

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Минцаев Магомед Шавалович

Должность: Ректор

Дата подписания: 22.08.2026 11:35:36

Уникальный программный ключ:

236bcc35c296f119d6aafdc22836b21db52dbc07971a86865a3825191a4304cc

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

имени академика М. Д. Миллионщикова

кафедра «Физика»

УТВЕРЖДЕН  
на заседании кафедры физики

« 27 » \_05\_2026\_ г., протокол № 10

Заведующий кафедрой

Успажиев Р.Т.

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ ФИЗИКА

Направление подготовки

08.03.01. «Строительство»

Профиль подготовки

«Промышленное и гражданское строительство»

**Квалификация**

Бакалавр

Составитель



Хаджиев Р.Р.

Грозный - 2026

### Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине «Физика»

| № п\п | Контролируемые разделы дисциплины                   | Код контролируемой компетенции | Наименование оценочного средства                                                                                           |
|-------|-----------------------------------------------------|--------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1     | Физические основы механики                          | ОПК-1                          | Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности. |
| 2     | Молекулярная физика, и термодинамика                | ОПК-1                          | Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности. |
| 3     | Электродинамика                                     | ОПК-1                          | Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности. |
| 4     | Колебания и волны                                   | ОПК-1                          | Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности. |
| 5     | Оптика                                              | ОПК-1                          | Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности. |
| 6     | Элементы квантовой физики                           | ОПК-1                          | Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности. |
| 7     | Элементы атомов физики и квантовой механики         | ОПК-1                          | Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности. |
| 8     | Элементы физики атомного ядра и элементарных частиц | ОПК-1                          | Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности. |

### Перечень оценочных средств.

| № п/ | Наименование оценочного средства  | Краткая характеристика оценочного средства                                                                                                                                | Представление оценочного средства в фонде |
|------|-----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| 1    | Задача                            | Проблемное задание, в котором обучающемуся предлагают осмыслить реальную профессионально - ориентированную ситуацию, необходимую для решения данной проблемы              | Задания для решения задачи                |
| 2    | Лабораторное задание              | Выполнение студентом лабораторной работы по разделам                                                                                                                      | Комплект лабораторных работ               |
| 3    | Контрольная работа                | Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу учебной дисциплины.                                         | Комплект контрольных заданий по вариантам |
| 4    | Вопросы для рубежной аттестации   | Средство контроля усвоения учебного материала. Продукт самостоятельной работы студента, представляющий собой краткое изложение в письменном виде теоретического материала | Перечень вопросов                         |
| 5    | Зачетно-экзаменационные материалы | Средство контроля усвоения учебного материала темы, раздела или разделов дисциплины, в виде собеседования преподавателя и обучающегося                                    | Комплект зачетно-экзаменационных билетов  |

## КЕЙС-ЗАДАЧИ

### 2 семестр

#### Задание 1

1. Две автомашины движутся по дорогам, угол между которыми,  $\alpha = 60^\circ$ . Скорость автомашин  $v_1 = 54$  км/ч и  $v_2 = 72$  км/ч. С какой скоростью удаляются машины одна от другой?
2. Орудие, жестко закрепленное на железнодорожной платформе, производит выстрел вдоль полотна железной дороги под углом  $\alpha = 30^\circ$  к линии горизонта. Определить скорость  $u_2$  отката платформы, если снаряд вылетает со скоростью  $u_1 = 480$  м/с. Масса платформы с орудием и снарядами  $m_2 = 18$  т, масса снаряда  $m_1 = 60$  кг.

#### Задание 2

1. Шар массой  $m_1 = 1$  кг движется со скоростью  $v_1 = 4$  м/с и сталкивается с шаром массой  $m_2 = 2$  кг, движущимся навстречу ему со скоростью  $v_2 = 3$  м/с. Каковы скорости  $u_1$  и  $u_2$  шаров после удара? Удар считать абсолютно упругим, прямым, центральным.
2. Определить количество теплоты  $Q$ , которое надо сообщить кислороду объемом  $V = 50$  л при его изохорном нагревании, чтобы давление газа повысилось на  $\Delta p = 0,5$  Мпа.

#### Задание 3

1. Идеальный газ совершает цикл Карно при температурах теплоприемника  $T_2 = 290$  К и теплоотдатчика  $T_1 = 400$  К. Во сколько раз увеличится коэффициент полезного действия  $\eta$  цикла, если температура теплоотдатчика возрастет до  $T'_1 = 600$  К?
2. Найти массу  $m$  воды, вошедшей в стеклянную трубку с диаметром канала  $d = 0,8$  мм, опущенную в воду на малую глубину. Считать смачивание полным.

#### Задание 4

1. Кольцо из медного провода массой  $m = 10$  г помещено в однородное магнитное поле ( $B = 0,5$  Тл) так, что плоскость кольца составляет угол  $\beta = 60^\circ$  с линиями магнитной индукции. Определить заряд  $Q$ , который пройдет по кольцу, если снять магнитное поле.
2. Источник тока замкнули на катушку сопротивлением  $R = 20$  Ом. Через время  $t = 0,1$  с тока  $I$  в катушке достигла 0,95 предельного значения. Определить индуктивность  $L$  катушки.

#### Задание 5

1. Какую работу  $A$  надо совершить при выдувании мыльного пузыря, чтобы увеличить его объем от  $V_1 = 8$  см<sup>3</sup> до  $V_2 = 16$  см<sup>3</sup>? Считать процесс изотермическим.
2. На скамье Жуковского стоит человек и держит в руках стержень вертикально по оси скамьи. Скамья с человеком вращается с угловой скоростью  $\omega_1 = 4$  рад/с. С какой угловой скоростью  $\omega_2$  будет вращаться скамья с человеком, если повернуть стержень так, чтобы он занял горизонтальное положение? Суммарный момент инерции человека и скамьи  $J = 5$  кг · м<sup>2</sup>. Длина стержня  $\ell = 1,8$  м, масса  $m = 6$  кг. Считать, что центр масс стержня с человеком находится на оси платформы.

