

при облучении. Величину образовавшегося заряда определим по формуле

$$q = cV = c(\varphi_1 - \varphi_2), \quad (1)$$

где c – емкость ионизационной камеры;

φ_1, φ_2 – потенциалы до и после облучения, соответственно.

Заряду q соответствует количество пар ионов:

$$N = \frac{q}{q_1}, \quad (2)$$

где $q_1 = e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл – заряд одновалентного иона.

Подставим выражение (1) в (2):

$$N = \frac{c(\varphi_1 - \varphi_2)}{e}. \quad (3)$$

Подставим в выражение (3) числовые значения из условия задачи и получим число пар ионов:

$$N = \frac{3,0 \cdot 10^{-12} \cdot (180 - 150)}{1,6 \cdot 10^{-19}} \text{ пар ионов} = 0,562 \cdot 10^9 \text{ пар ионов.}$$

Одному рентгену соответствует доза облучения, при которой в 1 см^3 воздуха образуется $2,082 \cdot 10^9$ пар ионов.

Зарегистрированная дозиметром доза облучения равна

$$D = \frac{N}{V \cdot 2,082 \cdot 10^9}, \quad (4)$$

где V – объем воздуха в камере.

Подставив в выражение (4) числовые значения, получаем:

$$D = \frac{0,562 \cdot 10^9}{1,8 \cdot 2,082 \cdot 10^9} \text{ P} = 0,150 \text{ P.}$$

Ответ: $D = 0,150 \text{ P.}$

4. Указания к выполнению и оформлению контрольной работы

Контрольная работа выполняется в отдельной тетради школьного формата или с помощью ПК в Microsoft Word, шрифт Times New Roman, размер шрифта 12, интервал 1–1,5. Страницы должны быть пронумерованы и иметь поля размером 3–3,5 см

для замечаний преподавателя.

На обложке должен быть приклеен *титульный лист* утвержденного образца или аккуратно заполнены все данные титульного листа: шифр, специальность, фамилия, имя, отчество учащегося, предмет и номер работы.

Работа должна быть выполнена *чернилами одного цвета* (за исключением красного), аккуратно и разборчиво.

Каждую задачу следует начинать с новой страницы.

Решение задач желательно располагать в порядке номеров, указанных в задании, номера задач следует указывать перед условием.

Условия задач должны быть полностью переписаны.

Оформляя записи в тетради, необходимо выполнить общие требования к культуре их ведения:

- учащиеся должны соблюдать *абзацы*: всякую новую мысль следует начинать с новой строки;

- *важные формулы, равенства, определения необходимо выделять в отдельные строки*, чтобы сделать их более обозримыми;

- описывая решение задачи, следует отделять краткую запись условия от решения, в конце решения записывается ответ;

- при решении задач желательно использовать *математические символы*, что облегчает записи и проверку.

Решения задач должны сопровождаться *краткими*, но достаточно обоснованными *пояснениями*, используемые формулы нужно выписывать. Вначале задача решается в общем виде, и только после этого в полученный в виде формулы ответ подставляются численные значения величин, заданные в условии.

Чертежи выполняются от руки, аккуратно, в масштабе, допускающем хорошую их наглядность.

В конце работы следует указать *литературу*, которой вы пользовались, проставить *дату* выполнения работы и *подпись*.

Если при проверке будут обнаружены недочеты и ошибки, то учащийся должен выполнить *все указания преподавателя*, сделанные в рецензии.

Контрольные работы должны быть выполнены *в срок*. В период сессии работы на проверку не принимаются.

Работа, выполненная не по своему варианту, не учитывается и возвращается учащемуся без оценки.

Учащиеся, не имеющие зачета по контрольной работе, к экзамену не допускаются.

Во время экзамена зачетные контрольные работы представляются преподавателю.

5. Контрольная работа 2

Каждая контрольная работа имеет 10 вариантов (табл. 5.1). Вариант работы выбирается по последней цифре шифра (номера зачетной книжки). Например, учащиеся, имеющие шифры 25, 117, 300, 204, решают задачи вариантов 5, 7, 0, 4 контрольной работы 2, соответственно.

Т а б л и ц а 5.1

Вариант	Номер задачи						
0	210	220	230	240	250	260	270
1	211	221	231	241	251	261	271
2	212	222	232	242	252	262	272
3	213	223	233	243	253	263	273
4	214	224	234	244	254	264	274
5	215	225	235	245	255	265	275
6	216	226	236	246	256	266	276
7	217	227	237	247	257	267	277
8	218	228	238	248	258	268	278
9	219	229	239	249	259	269	279

Элементы фотометрии. Геометрическая оптика

Задача 210. Две лампы, сила света которых $I_1 = 75$ кд и $I_2 = 48$ кд, находятся друг от друга на расстоянии $r = 1,8$ м. Где надо поместить между ними экран, чтобы освещенность экрана с двух сторон была одинакова?

Задача 211. На высоте $h = 8,0$ м над землей висит лампа с силой света $I = 1000$ кд. Определите площадь участка, в пределах которого освещенность поверхности не меньше $E = 1,0$ лк.

Задача 212. Определите полный световой поток, создаваемый источником света, помещенным на мачте высоты $h = 12$ м, если на расстоянии $L = 16$ м от основания мачты он создает ос-

вещенность $E = 3,0$ лк.

