19	8, 35
	9	1.41,2.60, 3.21	9-27, 11-63		9, 36
	10	1.24, 2.3, 2.38	11-39		10, 37
В	11		11-55	4.21	11, 38
	12		11-34	4.25	12, 39
	13		11-57	3.7, 4.46	13, 40
	14	1.44	11-44,11-58		14, 41
	15	2.36	10-11,11-46, 11-59		15, 42
	16	1.57, 2.94		1.25, 4.23	16, 43
	17	1.61, 3.13	11-67		17, 44
	18		10-26	1.20, 4.15	18, 45
	19		10-36, 11-74	1.27, 4.29	19, 46
	20		10-18, 11-73	1.25, 4.27	20, 47
	21		11-40	1.26, 4.25	21, 48
	22		11-54	1.21, 3.30	22, 49
С	23		11-75	1.29, 4.30	23, 50
	24		11-41	1.28, 4.28	24, 51
	25		11-56	1.48, 4.29	25, 52
	26		10-14	1.30, 4.26	26, 53
	27		10-25	3.4, 3.37, 4.24	27, 54

Таблица 2 – Варианты заданий к РГР № 2, М 2

Уровень	Вариант	Чертов А.Г., Воробьев А.А. «Задачник по физике». – М., 2006. – 640 с.	Волькенштейн В.С. «Сборник задач по общему курсу физики». – М., 1990	Задания к практическим занятиям. Физика. /Под ред. Ж.П. Лагутиной/. – М., 1989.	Приложение Б
А	1	14-10,15-55, 17-10, 21-15, 23-9			1,28
	2	14-50,17-16,19-12, 25-1, 22-25		17-22	2,31
	3	14-11, 17-19, 19-13, 21-19, 23-		17-25	3,29

Продолжение таблицы 2

Уровень	Вариант	Чертов А.Г., Воробьев А.А. «Задачник по физике». – М., 2006. – 640 с.	Волькенштейн В.С. «Сборник задач по общему курсу физики». – М., 1990	Задания к практическим занятиям. Физика. /Под ред. Ж.П. Лагутиной/. – М., 1989.	Приложение Б
		13, 25-4			
А	4	15-37,17-21, 19-19,22-14,23-14			4,32
	5	14-38, 15-54, 19-31		16.42	7,30
	6	18-10		13-25, 16-45, 17-30	5,33
	7	21-17, 23-20	11.93, 11.128	12-44, 14-11, 15-11, 17-36	6,36
	8	14-49,22-27, 24-14	11.95, 11.108, 11.127		8,37
	9	14.50, 15.56, 25-3	11.96, 11.110, 11.118,	16-13, 17-41	9,35
	10	22-8, 23-3, 25-2	11.94, 11.113	15-35, 16-33, 17-42	10,34
В	11	14-52,15-61,19-15,21-31(б),25-1(1)			11,38
	12	14-17,14-53,15-48, 19-16,23-15			15,40
	13	14-13,15-40,17-24, 20-2, 21-31(д)			13,39
	14	14-18,15-18, 15-45,19-24,23-27	11.122, 11.126, 11.131		14,42
	15	15-20,18-11,15-47,19-32,21-30	11.103, 11.121, 11.129		17,41
	16	14-16, 18-7, 19-33, 21-31(а)	11.105, 11.117		16,43
	17	14-26, 15-57, 19-34, 23-38	11.106. 11.116	13-32, 17.47,16-44	19,44
	18	14-54, 15-67, 23-23, 24-19	11.122, 11.129	12-40,14-20,15-9	18, 47
	19	22-11, 24-18	11.105, 11.126	11-32,12-23,15-17	12,48
	20	22-10, 23-24		11-45,13-31,14-21,15-20	22,46
	21	22-18, 24-21		15-17, 14-26, 12-17	20,49
	22	23-22,24-7	11.121, 11.131	15-14,13-32 11-42,17-4	21,45

Продолжение таблицы 2

Уровень	Вариант	Чертов А.Г., Воробьев А.А. «Задачник по физике». – М., 2006. – 640 с.	Волькенштейн В.С. «Сборник задач по общему курсу физики». – М., 1990	Задания к практическим занятиям. Физика. /Под ред. Ж.П. Лагутиной/. – М., 1989.	Приложение Б
С	23	14-8, 14-56, 15-64		15.29,17-17,17-28	24,52
	24	14-47, 18-19; 22-20,23-33		13.29, 15.19,1-48	26,50
	25	16-9; 18-17; 19-36,22-34,23-40		12.41; 13.41;	23,51
	26	16-19,22-36,23-27,24-7,24-24	11.115, 11.125	12.42; 13.45;	25,53
	27	15-68; 19-36,22-38, 23-34		13.41,17-21,17-31	27,54

Таблица 3 – Варианты заданий к РГР № 3, М 3

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 В
А	1	21.4, 21.32	6.7, 6.18, 6.41	20.24, 22.18	3
	2	21.2, 21.33, 18.15, 19.13, 19.38	6.10, 6.19, 6.59, 26.18	19.39, 19.44	4
	3	21.3, 21.34	6.8, 6.14, 6.56, 31.16	20.30	7
	4	21.5, 22.9			5
	5		7.9, 30.24, 32.4		8
	6			19.9, 20.21	1
	7	18.21, 19.11, 20.8	6.24(1), 6.58, 7.8, 26.20	21.21	9
	8		7.38, 31.15, 32.2		2
	9			7.37, 19.15, 19.43	6
	10			7.38, 21.26	10
Б	11	21.25, 22.13	6.11, 7.40		12
	12	21.26, 22.17	6.12, 7.16		11
	13	21.27, 22.16	6.13, 6.27, 6.61, 32.5	7.50	13
	14		6.9, 6.29(1), 6.49, 7.11, 7.40		15
	15			7.49, 22.17	19

Продолжение таблицы 3

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 В
Б	16			7.17	22
	17			7.11, 7.18, 7.28, 19.11	14
	18		6.20(1), 7.5, 30.29	7.12, 7.30	18
	19		6.13, 6.28, 6.63, 7.6	21.8	20
	20			19.12, 20.35, 21.15	21
	21		6.11, 6.29(3), 6.48		17
	22		6.12, 6.21, 31.14	7.29, 7.49	16
С	23		6.6, 6.64	21.9, 22.37	24
	24		6.3, 6.70, 31,30	19.46, 22.36	27
	25		6.4, 6.55, 6.72, 31.31, 32.13		26
	26	20.11, 21.16, 22.34	6.6, 6.71	7.33, 21.27, 22.34	23
	27	19.19, 22.36		7.48, 21.9, 22.33	25

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 $s(t)$ (см. рисунок А.1). Можно ли из имеющихся данных определить ускорение тела в разные моменты времени?