#### Задание 6

1. Какая работа  $A$  будет совершена силами гравитационного поля при падении на Землю тела массой  $m = 2$  кг: 1) с высоты  $h = 1000$  км; 2) из бесконечности?
2. Точка участвует одновременно в двух взаимно перпендикулярных колебаниях, уравнения которых  $x = A_1 \sin \omega_1 t$  и  $y = A_2 \cos \omega_2 t$ , где  $A_1 = 8$  см,  $A_2 = 4$  см,  $\omega_1 = \omega_2 = 2\pi$ . Написать уравнение траектории и построить ее. Показать направление движения точки.

### 3 семестр

#### Задание 7

1. Средняя энергетическая светимость  $R$  поверхности Земли равна  $0,54$  Дж/(см<sup>2</sup>· мин). Какова должна быть температура  $T$  поверхности Земли, если условно считать, что она излучает как серое тело с коэффициентом черноты  $a_T = 0,25$ ?
2. На цинковую пластину направлен монохроматический пучок света. Фототок прекращается при задерживающей разности потенциалов  $U = 1,5$  В. Определить длину волны  $\lambda$  света, падающего на пластину.

#### Задание 8

1. Определить импульс  $p_e$  электрона отдачи, если фотон с энергией  $\varepsilon_1 = 1,53$  МэВ в результате рассеяния на свободном электроны потерял  $\frac{1}{3}$  своей энергии.
2. При какой скорости  $\beta$  (в долях скорости света) релятивистская масса любой частицы вещества в  $n = 3$  раза больше массы покоя?

#### Задание 9

1. Температура абсолютно черного тела  $T = 2$  К. Определить длину волны  $\lambda_m$ , на которую приходится максимум энергии излучения, и спектральную плотность энергетической светимости (излучательности)  $(\Gamma_{\lambda, T})_{\max}$  для этой длины волны.
2. Фотон с энергией  $\varepsilon = 10$  эВ падает на серебряную пластину и вызывает фотоэффект. Определить импульс  $p$ , полученный пластиной, если принять, что направления движения фотона и фотоэлектрона лежат на одной прямой, перпендикулярной поверхности пластин.

#### Задание 10

1. Во сколько раз изменится период  $T$  вращения электрона в атоме водорода, если при переходе в невозбужденное состояние атом излучил фотон с длиной волны  $\lambda = 97,5$  нм?
2. При каких значениях кинетической энергии  $T$  электрона ошибка в определении дебройлевской длины волны  $\lambda_{\text{п}}$  по нерелятивистской формуле не превышает 10%?

#### Задание 11

1. Альфа-частица находится в бесконечно глубоком, одномерном, прямоугольном потенциальном ящике. Используя соотношение неопределенностей, оценить ширину  $\ell$  ящика, если известно, что минимальная энергия  $\alpha$ -частицы  $E_{\min} = 8$  МэВ.
2. Среднее время жизни  $\Delta t$  атома в возбужденном состоянии составляет около  $10^{-8}$  с. При переходе атома в нормальное состояние испускается фотон, средняя длина волны  $\langle \lambda \rangle$  которого равна 400 нм. Оценить относительную ширину  $\Delta \lambda / \lambda$  излучаемой спектральной линии, если не происходит уширения линии за счет других процессов.

#### Задание 12

1. Электрон находится в бесконечно глубоком, одномерном, прямоугольном потенциальном ящике шириной  $\ell$ . В каких точках в интервале  $0 < x < \ell$  плотности вероятности нахождения электрона на втором и третьем энергетических уровнях одинаковы? Вычислить плотность вероятности для этих точек. Решение пояснить графиком.
2. Определить число Ядер, распадающихся в течение времени:  $1) t_1 = 1 \text{ мин};$

Критерии оценки:

—если студент правильно решил одну задачу, то он получает 2,5 балла.

### Вопросы для рубежной аттестации

#### Второй семестр

#### Вопросы к первой рубежной аттестации

1. Модели в механике. Система отсчета. Траектория, перемещение и пройденный путь.
2. Скорость. Ускорение и его составляющие.
3. Угловая скорость и угловое ускорение.
4. Первый закон Ньютона. Масса. Сила. Второй закон Ньютона.
5. Импульс. Третий закон Ньютона.
6. Силы трения.
7. Закон сохранения импульса.
8. Элементарная работа.
9. Мощность.
10. Кинетическая и потенциальная энергия.
11. Закон сохранения механической энергии.
12. Момент инерции. Теорема Штейнера.
13. Кинетическая энергия вращения. Момент силы.
14. Уравнение динамики вращательного движения твердого тела.
15. Момент импульса и закон его сохранения.
16. Опытные законы идеального газа.
17. Уравнение Клапейрона - Менделеева. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории идеальных газов.
18. Явления переноса в термодинамических неравновесных системах.
19. Закон равномерного распределения энергии по степеням свободы молекул.
20. Первое начало термодинамики. Работа газа при изменении его объема. Теплоемкость.
21. Уравнение Майера.
22. Применение I начала термодинамики к изопроцессам. Адиабатный процесс.

#### Вопросы ко 2 рубежной аттестации.

1. Закон сохранения электрического заряда. Закон Кулона. Электростатическое поле. Напряженность электростатического поля. Поток вектора напряженности. Принцип суперпозиции электростатического поля.
2. Теорема Гаусса для электростатического поля в вакууме. Циркуляция вектора напряженности электростатического поля.
3. Потенциал электростатического поля. Разность потенциалов.
4. Электрическая емкость. Электроемкость уединенного проводника. Конденсаторы и их соединения. Энергия электростатического поля.
5. Электрический ток. Сила тока. Плотность тока.