Задача 213. Вогнутое зеркало дает действительное изображение предмета с увеличением $\Gamma_1 = 0,25$. Если предмет переместить на расстояние $a = 5,0$ см ближе к зеркалу, то увеличение станет $\Gamma_2 = 0,50$. Определите фокусное расстояние зеркала.

Задача 214. Рассеивающая линза с фокусным расстоянием $F = 12$ см помещена между двумя точечными источниками света, причем к одному из них в два раза ближе, чем ко второму. Определите расстояние между источниками света, если расстояние между изображениями $L = 7,8$ см.

Задача 215. Луч света падает под углом $a = 30^\circ$ на плоскопараллельную стеклянную ($n = 1,5$) пластинку и выходит из нее параллельно первоначальному направлению. Определите толщину пластинки, если боковое смещение луча $s = 2,0$ см.

Задача 216. Крайние лучи видимого спектра для оптического стекла «флинт» имеют показатели преломления $n_1 = 1,745$ и $n_2 = 1,809$. Из этого стекла сделана двояковыпуклая линза с радиусами кривизны ее поверхностей $R_1 = R_2 = 20$ см. Определите расстояние между фокусами крайних лучей спектра.

Задача 217. Сечение стеклянной призмы имеет форму равнобедренного треугольника. Одна из равных граней призмы посеребрена. Луч света падает на прозрачную грань призмы перпендикулярно к ее поверхности и после двух отражений выходит через основание призмы, перпендикулярно к нему. Определите углы призмы.

Задача 218. Плоско-выпуклая линза с радиусом кривизны $R = 30$ см дает изображение предмета с линейным увеличением, равным $\Gamma = 2,0$. Найдите расстояние от предмета до линзы и расстояние от линзы до изображения, если показатель преломления стекла, из которого сделана линза, равен $n = 1,5$.

Задача 219. Определите размеры изображения Солнца на пленке фотоаппарата с фокусным расстоянием объектива $F = 50$ мм, если диаметр Солнца $D = 1,4$ млн км, расстояние от Земли до Солнца $r = 150$ млн км.

Волновая оптика

Задача 220. Расстояние между двумя когерентными источниками света $d = 100 \text{ мкм}$, а ширина интерференционной полосы (расстояние между соседними интерференционными минимумами) в средней части экрана равна $\Delta y = 10 \text{ мм}$. Определите расстояние от источников света до экрана, если источники излучают свет с длиной волны $\lambda = 500 \text{ нм}$.

Задача 221. При наблюдении колец Ньютона в отраженном свете расстояние между 5-м и 25-м светлыми кольцами оказалось равным $d = 9,0 \text{ мм}$. Определите радиус кривизны линзы, если в опыте используется монохроматическое излучение с длиной волны $\lambda = 680 \text{ нм}$.

Задача 222. На тонкий стеклянный ($n = 1,5$) клин нормально к его поверхности падает монохроматический свет с длиной волны $\lambda = 600 \text{ нм}$. Определите угол между поверхностями клина, если ширина интерференционной полосы (расстояние между соседними минимумами) в отраженном свете равна $\Delta y = 4,0 \text{ мм}$.

Задача 223. На дифракционную решетку нормально падает монохроматический пучок света ($\lambda = 0,59 \text{ мкм}$), при этом спектр 3-го порядка наблюдается под углом $\theta_3 = 10,2^\circ$. При какой длине световой волны дифракционный спектр первого порядка будет наблюдаться под углом $\theta_1 = 2,8^\circ$?

Задача 224. На щель, ширина которой равна $b = 2,0 \text{ мкм}$, падает нормально параллельный пучок монохроматического света ($\lambda = 589 \text{ нм}$). Под какими углами будут наблюдаться три первых дифракционных минимума? Сколько минимумов можно наблюдать в этом опыте?

Задача 225. На дифракционную решетку, имеющую $N = 200$ штрихов на 1 мм , падает нормально монохроматический свет с длиной волны $\lambda = 600 \text{ нм}$. Определите наибольшее число максимумов, которые можно наблюдать в дифракционном спектре этой решетки.

Задача 226. Параллельный пучок монохроматического света падает нормально на щель, ширина которой равна $b = 2,0 \text{ мкм}$. Под какими углами будут наблюдаться первый и второй ди-

фракционные максимумы, если длина волны падающего света равна $\lambda = 589 \text{ нм}$?

Задача 227. Для наблюдения колец Ньютона в отраженном свете (длина волны $\lambda = 550 \text{ нм}$) плоско-выпуклую линзу с радиусом кривизны $R_1 = 3,0 \text{ м}$ положили на вогнутую линзу с радиусом кривизны $R_2 = 6,0 \text{ м}$. Определите радиус десятого темного кольца Ньютона.

Задача 228. При каком угле между плоскостями пропускания поляризатора и анализатора интенсивность естественного света, падающего на поляризатор, уменьшится в $n = 10$ раз?

Задача 229. Под каким углом к горизонту должно находиться Солнце, чтобы его лучи, отраженные от поверхности воды, были максимально поляризованы? Показатель преломления воды $n = 1,33$.

Тепловое излучение. Фотоны

Задача 230. Источник монохроматического света мощностью $P = 64 \text{ Вт}$ за промежуток времени $\Delta t = 1 \text{ с}$ испускает $N = 10^{20}$ фотонов, вызывающих фотоэффект на металлической пластинке. Работа выхода электронов из металла $A = 1,6 \text{ эВ}$. До какого потенциала зарядится пластинка при длительном освещении?