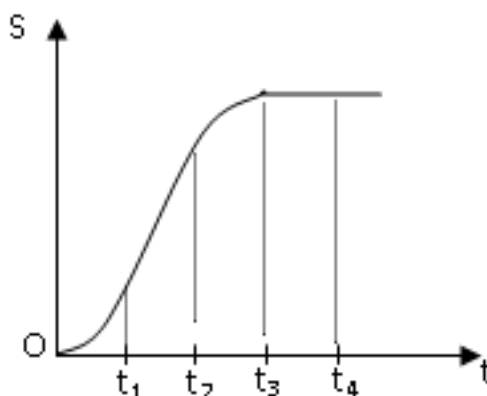


Рисунок А.1

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

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

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.

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?

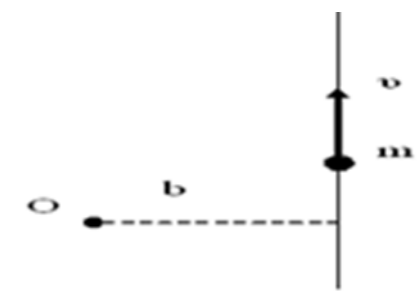


Рисунок А.2

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? (Обратите 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 (см. 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 .

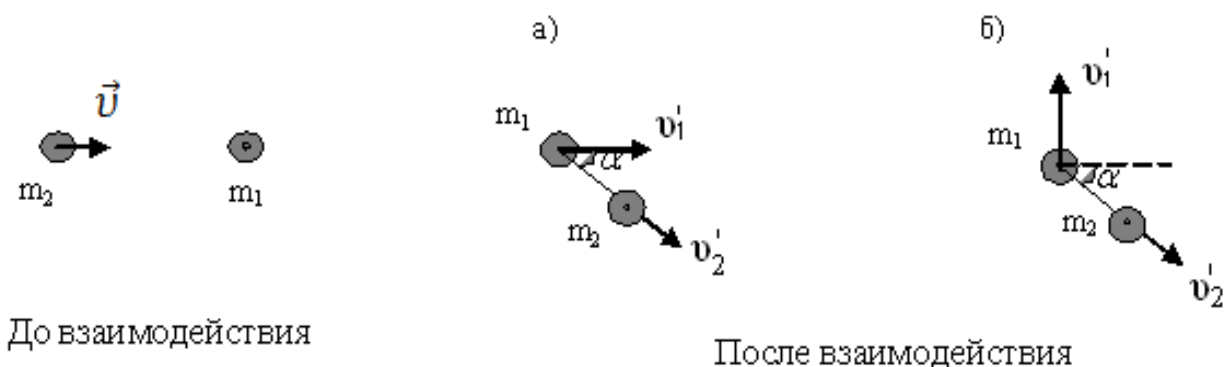


Рисунок А.3

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.

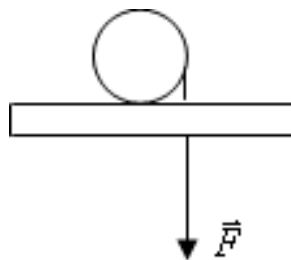


Рисунок А.4

А.28 Зная число Авогадро N_A , плотность вещества ρ и молярную массу M , получите формулы, определяющие число молекул в произвольной массе вещества.

А.29 Как изменяется средняя арифметическая скорость теплового движения молекул идеального газа при увеличении давления в процессе, для которого $p \sim \rho$?

А.30 Согласно МКТ давление газа $p \sim n \langle W_{\text{пост}} \rangle$. В каком изопроцессе одновременно с возрастанием n увеличивается и средняя энергия поступательного движения молекулы $\langle W_{\text{пост}} \rangle$? Объясните ответ.

А.31 Каково содержание одного из основных законов классической статистической физики о равнораспределении энергии по степеням свободы? Как определяется число степеней свободы молекулы?

А.32 Верны ли и почему приведенные соотношения для смеси двух химически не реагирующих идеальных газов:

а) $p_1 + p_2 = p$;

б) $U_1 + U_2 = U$;

в) $C_{v1} + C_{v2} = C_v$?

А.33 Верна ли и почему формула приращения внутренней энергии идеального газа $\Delta U = C_v \nu (T_2 - T_1)$ для процессов:

а) изохорного;

б) изобарного?

А.34 Газ сначала расширился изотермически, затем был сжат адиабатно. Работы расширения и сжатия равны по модулю. Сравните объем газа в начале и конце процесса. Изобразите графики процессов на p - V -диаграмме.

А.35 В чем сходство и различие понятий работа A и теплота Q ? Сформулируйте первое начало термодинамики.

А.36 Докажите, что показатель адиабаты γ всегда больше единицы? Почему адиабатный процесс относится к изопроцессам?

А.37 Газ расширяется изотермически от объема V_1 до объема V_2 при:

а) $T = T_1$;

б) $T = T_2 (T_1 > T_2)$.

Сравните приращения энтропии в этих условиях, объясните ответ.

А.38 Начертите и объясните графики зависимости плотности идеального газа в зависимости от температуры при изотермическом, изобарном и изохорном процессах.

А.39 Преобразуйте функцию распределения Максвелла, перейдя от переменной v к переменной $u = v/v_{\text{вер}}$, где $v_{\text{вер}}$ – наиболее вероятная скорость молекул. Что дает такое изменение?

А.40 Как и почему изменяются при изотермическом расширении газа:

а) средняя кинетическая энергия молекул;

б) средняя длина свободного пробега молекул?

А.41 Какая из прямых на рисунке А.5 правильно изображает в логарифмическом масштабе зависимость средней квадратичной скорости молекул от температуры? Ответ обоснуйте.