6. Сторонние силы. ЭДС и напряжение. Закон Ома. Сопротивление проводников. Закон Ома в дифференциальной форме.
7. Работа и мощность тока. Закон Джоуля - Ленца.
8. Закон Ома для неоднородного участка цепи.
9. Магнитное поле. Магнитная индукция. Вектор напряженности.
10. Закон Ампера.
11. Магнитное поле движущегося заряда. Действие магнитного поля на движущийся заряд. Движение заряженных частиц в магнитном поле.
12. Явление электромагнитной индукции. Закон Фарадея. Правило Ленца.
13. Индуктивность контура. Самоиндукция.
14. Энергия магнитного поля. Уравнения Максвелла.
15. Гармонические колебания и их характеристика. Дифференциальное уравнение гармонических колебаний.
16. Механические гармонические колебания. Гармонический осциллятор. Пружинный, физический и математический маятники.
17. Свободные гармонические колебания в колебательном контуре.
18. Волновые процессы. Виды волн.
19. Излучение диполя.
20. Применение электромагнитных волн.

### 3 Семестр

#### Вопросы к 1 рубежной аттестации

1. Основные законы оптики.
2. Интерференция света.
3. Интерференция света в тонких пленках.
4. Принцип Гюйгенса-Френеля.
5. Дифракция Фраунгофера на одной щели и на дифракционной решетке.
6. Дифракция на пространственной решетке. Формула Вульфа - Брэггов.
7. Дисперсия света.
8. Поглощение света.
9. Тепловое излучение.

#### Вопросы ко 2 рубежной аттестации

1. Закон Кирхгофа. Законы Стефана-Больцмана и Вина.
2. Фотоэффект. Законы фотоэффекта.
3. Давление света.
4. Модели атома Томсона и Резерфорда.
5. Постулаты Бора.
6. Волновая функция.
7. Уравнения Шредингера.
8. Атомное ядро. Взаимодействие нуклонов.
9. Дефект массы и энергия связи ядра.
10. Радиоактивность
11. Закон радиоактивного распада.
12. Основные типы ядерных реакций.
- 13 Цепная ядерная реакция.
14. Элементарные частицы.

Третий семестр  
Вопросы к первой рубежной аттестации

Критерии оценки:

- если выполнено 100% задания, то студент получает 20 баллов;
- если выполнено 75% задания, то студент получает 15 баллов;
- если выполнено 50% задания, то студент получает 10 баллов;
- если выполнено 25% задания, то студент получает 5 баллов;
- если выполнено менее 25% задания, то студент получает 0 баллов.

**Комплект заданий для контрольной работы**

2 семестр  
Контрольная работа №1.  
Вариант 0.

- 110.** Точка движется по окружности радиусом  $R = 30$  см с постоянным угловым ускорением  $\epsilon$ . Определить тангенциальное ускорение  $a_t$  точки, если известно, что за время  $t = 4$  с она совершила три оборота и в конце третьего оборота ее нормальное ускорение  $a_n = 2,7$  м/с<sup>2</sup>.
- 120.** Лодка длиной  $\ell = 3$  м и массой  $m = 120$  кг стоит на спокойной воде. На носу и корме находятся два рыбака массами  $m_1 = 60$  кг и  $m_2 = 90$  кг. На сколько сдвинется лодка относительно воды, если рыбаки поменяются местами?
- 130.** Шар массой  $m_1 = 2$  кг сталкивается с покоящимся шаром большей массы и при этом теряет 40% кинетической энергии. Определить массу  $m_2$  большего шара. Удар считать абсолютно упругим, прямым, центральным.
- 140.** Какая работа  $A$  должна быть совершена при поднятии с земли материалов для постройки цилиндрической трубы высотой  $h = 40$  м, наружным диаметром  $D = 3,0$  м и внутренним диаметром  $d = 2,0$  м? Плотность материала  $\rho$  принять равной  $2,8 \cdot 10^3$  кг/м<sup>3</sup>.
- 150.** К концам легкой и нерастяжимой нити, перекинутой через блок, подвешены грузы массами  $m_1 = 0,2$  кг и  $m_2 = 0,3$  кг. Во сколько раз отличаются силы, действующие на нить по обе стороны от блока, если масса блока  $m = 0,4$  кг, а его ось движется вертикально вверх с ускорением  $a = 2$  м/с<sup>2</sup>? Силами трения и проскальзывания нити по блоку пренебречь.
- 160.** Однородный стержень длиной  $\ell = 1,0$  м и массой  $M = 0,7$  кг подвешен на горизонтальной оси, проходящей через верхний конец стержня. В точку, отстоящую от оси на  $\frac{2}{3}\ell$ , абсолютно упруго ударяет пуля массой  $m = 5$  кг, летящая перпендикулярно стержню и его оси. После удара стержень отклонился на угол  $\alpha = 60^\circ$ . Определить скорость пули.
- 170.** Во сколько раз средняя плотность земного вещества отличается от средней плотности лунного? Принять, что радиус  $R_3$  Земли в 6 раз меньше веса тела на Земле.

Контрольная работа №2.  
Вариант 0.

- 210.** Определить количество вещества  $\nu$  и число  $N$  молекул азота массой  $m = 0,2$  кг.

- 220.** Определить плотность  $\rho$  водяного пара, находящегося под давлением  $p = 2,5$  кПа и имеющего температуру  $T = 250$  К.
- 230.** Определить среднюю кинетическую энергию  $\langle E_n \rangle$  поступательного движения и  $\langle E_{вр} \rangle$  вращательного движения молекулы азота при температуре  $T = 1$  кВ. Определить также полную кинетическую энергию  $E_k$  молекулы при тех же условиях.
- 240.** Одноатомный газ при нормальных условиях занимает объем  $V = 5$  л. Вычислить теплоемкость  $C_v$  этого газа при постоянном объеме.
- 250.** В сферической колбе вместимостью  $V = 3$  л, содержащей азот, создан вакуум с давлением  $p = 80$  мкПа. Температура газа  $T = 250$  К. Можно ли считать вакуум в колбе высоким?
- 260.** Определить работу  $A$ , которую совершит азот, если ему при постоянном давлении сообщить количество теплоты  $Q = 21$  кДж. Найти также изменение  $\Delta U$  внутренней энергии газа.
- 270.** В цикле Карно газ получил от теплоотдатчика теплоту  $Q = 500$  Дж и совершил работу  $A = 100$  Дж. Температура теплоотдатчика  $T_1 = 400$  К. Определить температуру  $T_2$  теплоприемника.
- 280.** Две капли ртути радиусом  $r = 1,2$  мм каждая слились в одну большую каплю. Определить энергию  $E$ , которая выделится при этом слиянии. Считать процесс изотермическим.
- Контрольная работа №1.