Задача 231. Некоторое тело имеет термодинамическую температуру $T = 522 \text{ К}$ и при этом излучает энергии в $n = 10$ раз больше, чем поглощает. Определите в градусах Цельсия температуру окружающей среды.

Задача 232. Определите максимальную скорость фотоэлектронов, которые выбиваются из цезия светом с длиной волны $\lambda = 400 \text{ нм}$, если красная граница фотоэффекта $\lambda_{\text{к}} = 686 \text{ нм}$.

Задача 233. Лазерное излучение ($\lambda = 0,33 \text{ мкм}$) используется для нагревания воды, масса которой $m = 1,0 \text{ кг}$ и удельная теплоемкость $c_v = 4,2 \text{ кДж/(кг} \cdot \text{К)}$. Сколько времени потребуется для нагревания воды на $\Delta T = 10 \text{ К}$, если лазер за время $t = 1,0 \text{ с}$ испускает $N = 10^{20}$ фотонов, и все они поглощаются водой?

Задача 234. Электромагнитное излучение со средней интенсивностью $I = 0,1 \text{ Вт/см}^2$ падает под углом $\alpha = 30^\circ$ на идеально отражающую (зеркальную) поверхность. Определите нормальное давление p_n , производимое электромагнитным излучением на эту поверхность.

Задача 235. Фотон с энергией $\epsilon = 0,3 \text{ МэВ}$ рассеялся на первоначально покоящемся свободном электроне. Определите кинетическую энергию электрона отдачи, если длина волны рассеянного фотона изменилась на 20 %.

Задача 236. На медный шарик падает монохроматический свет с длиной волны $\lambda = 0,165 \text{ мкм}$. Какой заряд накопится на шарике при его длительном облучении, если работа выхода электронов из меди равна $A = 4,4 \text{ эВ}$? Радиус шарика $R = 3,0 \text{ см}$.

Задача 237. При освещении некоторого металла светом с длиной волны $\lambda = 491 \text{ нм}$ задерживающее напряжение оказалось равным $U_1 = 0,71 \text{ В}$. Когда длину волны падающего света изменили, задерживающее напряжение увеличилось до $U_2 = 1,43 \text{ В}$. Определите длину волны второго источника света и работу выхода электронов из этого металла.

Задача 238. Определите максимальную скорость фотоэлектронов, вырываемых с поверхности серебра (работа выхода $A = 4,7 \text{ эВ}$), при облучении фотонами с длиной волны $\lambda = 1,2 \text{ пм}$.

Задача 239. На зачерненную поверхность площадью $S = 1,0 \text{ см}^2$ за время $\Delta t = 1,0 \text{ с}$ перпендикулярно к ней падает $N = 2,8 \cdot 10^{17}$ фотонов. Определите длину волны падающего излучения, если оно создает на эту поверхность давление $p = 4,6 \cdot 10^{-6} \text{ Па}$.

Элементы квантовой и атомной физики

Задача 240. Атом водорода, находящийся в основном состоянии, поглотил фотон с длиной волны $\lambda = 97,3 \text{ нм}$. Определите главное квантовое число и радиус электронной орбиты возбужденного состояния атома.

Задача 241. Определите работу, которую необходимо совершить, чтобы электрон, находящийся в атоме водорода в возбужденном состоянии с главным квантовым числом $n = 2$, удалиться за пределы атома.

Задача 242. Определите длину волны де Бройля для электрона, при условии, что его кинетическая энергия равна энергии покоя.

Задача 243. При переходе электронов в атомах водорода с четвертой стационарной орбиты на вторую излучаются фотоны с энергией $\epsilon = 2,5 \text{ эВ}$ (зеленая линия водородного спектра). Определите длину волны, соответствующую этой спектральной линии.

Задача 244. Определите дебройлевскую длину волны пули, летящей со скоростью $v = 500 \text{ м/с}$. Масса пули $m = 10 \text{ г}$. Объясните полученный результат.

Задача 245. Найдите кинетическую энергию и скорость электронов, находящихся в атоме водорода в состояниях с главным квантовым числом $n = 1$ и $n = 2$.

Задача 246. Протон и электрон прошли одинаковую ускоряющую разность потенциалов, равную $U = 1,0 \text{ МВ}$. Какая из этих частиц имеет большую длину волны де Бройля и во сколько раз?

Задача 247. Электрон, пройдя ускоряющую разность потенциалов $U = 4,9 \text{ В}$, сталкивается с атомом ртути и переводит его в первое возбужденное состояние. Какую длину волны имеет фотон, соответствующий переходу атома ртути в нормальное состояние?

Задача 248. Длина волны гамма излучения радия $\lambda = 1,6 \text{ пм}$. Какую разность потенциалов надо приложить к рентгеновской трубке, чтобы получить рентгеновские лучи с такой длиной волны?

Задача 249. Оцените с помощью соотношения неопределенностей наименьшие ошибки при определении скорости электрона, протона и шарика массы $m = 1 \text{ мг}$, если координаты частиц и центра шарика установлены с неопределенностью $\Delta x = 1 \text{ мкм}$.