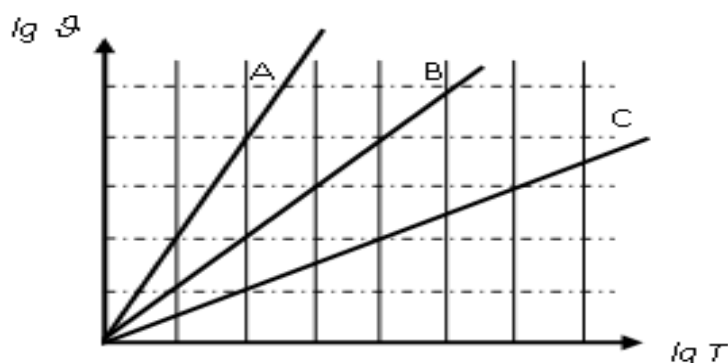


Рисунок А.5

А.42 На рисунке А.6 представлены графики функции $f(v)$ распределения молекул по скоростям (закон Максвелла) для некоторого газа при двух значениях температуры T . Какая из кривых соответствует большей температуре? Объясните изменение формы кривой при переходе к большей температуре. При каких условиях устанавливается такое распределение молекул по скоростям?

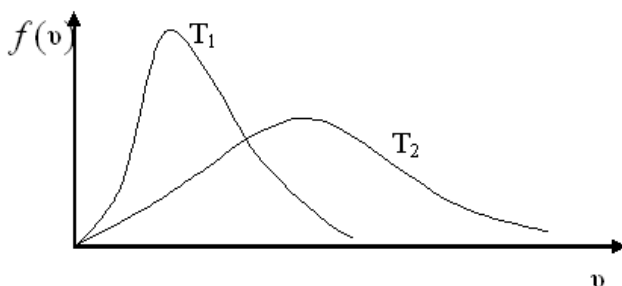


Рисунок А.6

А.43 Приведите и поясните основное уравнение молекулярно-кинетической теории идеального газа. Почему давление газа зависит от средней энергии поступательного движения молекулы, а не от ее полной энергии?

А.44 Имеются два разных газа в цилиндрах, имеющих одинаковые параметры состояния. Один газ одноатомный, другой – двухатомный. Сначала они в одинаковой степени расширяются изотермически, а затем адиабатически. Какой из них совершил большую работу при изотермическом расширении? Почему? Какой – при адиабатическом расширении? Почему? Покажите процессы на PV – диаграмме.

А.45 Идеальный газ переходит из состояния A в состояние B (см. рисунок А.7) в результате обратимых процессов либо через состояние C , либо через состояние D . В каком случае:

а) совершена большая работа;

б) получено больше теплоты?

Каковы изменения энтропии и внутренней энергии данного газа при каждом переходе?

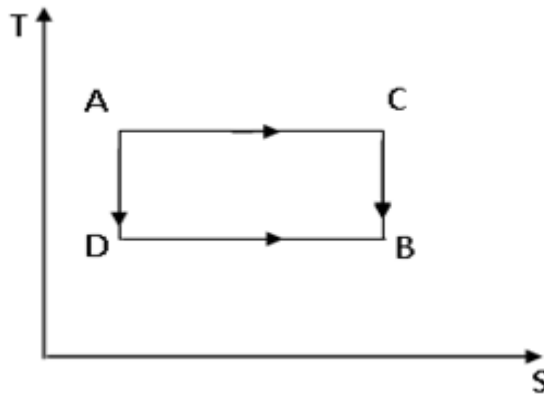


Рисунок А.7

А.46 В газе происходят процессы:

- а) изохорное нагревание;
- б) адиабатное сжатие.

Начальные температуры равны. Количество теплоты, поглощаемое в случае а, равняется работе над газом в случае б. Сравните конечные температуры.

А.47 Используя T - S -диаграмму, докажите, что термический КПД необратимого цикла всегда меньше коэффициента полезного действия обратимого цикла Карно при тех же значениях T_1 и T_2 .

А.48 В равновесном процессе в газе, представленном графиком ABC на рисунке А.8, точки A и C лежат на адиабате. Отличны ли от нуля в этом процессе:

- а) количество поглощенной газом теплоты;
- б) изменение энтропии?

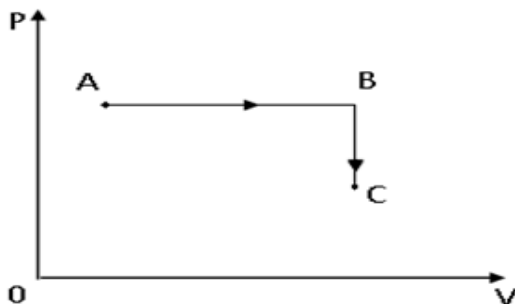


Рисунок А.8

А.49 Газ расширяется обратимо:

- а) изотермически;
- б) изобарно;
- в) адиабатно.

Начальные и конечные объемы во всех процессах совпадают. В каких случаях прирост энтропии газа минимален и максимален?

А.50 Исходя из распределений Максвелла и Больцмана, объясните, почему на Луне нет атмосферы, а скорость рассеяния атмосферы Земли ничтожно мала?

А.51 При каких условиях устанавливается максвелловское распределение молекул по скоростям? Охарактеризуйте функцию этого распределения, приведите график $f(v)$ и объясните, почему она асимметрична.

А.52 Что такое вечный двигатель второго рода? Приведите пример идеи такого движения и объясните, почему ее нельзя осуществить?

А.53 Что такое вечный двигатель второго рода? Почему невозможно осуществить периодически действующий вечный двигатель, комбинируя изотермическое расширение с адиабатическим процессом сжатия?

А.54 Газ переходит из состояния 1 в состояние 2 (см. рисунок А.9) в одном случае непосредственно, во втором – через состояния 3. Что можно сказать о приращении энтропии в этих случаях. Дайте ответ, исходя из термодинамического толкования энтропии, и подтвердите прямым расчетом.

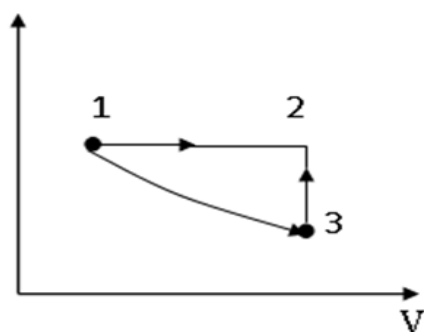


Рисунок А.9

Приложение Б

Б.1 Пластины заряженного конденсатора притягиваются с силой F . Изменится ли эта сила, если ввести в конденсатор пластинку из диэлектрика, как показано на рисунке Б.1? Если «да», то как изменится сила и почему; если «нет», то значит ли это, что диэлектрик не оказывает никакого влияния на электрическое поле?