#### Вариант 1.

- 101.** Тело брошено вертикально вверх с начальной скоростью  $v_0 = 4$  м/с. Когда оно достигло верхней точки полета из того же начального пункта, с той же начальной скоростью  $v_0$  вертикально вверх брошено второе тело. На каком расстоянии  $h$  от начального пункта встретятся тела? Сопротивление воздуха не учитывать.
- 111.** При горизонтальном полете со скоростью  $v = 250$  м/с снаряд массой  $m = 8$  кг разорвался на две части. Большая часть массой  $m_1 = 6$  кг получила скорость  $u_1 = 400$  м/с в направлении полета снаряда. Определить модуль и направление скорости  $u_2$  меньшей части снаряда.
- 121.** В деревянный шар массой  $m_1 = 8$  кг, подвешенный на нити длиной  $\ell = 1,8$  м, попадает горизонтально летящая пуля массой  $m_2 = 4$  г. С какой скоростью летела пуля, если нить с шаром и застрявшей в нем пулей отклонилась от вертикали на угол  $\alpha = 3^\circ$ ? Размером шара пренебречь. Удар пули считать прямым, центральным.
- 131.** Определить работу растяжения двух соединенных последовательно пружин жесткостями  $k = 400$  Н/м и  $k = 250$  Н/м, если первая пружина при этом растянулась на  $\Delta \ell = 2$  см.
- 141.** Шарик массой  $m = 60$  г, привязанный к концу нити длиной  $\ell_1 = 1,2$  м, вращается с частотой  $n_1 = 2$  с<sup>-1</sup>, опираясь на горизонтальную плоскость. Нить укорачивается, приближая шарик к оси до расстояния  $\ell_2 = 0,6$  м. С какой частотой  $n_2$  будет при этом вращаться шарик? Какую работу  $A$  совершает внешняя сила, укорачивая нить? Трением шарика о плоскость пренебречь.
- 151.** На скамье Жуковского сидит человек и держит на вытянутых руках гири массой  $m = 5$  кг каждая. Расстояние от каждой гири до оси скамьи  $\ell = 70$  см. Скамья вращается с частотой  $n_1 = 1$  с<sup>-1</sup>. Как изменится частота вращения скамьи и какую работу  $A$  произведет человек, если он сожмет руки так, что расстояние от каждой гири до оси уменьшится до  $\ell_2 = 20$  см? Момент инерции человека и скамьи (вместе) относительно оси  $J = 2,5$  кг · м<sup>2</sup>.
- 161.** Определить напряженность  $G$  гравитационного поля на высоте  $h = 1000$  км над поверхностью Земли. Считать известными ускорение  $g$  свободного падения у поверхности Земли и ее радиус  $R$ .
- 171.** На стержне длиной  $\ell = 30$  см укреплены два одинаковых грузика: один – в середине стержня, другой – на одном из его концов. Стержень с грузами колеблется около горизонтальной оси. Проходящей через свободный конец стержня. Определить приведенную длину  $L$  и период  $T$  простых гармонических колебаний данного физического маятника. Массой стержня пренебречь.

#### Контрольная работа №2.

#### Вариант 1.

- 201.** Определить количество вещества  $\nu$  и число  $N$  молекул кислорода массой  $m = 0,5$  кг.
- 211.** В цилиндр длиной  $\ell = 1,6$  м, заполненный воздухом при нормальном атмосферном давлении  $p_0$ , начали медленно вдвигать поршень площадью основания  $S = 200$  см<sup>2</sup>. Определить силу  $F$ , действующую на поршень, если его остановить на расстоянии  $\ell_1 = 10$  см от дна цилиндра.
- 221.** Определить внутреннюю энергию  $U$  водорода, а также среднюю кинетическую энергию  $\langle \varepsilon \rangle$  молекулы этого газа при температуре  $T = 300$  К, если количество вещества  $\nu$  этого газа равно  $0,5$  моль.
- 231.** Определить молярную массу  $M$  двухатомного газа и его удельные теплоемкости, если известно, что разность  $c_p - c_v$  удельных теплоемкостей этого газа равна  $260$  Дж/(кг · К).
- 241.** Найти среднее число  $\langle z \rangle$  столкновений за время  $t = 1$  с и длину свободного пробега  $\langle \ell \rangle$  молекулы гелия, если газ находится под давлением  $p = 2$  кПа при температуре  $T = 200$  К.
- 251.** Определить количество теплоты  $Q$ , которое надо сообщить кислороду объемом  $V = 50$  л при его изохорном нагревании, чтобы давление газа повысилось на  $\Delta p = 0,5$  Мпа.
- 261.** Идеальный газ совершает цикл Карно при температурах теплоприемника  $T_2 = 290$  К и теплоотдатчика  $T_1 = 400$  К. Во сколько раз увеличится коэффициент полезного действия  $\eta$  цикла, если температура теплоотдатчика возрастет до  $T'_1 = 600$  К?
- 271.** Найти массу  $m$  воды, вошедшей в стеклянную трубку с диаметром канала  $d = 0,8$  мм, опущенную в воду на малую глубину. Считать смачивание полным