Основы молекулярной физики

Задача 250. Определите количество вещества и число молекул газа, находящегося в колбе объемом $V = 240 \text{ см}^3$ при темпе-

ратуре $T = 290 \text{ К}$ и давлении $p = 50 \text{ кПа}$.

Задача 251. Атмосфера Солнца (солнечная корона) имеет температуру $T = 2,0 \cdot 10^6 \text{ К}$ и давление $p = 3,0 \cdot 10^{-2} \text{ Па}$. Определите среднеквадратичную скорость свободных электронов в солнечной короне.

Задача 252. На какой высоте над поверхностью Земли атмосферное давление в 2 раза меньше, чем на ее поверхности? Считать, что температура воздуха $T = 290 \text{ К}$ не изменяется с высотой. Молярная масса воздуха $m = 29 \text{ г/моль}$.

Задача 253. Жилой дом имеет объем комнат $V = 600 \text{ м}^3$. Определите массу воздуха, находящегося внутри дома при температуре $t_1 = 0^\circ\text{С}$. Как изменится масса воздуха, если температура в доме повысится до $t_2 = 17^\circ\text{С}$?

Задача 254. Определите в джоулях и электронвольтах среднее значение полной кинетической энергии одной молекулы гелия, кислорода и водяного пара при температуре $T = 400 \text{ К}$.

Задача 255. Вода при температуре $t = 4,0^\circ\text{С}$ занимает объем $V = 1,0 \text{ см}^3$. Определите количество вещества и число молекул, содержащихся в этом объеме воды.

Задача 256. Мощные насосы позволяют получить вакуум (разреженное состояние газа) с давлением $p = 1,0 \cdot 10^{-12} \text{ Па}$. Оцените концентрацию частиц идеального газа при таком давлении и температуре $t_0 = 0^\circ\text{С}$. На какой высоте над поверхностью Земли давление воздуха при той же температуре будет иметь такое же значение? Нормальное атмосферное давление $p_0 = 100 \text{ кПа}$. Молярная масса воздуха $m = 29 \text{ г/моль}$.

Задача 257. Полная кинетическая энергия молекул многоатомного газа, масса которого $m = 20 \text{ г}$, равна $E_k = 3,2 \text{ кДж}$. Определите среднюю квадратичную скорость молекул этого газа.

Задача 258. Газ находится при температуре $t_1 = 20^\circ\text{С}$ и давлении $p = 0,50 \text{ МПа}$. Какое давление потребуется для того, чтобы увеличить плотность газа в 2 раза, если температура его при этом будет доведена до $t_2 = 80^\circ\text{С}$?

Задача 259. В шаре диаметром $d = 20 \text{ см}$ находится воздух, масса которого $m = 7,0 \text{ г}$. До какой температуры можно нагреть этот шар, если стенки шара выдерживают максимальное давление $p = 0,80 \text{ МПа}$? Молярная масса воздуха $m = 0,029 \text{ кг/моль}$.

Основы термодинамики

Задача 260. Газовая смесь состоит из азота ($m_1 = 3,0 \text{ кг}$) и водяного пара ($m_2 = 1,0 \text{ кг}$). Определите изохорную c_v и изобарную c_p удельные теплоемкости газовой смеси, считая эти газы идеальными.

Задача 261. При изобарном нагревании кислорода ($p = 80 \text{ кПа}$) объем увеличился от $V_1 = 1,0 \text{ м}^3$ до $V_2 = 3,0 \text{ м}^3$. Определите изменение внутренней энергии газа, работу, совершаемую им при расширении, а также количество теплоты, полученной газом.

Задача 262. После опускания в воду с температурой $t_1 = 10^\circ\text{С}$ тела, нагретого до $t_2 = 100^\circ\text{С}$, через некоторое время установилась температура $q = 40^\circ\text{С}$. Какой станет температура воды, если, не вынимая первого тела, в нее опустить еще одно такое же тело при температуре $t_2 = 100^\circ\text{С}$?

Задача 263. Два теплоизолированных сосуда соединены трубкой с закрытым краном. В первом сосуде находится $n_1 = 2 \text{ моль}$ гелия при температуре $T_1 = 200 \text{ К}$, а во втором – $n_2 = 3 \text{ моль}$ гелия при температуре $T_2 = 300 \text{ К}$. Кран открывают. Определите абсолютную температуру в сосудах.

Задача 264. У тепловой машины, работающей по циклу Карно, температура нагревателя в 3 раза больше температуры холодильника. Какая работа совершается газом за один цикл, если нагреватель передал газу количество теплоты $Q_1 = 42 \text{ кДж}$? Чему равен КПД такой тепловой машины?

Задача 265. Два моля идеального газа нагревают на $\Delta T = 10 \text{ К}$ так, что температура газа меняется пропорционально квадрату давления. Определите работу, совершаемую газом при нагревании.

Задача 266. График термодинамического процесса, происходящего в идеальном газе, на диаграмме (V, p) изображается в виде прямой, проходящей через две точки с координатами $(V_1 = 0,010 \text{ м}^3, p_1 = 100 \text{ кПа})$ и $(V_2 = 0,015 \text{ м}^3, p_2 = 150 \text{ кПа})$. Определите работу газа при изменении объема от $V_1 = 0,010 \text{ м}^3$ до $V_2 = 0,015 \text{ м}^3$.