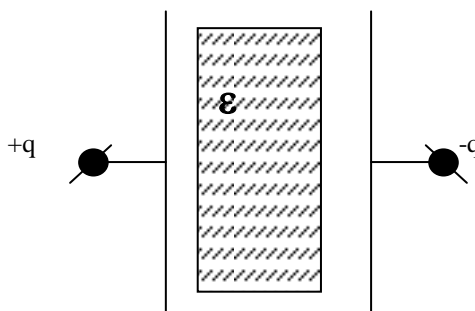


Рисунок Б.1

Б.2 В однородное электрическое поле напряженности \vec{E} влетает электрон, имеющий скорость \vec{v} . Опишите характер движения электрона и нарисуйте траекторию в случаях, когда скорость электрона:

- а) параллельна силовым линиям поля;
- б) перпендикулярна им.

Б.3 На расстоянии r друг от друга находятся два точечных заряда q_1 и q_2 . S – плоскость симметрии. Изучите характер поля этих зарядов в случае, когда заряды равны по модулю, но противоположны по знаку. Является ли плоскость S эквипотенциальной? Равна ли нулю напряженность поля во всех точках этой плоскости. Начертите примерный вид силовых линий и эквипотенциальных поверхностей поля (см. рисунок Б.2).

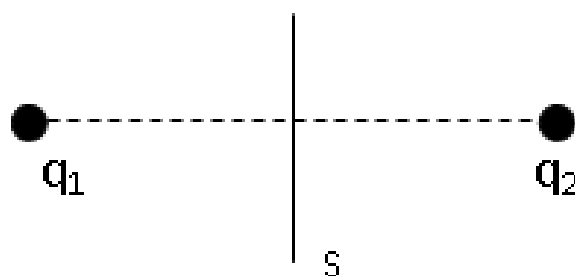


Рисунок Б.2

Б.4 Дайте определение понятию «поток вектора». Может ли поток вектора напряженности электрического поля быть:

- 1) отрицательным;
- 2) равным нулю при условии, что \vec{E} всюду отлична от нуля?

Ответ поясните примерами.

Б.5 Сравните свойства электростатического поля и стационарного электрического в проводнике при наличии тока в нем.

$$\eta = \frac{R}{R+r} = \frac{1}{1+\frac{r}{R}}$$

Б.6 Коэффициент полезного действия источника тока: Из формулы следует, что чем больше R (сопротивление нагрузки), тем больше η . Почему же на практике подбирают источник и потребитель так, чтобы их сопротивления были примерно одинаковы?

Б.7 Два провода, имеющие одинаковые площади сечения S , но различные удельные сопротивления ρ_1 и ρ_2 , соединены «встык» (см. рисунок Б.3). По проводникам течет ток I . Постройте качественные графики зависимостей плотности тока и напряженности поля внутри проводника от x , если $\rho_1 > \rho_2$.

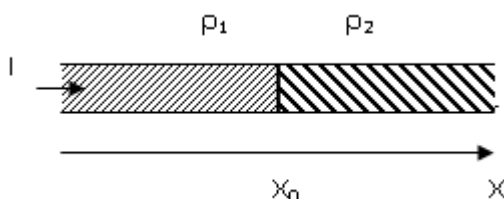


Рисунок Б.3

Б.8 Катод электронной лампы представляет собой цилиндр радиуса r_0 и длины l , а анод – коаксиальный с ним цилиндр радиуса R , причем $l \gg R > r_0$. Найдите зависимость плотности тока j от расстояния r до оси катода, если ток I в анодной цепи известен. Постройте качественно график $j(r)$.

Б.9 Оцените среднюю скорость упорядоченного движения электронов $\langle u \rangle$ в проводнике с концентрацией электронов $n = 10^{29} \text{ м}^{-3}$ при плотности тока $j = 100 \text{ А/см}^2$. Сравните эту скорость со средней скоростью теплового движения $\langle v \rangle$ при комнатной температуре.

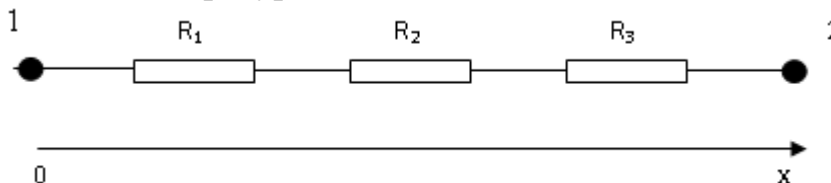


Рисунок Б.4

Б.10 Участок электрической цепи представляет собой три последовательно соединенных резистора так, что $R_1 : R_2 : R_3 = 3 : 2 : 1$ (см. рисунок Б.4). Известно, что потенциал точки 1 больше потенциала точки 2. Укажите направление тока и постройте качественный график зависимости потенциала $\varphi(x)$ на участке 1-2. Сопротивление соединительных проводов принять равным нулю.

Б.11 Как будут изменяться показания вольтметра при перемещении движка реостата в цепи, изображенной на рисунке Б.5? Начертите график зависимости напряжения во внешней цепи от силы тока в ней.

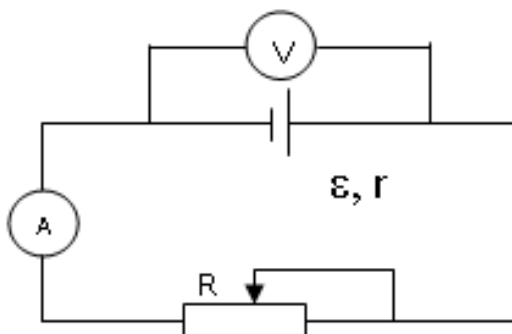


Рисунок Б.5

Б.12 Полная работа сторонних сил в электрической цепи при протекании тока в ней равна $A = \int E I dt$. На что расходуется эта работа в самом общем случае? Запишите закон сохранения энергии и поясните его содержание.

Б.13 На рисунке Б.6 показаны две параллельные пластины, заряженные с поверхностными плотностями зарядов $+2\sigma$ и $-\sigma$. Объясните, как можно определить напряженность поля, создаваемого пластинами, постройте качественную картину силовых линий поля вне пластин и между ними. Чем

определяется сила взаимодействия пластин, разность потенциалов между ними? Линейные размеры пластин считать много больше расстояния между ними, пренебречь краевыми эффектами.