#### Контрольная работа №1.

##### Вариант 2.

- 102.** Материальная точка движется прямолинейно с ускорением  $a = 5$  м/с<sup>2</sup>. Определить, на сколько путь, пройденный точкой в  $n$ -ю секунду, будет больше пути, пройденного в предыдущую секунду. Принять  $v_0 = 0$ .
- 112.** С тележки, свободно движущийся по горизонтальному пути со скоростью  $v_1 = 3$  м/с, в сторону, противоположную движению тележки, прыгает человек, после чего скорость тележки изменилась и стала равной  $u_1 = 4$  м/с. Определить горизонтальную составляющую скорости  $u_{2x}$  человека при прыжке относительно тележки. Масса тележки  $m_1 = 210$  кг, масса человека  $m_2 = 70$  кг.
- 122.** По небольшому куску мягкого железа, лежащему на наковальне массой  $m_1 = 300$  кг, ударяет молот массой  $m_2 = 8$  кг. Определить КПД  $\eta$  удара, если удар неупругий. Полезной считать энергию, затраченную на деформацию куска железа.
- 132.** Из шахты глубиной  $h = 600$  м поднимают клеть массой  $m_1 = 3,0$  т на канате, каждый метр которого имеет массу  $m = 1,5$  кг. Какая работа  $A$  совершается при поднятии клетки на поверхность Земли? Каков коэффициент полезного действия  $\eta$  подъемного устройства?
- 142.** По касательной к шкиву маховика в виде диска диаметром  $D = 75$  см и массой  $m = 40$  кг приложена сила  $F = 1$  кН. Определить угловое ускорение  $\varepsilon$  и частоту вращения  $n$  маховика через время  $t = 10$  с после начала действия силы, если радиус  $r$  шкива равен  $12$  см. Силой трения пренебречь.
- 152.** На скамье Жуковского стоит человек и держит в руках стержень вертикально по оси скамьи. Скамья с человеком вращается с угловой скоростью  $\omega_1 = 4$  рад/с. С какой угловой скоростью  $\omega_2$  будет вращаться скамья с человеком, если повернуть стержень так, чтобы он занял горизонтальное положение? Суммарный момент инерции человека и скамьи  $J = 5$  кг · м<sup>2</sup>. Длина стержня  $\ell = 1,8$  м, масса  $m = 6$  кг. Считать, что центр масс стержня с человеком находится на оси платформы.
- 162.** Какая работа  $A$  будет совершена силами гравитационного поля при падении на Землю тела массой  $m = 2$  кг: 1) с высоты  $h = 1000$  км; 2) из бесконечности?
- 172.** Точка участвует одновременно в двух взаимно перпендикулярных колебаниях, уравнения которых  $x = A_1 \sin \omega_1 t$  и  $y = A_2 \cos \omega_2 t$ , где  $A_1 = 8$  см,  $A_2 = 4$  см,  $\omega_1 = \omega_2 = 2\pi \cdot 1$ . Написать уравнение траектории и построить ее. Показать направление движения точки.

Контрольная работа №2.

Вариант 2.

202. Сколько атомов содержится в ртути: 1) количеством вещества  $\nu = 0,2$  моль; 2) массой  $m = 1$  г?
212. В баллоне находится газ при температуре  $T_1 = 400$  К. До какой температуры  $T_2$  надо нагреть газ, чтобы его давление увеличилось в 1,5 раза?
222. Определить суммарную кинетическую энергию  $E_k$  поступательного движения всех молекул газа, находящегося в сосуде вместимостью  $V = 3$  л под давлением  $p = 540$  кПа.
232. Найти удельные  $c_p$  и  $c_v$ , а также молярные  $C_p$  и  $C_v$  теплоемкости углекислого газа.
242. Определить среднюю длину свободного пробега  $\langle \ell \rangle$  молекулы азота в сосуде вместимостью  $V = 5$  л. Масса газа  $m = 0,5$  г.
252. При изотермическом расширении азота при температуре  $T = 280$  К объем его увеличился в два раза. Определить: 1) совершенную при расширении газа работу  $A$ ; 2) изменение  $\Delta U$  внутренней энергии; 3) количество теплоты  $Q$ , полученное газом. Масса азота  $m = 0,2$  кг.
262. Идеальный газ совершает цикл Карно. Температура  $T_1$  теплоотдатчика в четыре раза ( $n = 4$ ) больше температуры теплоприемника. Какую долю  $\omega$  количества теплоты, полученного за один цикл от теплоотдатчика, газ отдаст теплоприемнику?
272. Какую работу  $A$  надо совершить при выдувании мыльного пузыря, чтобы увеличить его объем от  $V_1 = 8$  см<sup>3</sup> до  $V_2 = 16$  см<sup>3</sup>? Считать процесс изотермическим.

Контрольная работа № 1.

Вариант 3.

103. Две автомашины движутся по дорогам, угол между которыми,  $\alpha = 60^\circ$ . Скорость автомашин  $v_1 = 54$  км/ч и  $v_2 = 72$  км/ч. С какой скоростью удаляются машины одна от другой?
113. Орудие, жестко закрепленное на железнодорожной платформе, производит выстрел вдоль полотна железной дороги под углом  $\alpha = 30^\circ$  к линии горизонта. Определить скорость  $u_2$  отката платформы, если снаряд вылетает со скоростью  $u_1 = 480$  м/с. Масса платформы с орудием и снарядами  $m_2 = 18$  т, масса снаряда  $m_1 = 60$  кг.
123. Шар массой  $m_1 = 1$  кг движется со скоростью  $v_1 = 4$  м/с и сталкивается с шаром массой  $m_2 = 2$  кг, движущимся навстречу ему со скоростью  $v_2 = 3$  м/с. Каковы скорости  $u_1$  и  $u_2$  шаров после удара? Удар считать абсолютно упругим, прямым, центральным.
133. Пружина жесткостью  $k = 500$  Н/м сжата силой  $F = 100$  Н. Определить работу  $A$  внешней силы, дополнительно сжимающей пружину еще на  $\Delta l = 2$  см.
143. На обод маховика диаметром  $D = 60$  см намотан шнур, к концу которого привязан груз массой  $m = 2$  кг. Определить момент инерции  $J$  маховика, он, вращаясь равноускоренно под действием силы тяжести груза, за время  $t = 3$  с приобрел угловую скорость  $\omega = 9$  рад/с.
153. Платформа в виде диска диаметром  $D = 3$  м и массой  $m_1 = 180$  кг может вращаться вокруг вертикальной оси. С какой угловой скоростью  $\omega_1$  будет вращаться эта платформа, если по ее краю пойдет человек массой  $m_2 = 70$  кг со скоростью  $v = 1,8$  м/с относительно платформы?
163. Из бесконечности на поверхность Земли падает метеорит массой  $m = 30$  кг. Определить работу  $A$ , которая при этом будет совершена силами гравитационного поля Земли. Ускорение свободного падения  $g$  у поверхности Земли и ее радиус  $R$  считать известными.