Задача 267. На какую высоту поднимется бензол в капилляре, внутренний диаметр которого равен $d = 1 \text{ мм}$? Плотность бензола $\rho = 800 \text{ кг/м}^3$, а коэффициент поверхностного натяжения $\sigma = 0,03 \text{ Н/м}$. Смачивание считать полным.

Задача 268. С какой высоты упал без начальной скорости свинцовый шар, если при падении температура его повысилась на $\Delta T = 5 \text{ К}$? Считать, что 65 % энергии шара пошло на его нагревание. Удельная теплоемкость свинца равна $c = 130 \text{ Дж/кг} \cdot \text{К}$. Сопротивление воздуха не учитывать.

Задача 269. Тепловой двигатель, рабочим веществом которого является идеальный газ, работает по циклу, состоящему из двух адиабат и двух изохор. Определите КПД такого двигателя, если при адиабатном расширении и адиабатном сжатии температура изменяется в 4 раза.

Элементы ядерной физики и физики элементарных частиц

Задача 270. Ядро радия ${}^{226}_{88}\text{Ra}$ выбросило α -частицу (ядро атома гелия ${}^4_2\text{He}$). Найдите массовое число и атомный номер вновь образовавшегося ядра. Определите, какому элементу это ядро соответствует.

Задача 271. Определите кинетическую энергию и скорость теплового нейтрона при температуре окружающей среды $t = 27^\circ\text{C}$.

Задача 272. Какая масса урана расщепляется в ходе суточной работы атомной электростанции, тепловая мощность которой $P = 1,0 \text{ МВт}$? КПД станции $h = 20\%$, дефект массы при делении ядра урана $\Delta m = 4,0 \cdot 10^{-28} \text{ кг}$, атомная масса урана $m = 0,238 \text{ кг/моль}$.

Задача 273. Ядро азота ${}^{14}_7\text{N}$ захватило α -частицу и испустило протон. Определите массовое число и атомный номер ядра, образовавшегося в результате этого процесса. Какому элементу это ядро соответствует?

Задача 274. Для запуска спутника израсходовано $m = 96 \text{ т}$ топлива с теплотворной способностью $q = 10^7 \text{ Дж/кг}$. Определите массу урана с молярной массой $m = 235 \text{ г/моль}$, деление которого обеспечило бы запуск спутника. При делении одного ядра урана выделяется энергия, равная $e_0 = 200 \text{ МэВ}$.

Задача 275. Вычислите энергию ядерной реакции ${}^2_1\text{H} + {}^2_1\text{H} \rightarrow {}^1_1\text{H} + {}^3_1\text{H}$.

Задача 276. Электрон и позитрон, имевшие одинаковые кинетические энергии, равные $0,24 \text{ МэВ}$, при соударении превратились в два одинаковых фотона. Определите энергию фотона и соответствующую ему длину волны.

Задача 277. Вычислите энергию ядерной реакции ${}^7_3\text{Li} + {}^2_1\text{H} \rightarrow {}^8_4\text{Be} + {}^1_0\text{n}$.

Задача 278. За время $t = 1,0 \text{ год}$ распадается 60 % исходного количества ядер некоторого радиоактивного элемента. Определите период полураспада этого элемента. За какое время исходное количество ядер этого элемента уменьшится в $n = 10$ раз?

Задача 279. Период полураспада изотопа кобальта ${}^{60}_{27}\text{Co}$ равен $T = 5,3 \text{ года}$. Какая доля первоначального количества ядер этого изотопа распадется за время $t = 5,0 \text{ лет}$?

Рекомендуемая литература

Основная

1. Гурский, И. П. Элементарная физика с примерами решения задач / И. П. Гурский. – М. : Наука, 1984. – 448 с.
2. Зисман, Г. А. Курс общей физики : в 3 т. / Г. А. Зисман, О. М. Годес. – 6-е изд. – М. : Наука, 1974. – Т. 1 : Механика, молекулярная физика, колебания и волны ; Т. 2 : Электричество и магнетизм ; Т. 3 : Оптика, физика атомов и молекул, физика атомного ядра и микрочастиц.
3. Савельев, И. В. Курс общей физики : учеб. пособие : в 5 кн. / И. В. Савельев. – М. : Астрель, 2002–2005. – Кн. 1 : Механика, 2002. – 336 с. ; Кн. 2 : Электричество и магнетизм, 2003. – 336 с. ; Кн. 3 : Молекулярная физика и термодинамика, 2004. – 208 с. ; Кн. 4 : Волны. Оптика, 2005. – 256 с. ; Кн. 5 : Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц, 2004. – 368 с.
4. Элементарный учебник физики : в 3 т. / под ред. Г. С. Ландсберга. – 12-е изд. – М. : Физматлит, 2000. – Т. 1 : Механика. Молекулярная физика. – 606 с. ; Т. 2 : Электричество. Магнетизм. – 480 с. ; Т. 3 : Колебания и волны. Оптика. Атомная и ядерная физика. – 656 с.
5. Яворский, Б. М. Справочное руководство по физике : для поступающих в вузы и для самообразования / Б. М. Яворский, Ю. А. Селезнев. – 4-е изд. – М. : Наука, ФМ, 1989. – 576 с.