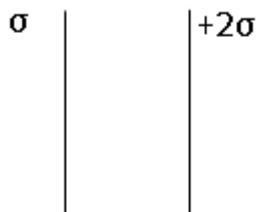


Рисунок Б.6

Б.14 Используя теоремы электростатики, докажите, что электростатическое поле, силовые линии, которого показаны на рисунке Б.7, существовать не может. Здесь $E_x = const$, E_y и E_z изменяются, например, по линейному закону.

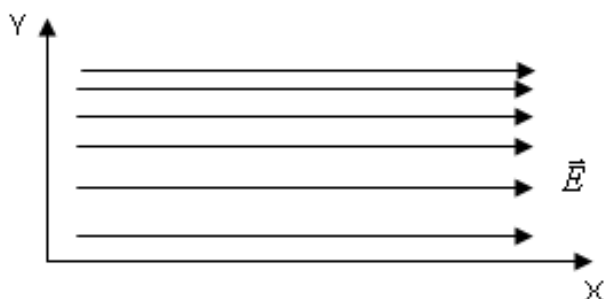


Рисунок Б.7

Б.15 Заряженная металлическая пластинка находится в электрическом поле, показанном на рисунке Б.8. Заряд пластинки q , слева от пластинки напряженность поля равна E_1 , справа – E_2 . Пренебрегая кривыми эффектами, правильно ли будет предположить, что сила, действующая на пластинку, равна $q(E_2 - E_1)$? Докажите.

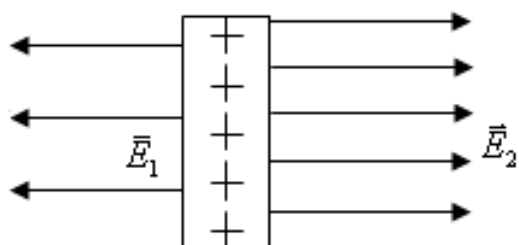


Рисунок Б.8

Б.16 Между двумя неподвижными точечными зарядами $+q$ и $-q$ по диэлектрическому желобу прокатывается шарик с зарядом $-q$ (см. рисунок Б.9). Опишите характер движения шарика на участке AB .

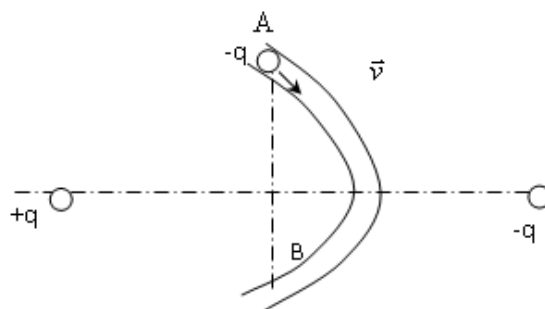


Рисунок Б.9

Определите изменение кинетической энергии шарика при переходе из точки A в точку B. Вся система лежит в горизонтальной плоскости. Трением пренебречь. Точки A и B лежат в плоскости симметрии точечных зарядов.

Б.17 По оси металлической трубы, сужающейся на участке AB (см. рисунок Б.10), движется со скоростью \vec{v} заряженная частица. Изменится ли скорость частицы при прохождении сужения?

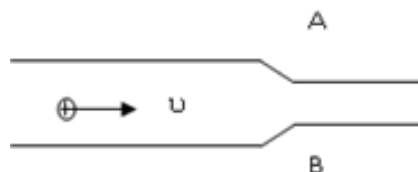


Рисунок Б.10

Б.18 В однородное электрическое поле помещена пластина из диэлектрика, в результате чего поле изменилось так, как показано на рисунке Б.11. Исходя из свойств векторов \vec{D} и \vec{E} , определите:

- 1) Силовые линии какого из векторов показаны на рисунке?
- 2) Какая из диэлектрических проницаемостей больше – вещества пластины ϵ_2 или окружающей среды ϵ_1 ?

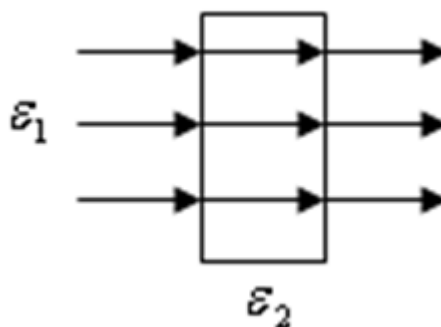


Рисунок Б.11

Б.19 Два точечных заряда сближаются, скользя по дуге окружности из диаметрально противоположных точек. Определите характер изменения напряженности \vec{E} и потенциала φ в центре полуокружности. Постройте графики зависимости модуля напряженности и потенциала поля от положения зарядов. При каком положении зарядов малое их смещение сильнее влияет на изменение поля?

Б.20 Ток идет по проводнику формы, показанной на рисунке Б.12. Используя законы постоянного тока, определите, одинакова ли напряженность поля в узком и широком сечениях? На основании полученного результата определите соотношение между скоростями дрейфа электронов в этих сечениях.

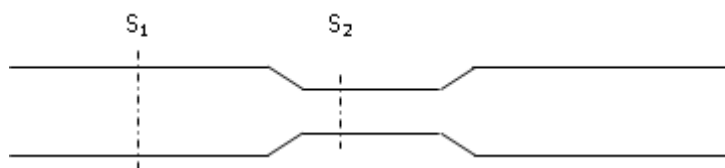


Рисунок Б.12

Б.21 Однородное проволочное кольцо может быть включено в цепь через неподвижный контакт A и подвижный B (см. рисунок Б.13). Определите характер изменения сопротивления между контактами A и B при изменении положения контакта B ; постройте график зависимости $R(l)$, где l – участок дуги между точками A и B . При каком значении дуги l малые смещения контакта B менее всего сказываются на сопротивлении данного соединения?

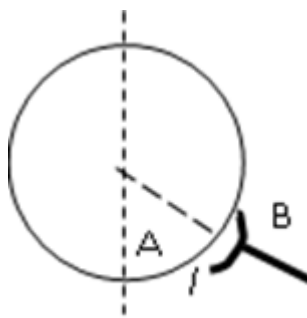


Рисунок Б.13

Б.22 Пространство между двумя электродами, представляющими собой концентрические сферы радиусов R_1 и R_2 , заполнено однородной проводящей средой с удельным сопротивлением ρ . На электроды подана разность потенциалов. Полный ток в данном участке цепи равен I . Начертите линии тока в среде между электродами. Получите выражение для плотности тока в среде как функции расстояния от центра сфер.