Контрольная работа № 2.

Вариант 3.

203. Вода при температуре  $t = 4^\circ$  С занимает объем  $V = 1$  см<sup>3</sup>. Определить количество вещества  $\nu$  и число  $N$  молекул воды.

- 213.** Баллон вместимостью  $V = 20$  л заполнен азотом при температуре  $T = 400$  К. Когда часть газа израсходовали, давление в баллоне понизилось на  $\Delta p = 200$  кПа. Определить массу израсходованного газа. Процесс считать изотермическим.
- 223.** Количество вещества гелия  $\nu = 1,5$  моль, температура  $T = 120$  К. Определить суммарную кинетическую энергию  $E_k$  поступательного движения всех молекул этого газа.
- 233.** Определить показатель адиабаты  $\gamma$  идеального газа, который при температуре  $T = 350$  К и давлении  $p = 0,4$  МПа занимает объем  $V = 300$  л и имеет теплоемкость  $C_v = 857$  Дж/К.
- 243.** Водород находится под давлением  $p = 20$  мкПа и имеет температуру  $T = 300$  К. Определить среднюю длину свободного пробега  $\langle l \rangle$  молекулы такого газа.
- 253.** При адиабатном сжатии давление воздуха было увеличено от  $p_1 = 50$  кПа до  $p_2 = 0,5$  МПа. Затем при неизменном объеме температура воздуха была понижена до первоначальной. Определить давление  $p_3$  газа в конце процесса.
- 263.** Определить работу  $A_2$  изотермического сжатия газа, совершающего цикл Карно КПД которого  $\eta = 0,4$ , если работа изотермического расширения равна  $A_1 = 8$  Дж.
- 273.** Какая энергия  $E$  выделится при слиянии двух капель ртути диаметром  $d_1 = 0,8$  мм и  $d_2 = 1,2$  мм в одну каплю?

#### Контрольная работа №1.

##### Вариант 2

- 104.** Материальная точка движется прямолинейно с начальной скоростью  $v_0 = 10$  м/с и постоянным ускорением  $a = -5$  м/с<sup>2</sup>. Определить, во сколько раз путь  $\Delta s$ , пройденный материальной точкой, будет превышать модуль ее перемещения  $\Delta r$  спустя  $t = 4$  с после начала отсчета времени.
- 114.** Человек массой  $m_1 = 70$  кг, бегущий со скоростью  $v_1 = 9$  км/ч, догоняет тележку массой  $m_2 = 190$  кг, движущуюся со скоростью  $v_2 = 3,6$  км/ч, и вскакивает на нее. С какой скоростью станет двигаться тележка с человеком? С какой скоростью будет двигаться тележка с человеком, если человек до прыжка бежал навстречу тележке?
- 124.** Шар массой  $m_1 = 3$  кг движется со скоростью  $v_1 = 2$  м/с и сталкивается с покоящимся шаром массой  $m_2 = 5$  кг. Какая работа будет совершена при деформации шаров? Удар считать абсолютно неупругим, прямым, центральным.
- 134.** Две пружины жесткостями  $k_1 = 0,5$  кН/м и  $k_2 = 1$  кН/м скреплены параллельно. Определить потенциальную энергию  $\Pi$  данной системы при абсолютной деформации  $\Delta l = 4$  см.
- 144.** Нить с привязанными к ее концам грузами массами  $m_1 = 50$  г и  $m_2 = 60$  г перекинута через блок диаметром  $D = 4$  см. Определить момент инерции  $J$  блока, если под действием силы тяжести грузов он получил угловое ускорение  $\varepsilon = 1,5$  рад/с<sup>2</sup>. Трением и проскальзыванием нити по блоку пренебречь.
- 154.** Платформа, имеющая форму диска, может вращаться около вертикальной оси. На краю платформы стоит человек. На какой угол  $\varphi$  повернется платформа, если человек пойдет вдоль края платформы и, обойдя ее, вернется в исходную (на платформе) точку? Масса платформы  $m_1 = 280$  кг, масса человека  $m_2 = 80$  кг.
- 164.** С поверхности Земли вертикально вверх пущена ракета со скоростью  $v = 5$  км/с. На какую высоту она поднимется?
- 174.** Определить частоту  $\nu$  простых гармонических колебаний диска радиусом  $R = 20$  см около горизонтальной оси, проходящей через середину радиуса диска перпендикулярно его плоскости.

#### Контрольная работа № 2.

##### Вариант 4.

- 204.** Найти молярную массу  $M$  и массу  $m_m$  одной молекулы поваренной соли.
- 214.** В баллоне вместимостью  $V = 15$  л находится аргон под давлением  $p_1 = 600$  кПа и при температуре  $T_1 = 300$  К. Когда из баллона было взято некоторое количество газа, давление в баллоне понизилось до  $p_2 = 400$  кПа, а температура установилась  $T_2 = 260$  К. Определить массу аргона, взятого из баллона.

**224.** Молярная внутренняя энергия  $U_m$  некоторого двухатомного газа равна 6,02 кДж/моль. Определить среднюю кинетическую энергию  $\langle \varepsilon_{\text{кр.}} \rangle$  вращательного движения одной молекулы этого газа. Газ считать идеальным.

**234.** В сосуде вместимостью  $V = 6$  л находится при нормальных условиях двухатомный газ. Определить теплоемкость  $C_V$  этого газа при постоянном объеме.