Дополнительная

6. Аксенович, Л. А. Физика / Л. А. Аксенович, Н. Н. Ракина. – 2-е изд. – Мн. : Дизайн ПРО, 2000. – 640 с.
7. Болсун, А. И. Физика в экзаменационных задачах / А. И. Болсун, Б. К. Галякевич. – Мн. : БелЭН, 2008.
8. Бондарь, В. Л. Задачи по физике с техническим содержанием / В. Л. Бондарь, Д. И. Кульбицкий, В. А. Яковенко. – Мн. : Нар. асвета, 1986.
9. Волькенштейн, В. С. Сборник задач по общему курсу физики / В. С. Волькенштейн. – М. : Наука, ФМ, 1979. – 352 с.
10. Гольдфарб, Н. И. Сборник вопросов и задач по физике / Н. И. Гольдфарб. – 5-е изд. – М. : Высш. шк., 1987.

11. Жданов, Л. С. Учебник физики для средних специальных заведений / Л. С. Жданов, Г. Л. Жданов. – М. : Наука, 1987.
12. Иродов, И. Е. Волновые процессы. Основные законы / И. Е. Иродов. – М. : Физматлит : Лаб. базовых знаний ; СПб. : Нев. диалект, 1999. – 256 с.
13. Иродов, И. Е. Задачи по курсу физики / И. Е. Иродов. – М. : Наука, 1985. – 512 с.
14. Иродов, И. Е. Задачи по общей физике / И. Е. Иродов. – М. : Физматлит : Лаб. базовых знаний ; СПб. : Нев. диалект, 2001. – 432 с.
15. Иродов, И. Е. Квантовая физика. Основные законы / И. Е. Иродов. – М. : Физматлит : Лаб. базовых знаний ; СПб. : Нев. диалект, 2002. – 272 с.
16. Иродов, И. Е. Механика. Основные законы / И. Е. Иродов. – М. : Физматлит : Лаб. базовых знаний ; СПб. : Нев. диалект, 2000. – 320 с.
17. Иродов, И. Е. Физика макросистем. Основные законы / И. Е. Иродов. – М. : Физматлит : Лаб. базовых знаний ; СПб. : Нев. диалект, 2001. – 196 с.
18. Иродов, И. Е. Электромагнетизм. Основные законы / И. Е. Иродов. – М. : Физматлит : Лаб. базовых знаний ; СПб. : Нев. диалект, 2000. – 352 с.
19. Капельян, С. Н. Физика : основные понятия, формулы, законы / С. Н. Капельян, В. А. Малашонок. – Мн. : Аверсэв, 2005. – 96 с.
20. Кухлинг, Х. Справочник по физике / Х. Кухлинг. – М. : Мир, 1982.
21. Савельев И. В. Сборник вопросов и задач по общей физике / И. В. Савельев. – М. : Наука, ФМ, 1982. – 272 с.
22. Савченко, Н. Е. Основные физические законы и формулы : краткий справочник / Н. Е. Савченко. – Мн. : Выш. шк., 1991.
23. Савченко, Н. Е. Решение задач по физике : справ. пособие / Н. Е. Савченко. – 6-е изд. – Мн. : Выш. шк., 2005. – 479 с.
24. Сборник задач и вопросов по физике : учеб. пособие для средних специальных учеб. заведений / под ред. Р. А. Гладковой. – М. : Наука, 1988.
25. Физика : учеб. пособие / В. А. Бондарь [и др.] ; под. ред.

В. А. Яковенко. – Мн. : БелЭн, 2002. – 512 с.

26. Фриш, С. Э. Курс общей физики : в 3 т. / С. Э. Фриш, А. В. Тиморева. – М. : Физматгиз, 1962. – Т. 1 : Физические основы механики. Молекулярная физика. Колебания и волны ; Т. 2 : Электрические и электромагнитные явления ; Т. 3 : Оптика. Атомная физика.
27. Яворский, Б. М. Справочник по физике для инженеров и студентов вузов / Б. М. Яворский, А. А. Детлаф. – 2-е изд. – М. : Наука, 1985. – 512 с.

Приложение А

(справочное)

Численные значения физических величин

Т а б л и ц а А.1

Массы покоя некоторых изотопов

Изотоп	Масса
Атом водорода ${}^1_1\text{H}$	$m_{\text{H}} = 1,00782504 \text{ а. е. м.}$
Дейтрон (d)	$m_{\text{d}} = 2,01354 \text{ а. е. м.}$
Дейтерий ${}^2_1\text{H}$ (D)	$m_{\text{D}} = 2,01410179 \text{ а. е. м.}$
α -частица (α) (ядро атома гелия)	$m_{\alpha} = 4,001488 \text{ а. е. м.}$
Изотоп гелия ${}^4_2\text{He}$	$m({}^4_2\text{He}) = 4,00260327 \text{ а. е. м.}$
Изотоп гелия ${}^3_2\text{He}$	$m({}^3_2\text{He}) = 3,016977 \text{ а. е. м.}$
Изотоп лития ${}^6_3\text{Li}$	$m({}^6_3\text{Li}) = 6,01702 \text{ а. е. м.}$
Изотоп лития ${}^7_3\text{Li}$	$m({}^7_3\text{Li}) = 7,01818 \text{ а. е. м.}$
Изотоп бериллия ${}^9_4\text{Be}$	$m({}^9_4\text{Be}) = 9,01495 \text{ а. е. м.}$
Изотоп бериллия ${}^{10}_4\text{Be}$	$m({}^{10}_4\text{Be}) = 10,01611 \text{ а. е. м.}$
Изотоп бора ${}^{10}_5\text{B}$	$m({}^{10}_5\text{B}) = 10,01294 \text{ а. е. м.}$
Изотоп бора ${}^{11}_5\text{B}$	$m({}^{11}_5\text{B}) = 11,01280 \text{ а. е. м.}$
Изотоп углерода ${}^{12}_6\text{C}$	$m({}^{12}_6\text{C}) = 12,00381 \text{ а. е. м.}$
Изотоп углерода ${}^{13}_6\text{C}$	$m({}^{13}_6\text{C}) = 13,00335 \text{ а. е. м.}$
Изотоп азота ${}^{14}_7\text{N}$	$m({}^{14}_7\text{N}) = 14,00752 \text{ а. е. м.}$
Изотоп азота ${}^{15}_7\text{N}$	$m({}^{15}_7\text{N}) = 15,00490 \text{ а. е. м.}$
Изотоп кислорода ${}^{16}_8\text{O}$	$m({}^{16}_8\text{O}) = 15,9994 \text{ а. е. м.}$
Изотоп кислорода ${}^{17}_8\text{O}$	$m({}^{17}_8\text{O}) = 17,00452 \text{ а. е. м.}$
Изотоп кислорода ${}^{18}_8\text{O}$	$m({}^{18}_8\text{O}) = 18,00487 \text{ а. е. м.}$