Б.23 Ток течет в сплошной однородной среде с удельной проводимостью γ между двумя электродами: сферическим, радиуса R и бесконечной плоскостью. Используя метод электростатической аналогии,

постройте линии тока в среде. Поясните, как определить плотность тока в любой точке среды и силу тока через произвольную поверхность между электродами. Считать $R \ll d$ – расстояния между электродами.

Б.24 Проанализируйте, как будут меняться показания вольтметра в схеме, приведенной на рисунке Б.14, при перемещении движка реостата. Считать сопротивление вольтметра очень большим, а сопротивление амперметра – пренебрежимо малым. Постройте качественный график зависимости $U(R)$. При каком соотношении R/r показания вольтметра будут отличаться от ЭДС E на 0,1%?

Б.25 Рассмотрим следующую задачу. Два одинаковых металлических шарика с зарядами $q_1 = 3 \cdot 10^{-5}$ Кл и $q_2 = 15 \cdot 10^{-5}$ Кл находятся на расстоянии $r = 1$

$$W_1 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_1 q_2}{r} = 40,5 \text{ Дж}$$

м, друг от друга. Энергия их взаимодействия

Шарики соединили проводником, обладающим весьма малой емкостью, заряды на них уравнились, и проводник убрали.

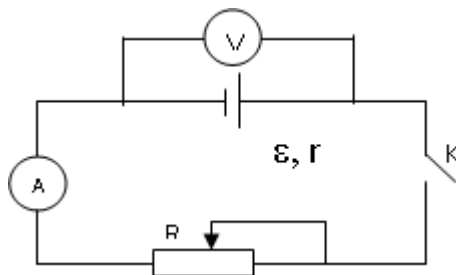


Рисунок Б.14

$$W_2 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0 r} \left(\frac{q_1 + q_2}{2} \right)^2 = 72,9 \text{ Дж}$$

Теперь энергия их взаимодействия стала

Откуда взялась «лишняя» энергия? Нарушен закон сохранения энергии или допущена ошибка в рассуждениях? Приведите убедительное доказательство своего предположения.

Б.26 На рисунке Б.15 даны графики $E_x(x)$ полей, параллельных оси x . При $x=0$ $\varphi_1(0) = \varphi_2(0)$. Постройте графики потенциалов этих полей с учетом приведенных данных. Определите значения потенциалов в точке $x = a$, считая заданными величины E_1 , a .

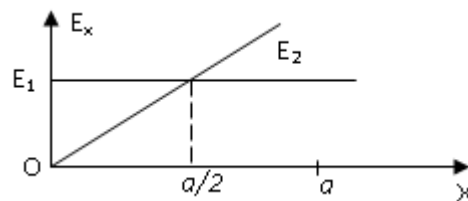


Рисунок Б.15

Б.27 Пусть в проводящую однородную среду помещены два электрода произвольной формы, электропроводность которых велика по сравнению с электропроводностью среды. Докажите, что сопротивление однородной среды

$$R = \frac{\varepsilon_0}{\sigma C}$$

электрическому току можно вычислить по формуле $R = \frac{\varepsilon_0}{\sigma C}$, где γ – удельная проводимость среды, C – емкость конденсатора, обкладками которого являются электроды, а проводящая среда удалена. Воспользуйтесь методом электростатической аналогии и теоремой Гаусса.

Б.28 Можно ли все вещества считать:

- а) диамагнетиками;
- б) парамагнетиками;
- в) ферромагнетиками?

Дайте конкретный аргументированный ответ.

Б.29 Угол между какими векторами в формуле закона Ампера всегда равен 90° ? Угол между какими векторами может быть другим?
 $\oint \vec{d\vec{F}} = I \int [d\vec{l} \vec{B}]$ ответ поясните рисунками.

Б.30 Заряженная частица движется в некоторой части пространства по прямой, не отклоняясь. Может ли в этой области существовать отличное от нуля магнитное поле? Объясните и приведите примеры указанного движения частицы.

Б.31 Сформулируйте и запишите теорему о циркуляции вектора \vec{B} в интегральной и дифференциальной формах. Какие физические свойства стационарного магнитного поля она выражает? В чем заключается практический аспект этой теоремы? Проведите аналогию с электростатикой.

Б.32 В горизонтальной плоскости расположен виток неопределенной формы из гибкой проволоки. Виток пронизывается однородным магнитным полем, направленным вертикально вниз. Какую форму примет виток, если по нему пропустить ток? Дайте полное объяснение своему ответу.

Б.33 Объясните, в чем состоит и как достигается эффект экранировки некоторого объема от статического магнитного поля? Покажите на конкретном примере.

Б.34 Жесткий контур с током находится во внешнем магнитном поле. Можно ли повернуть его на 180 градусов, не совершив при этом работы? Дайте убедительное обоснование своему ответу.

Б.35 Намагниченность \vec{j} вещества связана с напряженностью \vec{H} поля соотношением $\vec{j} = \chi \vec{H}$. Изобразите эту зависимость графически для трех типов магнетиков: диа-, пара- и ферро-, дайте пояснения. Сравните числовые значения их магнитных восприимчивостей χ .

Б.36 Объясните, почему магнитная восприимчивость диамагнетиков не зависит от температуры, а парамагнетиков – зависит?

Б.37 Считая известным выражение $\vec{F} = q[\vec{v}\vec{B}]$ для силы Лоренца, получите закон Ампера для силы, действующей на элемент тока $I d\vec{l}$ со стороны магнитного поля.

Б.38 Установите аналогию между поляризацией диэлектриков и намагничиванием магнетиков. Результаты представьте в виде таблицы. (Обратите внимание на механизмы процессов, электрические и магнитные характеристики вещества, характер изменения поля в веществе).

Б.39 Согласно модели атома Резерфорда, электроны в атоме движутся по замкнутым орбитам вокруг ядра. Выразите орбитальный магнитный момент электрона через характеристики его движения. Что такое гиромагнитное отношение, чему оно равно для орбитального момента электрона?

Б.40 Проведите сравнительный анализ явлений поляризации полярных диэлектриков и намагничивания парамагнетиков (обратите внимание на механизмы явлений, физические величины и их зависимость от внешних условий).

Б.41 Проведите сравнительный анализ явлений поляризации неполярных диэлектриков и намагничивания диамагнетиков (обратите внимание на механизмы явлений, физические величины и их зависимость от внешних условий).