**244.** При нормальных условиях длина свободного пробега  $\langle \ell \rangle$  молекулы водорода равна 0,160 мкм. Определить диаметр  $d$  молекулы водорода.

**254.** Кислород массой  $m = 200$  г занимает объем  $V_1 = 100$  л и находится под давлением  $p_1 = 200$  кПа. При нагревании газ расширился при постоянном давлении до объема  $V_2 = 300$  л, а затем его давление возросло до  $p_3 = 500$  кПа при неизменном объеме. Найти изменение внутренней энергии  $\Delta U$  газа, совершенную газом работу  $A$  и теплоту  $Q$ , переданную газу. Построить график процесса.

**264.** Газ, совершающий цикл Карно, отдал теплоприемнику теплоту  $Q_2 = 14$  кДж. Определить температуру  $T_1$  теплоотдатчика, если при температуре теплоприемника  $T_2 = 280$  К работа цикла  $A = 6$  кДж.

**274.** Определить давление  $p$  внутри воздушного пузырька диаметром  $d = 4$  мм, находящегося в воде у самой ее поверхности. Считать атмосферное давление нормальным.

#### Контрольная работа №1.

##### Вариант 5.

**105.** Велосипедист ехал из одного пункта в другой. Первую треть пути он проехал со скоростью  $v_1 = 18$  км/ч. Далее половину оставшегося времени он ехал со скоростью  $v_2 = 22$  км/ч, после чего до конечного пункта он шел пешком со скоростью  $v_3 = 5$  км/ч. Определить среднюю скорость  $\langle v \rangle$  велосипедиста.

**115.** Конькобежец, стоя на коньках на льду, бросает камень массой  $m_1 = 2,5$  кг под углом  $\alpha = 30^\circ$  к горизонту со скоростью  $v = 10$  м/с. Какова будет начальная скорость  $v_0$  движения конькобежца, если масса его  $m_2 = 60$  кг? Перемещением конькобежца во время броска пренебречь.

**125.** Определить КПД  $\eta$  неупругого удара бойка массой  $m_1 = 0,5$  т, падающего на сваю массой  $m_2 = 120$  кг. Полезной считать энергию, затраченную на вбивание сваи.

**135.** Какую нужно совершить работу  $A$ , чтобы пружину жесткостью  $k = 800$  Н/м, сжатую на  $x = 6$  см, дополнительно сжать на  $\Delta x = 8$  см?

**145.** Стержень вращается вокруг оси, проходящей через его середину, согласно уравнению  $\varphi = At + Bt^3$ , где  $A = 2$  рад/с,  $B = 0,2$  рад/с<sup>3</sup>. Определить вращающий момент  $M$ , действующий на стержень через время  $t = 2$  с после начала вращения, если момент инерции стержня  $J = 0,048$  кг·м<sup>2</sup>.

**155.** На скамье Жуковского стоит человек и держит в руке за ось велосипедное колесо, вращающееся вокруг своей оси с угловой скоростью  $\omega_1 = 25$  рад/с. Ось колеса расположена вертикально и совпадает с осью скамьи Жуковского. С какой скоростью  $\omega_2$  станет вращаться скамья, если повернуть колесо вокруг горизонтальной оси на угол  $\alpha = 90^\circ$ ? Момент инерции человека и скамьи  $J$  равен  $2,5$  кг·м<sup>2</sup>, момент инерции колеса  $J_0 = 0,5$  кг·м<sup>2</sup>.

**165.** По круговой орбите вокруг Земли обращается спутник с периодом  $T = 90$  мин. Определить высоту спутника. Ускорение свободного падения  $g_0$  поверхности Земли и ее радиус  $R$  считать известными.

**175.** Определить период  $T$  простых гармонических колебаний диска радиусом  $R = 40$  см около горизонтальной оси, проходящей через образующую диска.

#### Контрольная работа № 2.

##### Вариант 5.

**205.** Определить массу  $m_m$  одной молекулы углекислого газа.

- 215.** Два сосуда одинакового объема содержат кислород. В одном сосуде давление  $p_1 = 2$  МПа и температура  $T_1 = 800$  К, в другом  $p_2 = 2,5$  МПа,  $T_2 = 200$  К. Сосуды соединили трубкой и охладили находящийся в них кислород до температуры  $T = 200$  К. Определить установившееся в сосудах давление  $p$ .
- 225.** Определить среднюю кинетическую энергию  $\langle \epsilon \rangle$  одной молекулы водяного пара  $T = 500$  К.
- 235.** Определить относительную молекулярную массу  $M_r$  и молярную массу  $M$  газа, если разность его удельных теплоемкостей  $c_p - c_v = 2,08$  кДж/(кг·К).
- 245.** Какова средняя арифметическая скорость  $\langle v \rangle$  молекул кислорода при нормальных условиях. Если известно, что средняя длина свободного пробега  $\langle \ell \rangle$  молекулы кислорода при этих условиях равна 100 нм?
- 255.** Объем водорода при изотермическом расширении при температуре  $T = 300$  К увеличился в  $n = 3$  раза. Определить работу  $A$ , совершенную газом, и теплоту  $Q$ , полученную при этом. Масса  $m$  водорода равна 200 г.
- 265.** Газ, являясь рабочим веществом в цикле Карно, получил от теплоотдатчика теплоту  $Q_1 = 4,38$  кДж и совершил работу  $A = 2,4$  кДж. Определить температуру теплоотдатчика, если температура теплоприемника  $T_2 = 273$  К.
- 275.** Пространство между двумя стеклянными параллельными пластинками с площадью поверхности  $S = 100$  см<sup>2</sup> каждая, расположенными на расстоянии  $\ell = 20$  мкм друг от друга, заполнено водой. Определить силу  $F$ , прижимающую пластинки друг к другу. Считать мениск вогнутым с диаметром  $d$ , равным расстоянию между пластинками.