Т а б л и ц а А.2

Фундаментальные физические константы

Физическая константа	Значение
Гравитационная постоянная	$G = 6,6720 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2/\text{кг}^2$
Нормальное ускорение свободного падения	$g = 9,80665 \text{ м/с}^2$
Скорость света в вакууме	$c = 1/\sqrt{\epsilon_0 \mu_0} = 2,99792458 \cdot 10^8 \text{ м/с}$
Электрическая постоянная	$\epsilon_0 = 8,85418782 \cdot 10^{-12} \text{ Ф/м}$ $1/4\pi\epsilon_0 = 9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2/\text{Кл}^2$
Магнитная постоянная	$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ Гн/м} =$ $= 12,5663706144 \cdot 10^{-7} \text{ Гн/м}$
Элементарный заряд	$e = 1,6021892 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$
Отношение заряда электрона к его массе	$e/m_e = -1,7588047 \cdot 10^{11} \text{ Кл/кг}$
Постоянная Планка	$h = 2\pi\hbar = 6,626176 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$ $\hbar = 1,05458866 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$
Постоянная Авогадро	$N_A = 6,022045 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$
Постоянная Больцмана	$k = 1,380622 \cdot 10^{-23} \text{ Дж/К}$
Молярная газовая постоянная	$R = 8,31441 \text{ Дж/(моль} \cdot \text{К)}$
Нормальные условия для идеального газа: объем 1 моля газа нормальное давление нормальная температура	$V_0 = 22,41383 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{моль}$ $P_0 = 101325 \text{ Па};$ $T_0 = 273,15 \text{ К}$
Постоянная Фарадея	$F = eN_A = 96,48456 \cdot 10^3 \text{ Кл/моль}$
Постоянная Стефана–Больцмана	$s = 5,6696 \cdot 10^{-8} \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К}^4)$
Постоянные Вина	$b = 2,8978 \cdot 10^{-3} \text{ м} \cdot \text{К}$ $C = 1,30 \cdot 10^{-5} \text{ Вт/(м}^3 \cdot \text{К}^5)$
Постоянная Ридберга	$R = m_e c^2 a^2 / 2h = 3,289842 \cdot 10^{15} \text{ Гц}$ $R' = R/c = 1,097373 \cdot 10^7 \text{ м}^{-1}$ $R'' = 2\pi R = 2,0670687 \cdot 10^{16} \text{ Гц}$

Окончание табл. А.2

Физическая константа	Значение
Постоянная тонкой структуры	$a = e^2 / 4\pi\epsilon_0 \hbar c = 7,29729 \cdot 10^{-3}$ $a^{-1} = 137,0371$
Первый боровский радиус	$r_0 = \frac{4\pi\epsilon_0 \hbar^2}{m_e e^2} = 5,29173 \cdot 10^{-11} \text{ м}$
Комптоновская длина волны электрона	$\lambda_c = h/m_e c = 2,42627 \cdot 10^{-12} \text{ м}$ $\lambda_{c,e} = h/m_e c = 3,86153 \cdot 10^{-13} \text{ м}$
Энергия ионизации атома водорода	$E_H = 13,527 \text{ эВ} = 2,16728 \cdot 10^{-18} \text{ Дж}$