Б.42 Рассмотрите сходство и различие в характере полей:

- а) магнитного, созданного длинным прямолинейным током;
- б) электрического, созданного неподвижным зарядом, равномерно распределенным вдоль нити.

Начертите силовые линии этих полей, выпишите основные формулы, их характеризующие.

Б.43 Докажите, пользуясь законом полного тока, что неоднородное магнитное поле, силовые линии которого параллельны (см. рисунок Б.16), не может существовать.

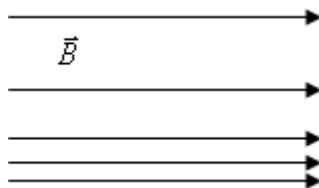


Рисунок Б.16

Б.44 Высокотемпературную плазму можно удерживать в замкнутом пространстве с помощью «магнитной ловушки». Объясните, что это значит? Какие физические законы или явления лежат в основе устройства «магнитной ловушки»? Поясните ответ рисунком, приведите примеры.

Б.45 Магнитное поле Земли в окружающем ее пространстве подобно полю постоянного магнита. Начертите силовые линии магнитного поля Земли. Как в этом поле будет двигаться высокоэнергичная заряженная частица,

попавшая из космоса в поле Земли в области экватора и имеющая скорость, направленную к центру Земли. Объясните, нарисуйте примерную траекторию частицы, если:

а) $q > 0$;

б) $q < 0$.

Б.46 Два длинных прямых провода расположены в горизонтальной плоскости перпендикулярно друг другу. Один проводник жестко закреплен, другой подвешен свободно. Опишите, как будут взаимодействовать эти проводники, если по ним пропустить одинаковые токи I . Укажите направление сил. Каков будет результат такого взаимодействия?

Б.47 По очень большой пластине течет однородный ток с постоянной плотностью \vec{j} (см. рисунок Б.17). Докажите, что силовые линии магнитного поля, создаваемого этим током, параллельны пластине. Укажите направление \vec{B} над и под пластиной. Краевыми эффектами пренебречь.



Рисунок Б.17

Б.48 Запишите формулы для циркуляции вектора магнитной индукции в интегральной и локальной (дифференциальной) формах. Раскройте их физический смысл. Каков практический аспект теоремы о циркуляции вектора \vec{B} ? Проведите аналогию с электростатическими теоремами.

Б.49 Постройте графики зависимости намагниченности \vec{J} и индукции \vec{B} от напряженности поля \vec{H} для ферромагнетиков. Объясните, о чем свидетельствует наличие насыщения намагниченности? Как это влияет на ход зависимости $B = f(H)$ и магнитную проницаемость вещества?

Б.50 В магнитное поле, представленное суперпозицией полей \vec{B}_1 и \vec{B}_2 ($\vec{B}_1 \perp \vec{B}_2$), влетает электрон со скоростью $v \parallel \vec{B}_1$. Запишите выражение для вектора и модуля силы, действующей на электрон. Определите форму траектории электрона, изобразите ее на рисунке с указанием направления всех векторов.

Б.51 По бесконечной плоскости течет однородный поверхностный ток с плотностью j_0 . Докажите, что поле этого тока вблизи плоскости однородно и

равно $B = \frac{\mu_0}{2} j_0$. Изобразите его графически с помощью силовых линий.

Б.52 Докажите, что в некоторой области пространства, где отсутствуют токи проводимости, неоднородное магнитное поле типа (а) (см. рисунок Б.18) может существовать, а поле типа (б) – не может. На рисунке поля

представлены графически линиями вектора \vec{H} . (Для доказательства воспользуйтесь законом полного тока. Обратите внимание на характер изменения модуля вектора напряженности магнитного поля).

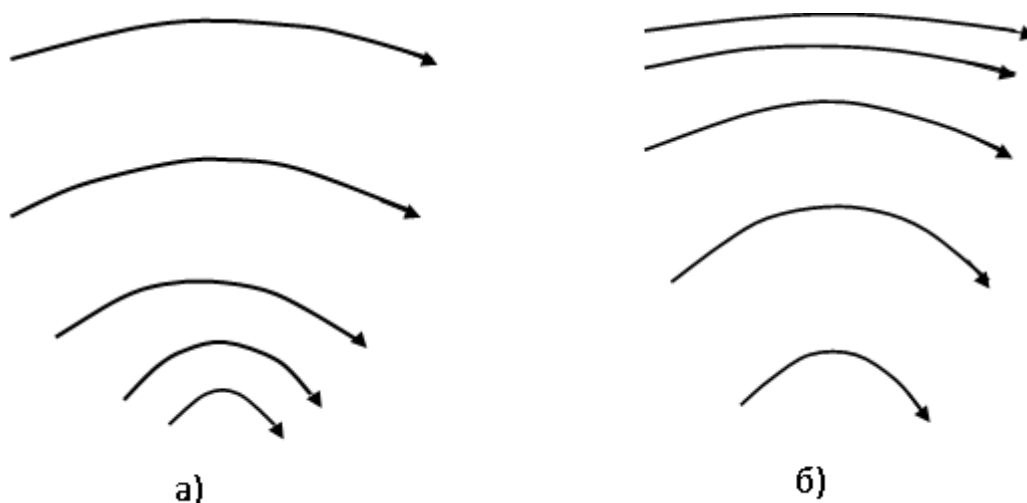


Рисунок Б.18

Б.53 Допустим, что слой толщины d из магнетика с магнитной проницаемостью μ_1 помещен в бесконечную однородную среду с магнитной проницаемостью μ_2 (см. рисунок Б.19), в которой создано однородное магнитное поле B_0 , направленное под углом α к поверхности слоя. Постройте (используя граничные условия) примерную картину силовых линий поля внутри и вне слоя. Поле внутри слоя больше или меньше B_0 ? Возможна ли магнитная экранировка, если $\mu_1 > \mu_2$?

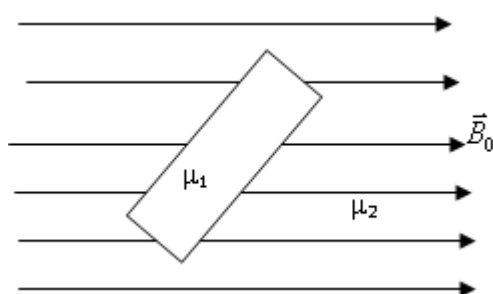


Рисунок Б.19

Б.54 Допустим, что слой толщины d из магнетика с магнитной проницаемостью μ_1 помещен в бесконечную однородную среду с магнитной проницаемостью μ_2 (см. рисунок Б.19), в которой создано однородное магнитное поле \vec{B}_0 , направленное под углом α к поверхности слоя. Постройте (используя граничные условия) примерную картину силовых линий поля

внутри и вне слоя. Поле внутри слоя больше или меньше B_0 ? Возможна ли магнитная экранировка, если $\mu_1 < \mu_2$?