Т а б л и ц а А.3

Единицы массы и энергии
и массы покоя некоторых элементарных частиц

Параметр	Значение
Атомная единица массы	$1 \text{ а.е.м.} = \frac{1}{12} M_{C^{12}} = 1,6605655 \cdot 10^{-27} \text{ кг} =$ $= 931,5037 \text{ МэВ}/c^2$ $1 \text{ кг} = 5,6095 \cdot 10^{35} \text{ эВ}/c^2 = 6,022045 \cdot 10^{26} \text{ а.е.м.}$
Единицы энергии	$1 \text{ эВ} = 1,6021892 \cdot 10^{-19} \text{ Дж} =$ $= c^2 \cdot 17,8268767 \cdot 10^{-37} \text{ кг}$
Электрон (e^-) Позитрон (e^+)	$m_e = 9,109534 \cdot 10^{-31} \text{ кг} = 5,4858026 \cdot 10^{-4} \text{ а.е.м.}$ $m_e c^2 = 0,511 \text{ МэВ} = 8,187241 \cdot 10^{-16} \text{ Дж}$
Мю-мезон (μ^\pm)	$m_\mu = 206,769 m_e = 1,88357 \cdot 10^{-28} \text{ кг}$ $m_\mu c^2 = 105,659 \text{ МэВ}$
Протон (p) (ядро атома водорода)	$m_p = 1836,15155 m_e = 1,6726485 \cdot 10^{-27} \text{ кг} =$ $= 1,007276470 \text{ а.е.м.}$ $m_p c^2 = 938,28 \text{ МэВ}$
Нейтрон (n)	$m_n = 1837,57138 m_e = 1,6739419 \cdot 10^{-27} \text{ кг} =$ $= 1,008665012 \text{ а.е.м.}$ $m_n c^2 = 938,999 \text{ МэВ}$

Т а б л и ц а А.4

Термодинамические характеристики некоторых веществ

Вещество	Плотность ρ , кг/м ³	Удельная теплоемкость c , Дж/(кг·К)	Удельная теплота плавления (кристаллизации) λ , кДж/кг	Удельная теплота парообразования (конденсации) L , МДж/кг
Алюминий	2700	896	397	10,9
Анилин	1020	2170	–	40,7
Вода	1000	4190	333,7	2,256
Водяной пар	880 (100°)	–	–	–
Воздух	1293	–	–	–
Железо	7800	465	277	6,34
Латунь	8400–8700	385	–	–
Лед	916	2090	330	–
Медь	8900	385	205	4,79
Олово	7400	218	59,6	2,45
Свинец	11300	130	23	8,6
Серебро	10500	234	104,5	–
Эфир	720	2350	–	0,37

Т а б л и ц а А.5

Работа выхода электронов

Вещество	A , Дж	A , эВ	Вещество	A , Дж	A , эВ
Алюминий	$5,98 \cdot 10^{-19}$	3,74	Медь	$7,15 \cdot 10^{-19}$	4,40
Барий	$3,66 \cdot 10^{-19}$	2,29	Молибден	$6,83 \cdot 10^{-19}$	4,27
Висмут	$7,39 \cdot 10^{-19}$	4,62	Натрий	$3,63 \cdot 10^{-19}$	2,27
Вольфрам	$7,20 \cdot 10^{-19}$	4,54	Никель	$7,74 \cdot 10^{-19}$	4,50
Железо	$6,98 \cdot 10^{-19}$	4,31	Платина	$8,46 \cdot 10^{-19}$	5,29
Золото	$7,33 \cdot 10^{-19}$	4,30	Рубидий	$3,34 \cdot 10^{-19}$	2,09
Калий	$3,44 \cdot 10^{-19}$	2,22	Серебро	$7,85 \cdot 10^{-19}$	4,28
Кобальт	$6,80 \cdot 10^{-19}$	4,41	Цезий	$3,02 \cdot 10^{-19}$	1,81
Литий	$3,82 \cdot 10^{-19}$	2,38	Цинк	$5,98 \cdot 10^{-19}$	3,74

Содержание

Предисловие	3
1. Учебная программа	3
1.1. Примерный тематический план	3
1.2. Содержание предмета	5
2. Вопросы для самоконтроля	8
3. Основные формулы и примеры решения задач	13
4. Указания к выполнению и оформлению контрольной работы	70
5. Контрольная работа 2	72
Рекомендуемая литература	82
Приложение А. Численные значения физических величин	85

Учебное издание

Ф И З И К А

Учебная программа, методические указания
и контрольные задания

для учащихся безотрывной формы обучения специальностей
2-25 01 10 «Коммерческая деятельность»,

2-39 02 02 «Проектирование и производство радиоэлектронных
средств», 2-39 02 31 «Техническая эксплуатация радиоэлектронных
средств», 2-40 01 01 «Программное обеспечение информационных
технологий», 2-40 02 02 «Электронные вычислительные средства»

В двух частях

ЧАСТЬ 2

**ОПТИКА. КВАНТОВАЯ И АТОМНАЯ ФИЗИКА. МОЛЕКУЛЯРНАЯ
ФИЗИКА И ТЕРМОДИНАМИКА. ОСНОВЫ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ
И ФИЗИКИ ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЧАСТИЦ**

Составители:

Тараканов Александр Николаевич

Болсун Александр Иванович

Сологуб Людмила Владимировна

Зав. ред.-издат. отд. О. П. Козельская

Редактор Г. Л. Говор

Корректор Н. Г. Михайлова

Компьютерная верстка А. П. Пучек

План издания 2008 г. (поз. 9)

Изд. лиц. № 02330/0131735 от 17.02.2004.

Подписано в печать 09.07.2008. Формат 60×84¹/₁₆.

Бумага писчая. Гарнитура Таймс. Печать ризографическая.

Усл. печ. л. 5,23. Уч.-изд. л. 4,61. Тираж 140 экз. Заказ 140.

Издатель и полиграфическое исполнение Учреждение образования
«Минский государственный высший радиотехнический колледж»
220005, г. Минск, пр-т Независимости, 62.

ISBN 978-985-6851-56-7