Приложение В

В.1 Какую функцию описывает формула Рэля-Джинса? При каких длинах волн она удовлетворительно согласуется с экспериментом? Почему из распределения Рэля-Джинса был сделан вывод об «ультрафиолетовой катастрофе»?

В.2 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?

В.3 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?

В.4 В чем состоит физический смысл соотношения неопределенностей (для координат и проекций импульса) В.Гейзенберга? Какие из указанных физических величин могут быть одновременно точно определены?

В.5 Дайте определение эффекту Комптона. Объясните: 1) независимость величины $\Delta\lambda$ в формуле для эффекта Комптона от природы вещества; 2) наличие в рассеянном излучении несмещенной компоненты.

В.6 Какой смысл вкладывается в соотношение неопределенностей $\Delta W \cdot \Delta t \geq \hbar$? Проиллюстрируйте на примерах его подтверждение.

В.7 Запишите формулу для энергетического спектра одномерного квантового гармонического осциллятора, изобразите вид этого спектра. Объясните, почему его минимальная энергия не равна нулю.

В.8 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?

В.9 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 $W < U$?

В.10 Покажите, что при больших квантовых числах энергетические уровни электрона в потенциальном ящике с плоским дном и бесконечно высокими стенками становятся квазинепрерывными.

В.11 В спектре излучения абсолютно черного тела при температуре T выделены два участка, площади которых $\Delta S_1 = \Delta S_2$ (см. рисунок В.1). Сравните средние излучательные способности и энергетические светимости в интервалах $\Delta\lambda_1$ и $\Delta\lambda_2$. Одинаково ли число излучаемых квантов?

В.12 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.

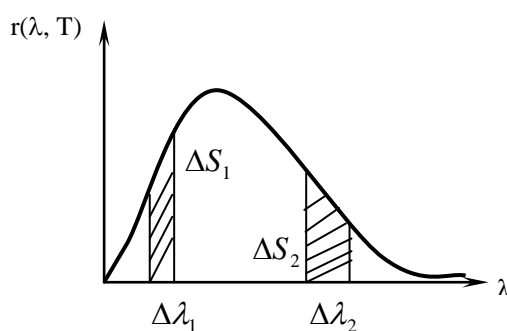


Рисунок В.1

В.13 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?

В.14 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?

В.15 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?

В.16 Покажите, что в эффекте Комптона проявляются корпускулярные свойства электромагнитного излучения. Почему эффект Комптона не наблюдается при рассеянии видимого света?

В.17 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).

В.18 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.

В.19 Представьте графически и обсудите энергетический спектр одномерного квантового гармонического осциллятора. Поясните, почему его минимальная энергия не равна нулю.

В.20 Представьте графически и обсудите энергетический спектр атома водорода. Опишите его оптический спектр: происхождение серий и отдельных линий в этом спектре.

В.21 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?

В.22 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?

В.23 Оцените, исходя из соотношения неопределенностей, энергию *нулевых колебаний* одномерного квантового гармонического осциллятора. Сравните полученный результат с тем, который следует из решения уравнения Шредингера.

В.24 Как квантуется энергия и момент импульса частицы (охарактеризуйте квантовые числа)? Каким образом «форма потенциальной ямы» влияет на квантование энергии?

В.25 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?

В.26 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.

В.27 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. 2, 3.
2. Детлаф А.А., Яворский Б.М. Курс физики. – М.: Высш. шк., 2004.
3. Трофимова Т.И. Курс физики. – М.: Высш. шк., 2004.
4. Курс физики. Под ред. Лозовского В.Н. – СПб.: Лань, 2001. – Т. 1, 2.
5. Савельев И.В. Курс физики: Кн. 2: Электричество и магнетизм. – М.: «Издательство АСТ», 2004.
6. Савельев И.В. Курс физики: Кн. 4: Волны. Оптика. – М.: Издательство АСТ, 2004.
7. Савельев И.В. Курс физики: Кн. 5: Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц. – М.: Издательство АСТ, 2004.
8. Иродов И.Е. Электромагнетизм. Основные законы. – М.: Лаборатория Базовых Знаний, 2000.
9. Волькенштейн В.С. Сборник задач по общему курсу физики. – М., 1981.
10. Физика. Задания к практическим занятиям. Под ред. Ж.П. Лагутиной. – М.: Высш.шк., 1985.
11. Чертов А.Г., Воробьев А.А. Задачник по физике. – М.: Уч. пособие для втузов. – М.: Изд-во Физико-математической литературы, 2006.
13. Иродов И.Е. Задачи по общей физике. – М.: Физматлит., 1988.
14. Трофимова Т.И. Сборник задач по курсу физики для втузов. – М.: Оникс 21 век, 2003.
15. Физика 2. Конспект лекций (для студентов специальностей 050718 – Электроэнергетика, 050717 – Теплоэнергетика). – Алматы: АИЭС, 2009.

Содержание

Введение.....	3
1.1 Рекомендации к освоению дисциплин «Физика».....	3
1.2 Общие требования к выполнению и оформлению расчетно-графических работ	5
1.3 Задания к расчетно-графическим работам	7
Приложение А.....	11
Приложение Б.....	18
Приложение В.....	29
Список литературы.....	32

Ляйля Хамитовна Мажитова
Гульнара Кадырбековна Наурызбаева
Маржан Мухтарбековна Азилкияшева

Физика

Методические указания по выполнению расчетно-графических работ
для студентов специальности 6В07108 – Автоматизация и управление.

Редактор: Ефимова А.Н.

Специалист по стандартизации: Данько Е.Т.

Подписано к печати
Тираж 30 экз.
Объем 2,2 уч.-изд. л.

Формат 60x84 1/16
Бумага типографская №1
Заказ Цена 1100 тенге

Копировально-множительное бюро
некоммерческого акционерного общества
«Алматинский университет энергетики и связи
имени Гумарбека Даукеева»
050013, Алматы, Байтурсынова,126