#### Контрольная работа №1.

##### Вариант 6.

- 106.** Тело брошено под углом  $\alpha = 30^\circ$  к горизонту со скоростью  $v_0 = 30$  м/с. Каковы будут нормальное  $a_n$  и тангенциальное  $a_\tau$  ускорения тела через время  $t = 1$  с после начала движения?
- 116.** На полу стоит тележка в виде длинной доски, снабженной легкими колесами. На одном конце доски стоит человек. Масса его  $m_1 = 60$  кг, масса доски  $m_2 = 20$  кг. С какой скоростью (относительно пола) будет двигаться тележка, если человек пойдет вдоль нее со скоростью (относительно доски)  $v = 1$  м/с? Массой колес и трением пренебречь.
- 126.** Шар массой  $m_1 = 4$  кг движется со скоростью  $v_1 = 5$  м/с и сталкивается с шаром массой  $m_2 = 6$  кг, который движется ему навстречу со скоростью  $v_2 = 2$  м/с. Определить скорости  $u_1$  и  $u_2$  шаров после удара. Удар считать абсолютно упругим, прямым, центральным.
- 136.** Если на верхний конец вертикально расположенной спиральной пружины положить груз, то пружина сожмется на  $\Delta \ell = 3$  мм. На сколько сожмет пружину тот же груз, упавший на конец пружины с высоты  $h = 8$  см?
- 146.** По горизонтальной плоскости катится диск со скоростью  $v = 8$  м/с. Определить коэффициент сопротивления, если диск, будучи предоставленным самому себе, остановился, пройдя путь  $s = 18$  м.
- 156.** Однородный стержень длиной  $\ell = 1,0$  м может свободно вращаться вокруг горизонтальной оси, проходящей через один из его концов. В другой конец абсолютно неупруго ударяет пуля массой  $m = 7$  г, летящая перпендикулярно стержню и его оси. Определить массу  $M$  стержня, если в результате попадания пули он отклонится на угол  $\alpha = 60^\circ$ . Принять скорость пули  $v = 360$  м/с.
- 166.** На каком расстоянии от центра Земли находится точка, в которой напряженность суммарного гравитационного поля Земли и Луны равна нулю? Принять, что масса Земли в 81 раз больше массы Луны и что расстояние от центра Земли до центра Луны равно 60 радиусам Земли.
- 176.** Определить период  $T$  колебаний математического маятника, если его модуль максимального перемещения  $\Delta r = 18$  см и максимальная скорость  $v_{\max} = 16$  см/с.

Контрольная работа № 2.

Вариант 6.

- 206.** Определить концентрацию молекул находящегося в сосуде вместимостью  $V = 2$  л. Количество вещества  $\nu$  кислорода равно  $0,2$  моль.
- 216.** Вычислить плотность  $\rho$  азота, находящегося под давлением  $p = 2$  МПа и имеющего температуру  $T = 400$  К.
- 226.** Определить среднюю квадратичную скорость  $\langle v_{\text{кв}} \rangle$  молекулы газа, заключенного в сосуд вместимостью  $V = 2$  л под давлением  $p = 200$  кПа. Масса газа  $m = 0,3$  г.
- 236.** Определить молярные теплоемкости газа, если его удельные теплоемкости  $c_v = 10,4$  кДж/(кг·К) и  $c_p = 14,6$  кДж/(кг·К).
- 246.** Кислород находится под давлением  $p = 133$  нПа при температуре  $T = 200$  К. Вычислить среднее число  $\langle z \rangle$  столкновений молекулы кислорода при этих условиях за время  $\tau = 1$  с.
- 256.** Азот массой  $m = 0,1$  кг был изобарно нагрет от температуры  $T_1 = 200$  К до температуры  $T_2 = 400$  К. Определить работу  $A$ , совершенную газом, полученную им теплоту  $Q$  и изменение  $\Delta U$  внутренней энергии азота.
- 266.** Газ, совершающий цикл Карно, отдал теплоприемнику 67% теплоты, полученной от теплоотдатчика. Определить температуру  $T_2$  теплоприемника, если температура теплоотдатчика  $T_1 = 430$  К.
- 276.** Глицерин поднялся в капиллярной трубке диаметром канала  $d = 1$  мм на высоту  $h = 20$  мм. Определить поверхностное натяжение  $\alpha$  глицерина. Считать смачивание полным.

Контрольная работа №1.

Вариант 7.

- 107.** Материальная точка движется по окружности с постоянной угловой скоростью  $\omega = \pi/6$  рад/с. Во сколько раз путь  $\Delta s$ , пройденный точкой за время  $t = 4$  с, будет больше модуля ее перемещения  $\Delta r$ ? Принять, что в момент начала отсчета времени радиус-вектор  $r$ , задающий положение точки на окружности, относительно исходного положения был повернут на угол  $\varphi_0 = \pi/3$  рад.
- 117.** Снаряд, летевший со скоростью  $v = 400$  м/с, в верхней точке траектории разорвался на два осколка. Меньший осколок, масса которого составляет 40% от массы снаряда, полетел в противоположном направлении со скоростью  $u_1 = 150$  м/с. Определить скорость  $u_2$  большего осколка.
- 127.** Из ствола автоматического пистолета вылетела пуля массой  $m_1 = 10$  г со скоростью  $v = 300$  м/с. Затвор пистолета массой  $m_2 = 200$  г прижимается к стволу пружиной, жесткость которой  $k = 25$  кН/м. На какое расстояние отойдет затвор после выстрела? Считать, что пистолет жестко закреплен.
- 137.** Из пружинного пистолета с пружиной жесткостью  $k = 150$  Н/м был произведен выстрел пулей массой  $m = 8$  г. Определить скорость  $v$  пули при вылете ее из пистолета, если пружина была сжата на  $\Delta x = 4$  см.
- 147.** Определить момент силы  $M$ , который необходимо приложить к блоку, вращающемуся с частотой  $n = 12$  с<sup>-1</sup>, чтобы он остановился в течение времени  $\Delta t = 8$  с. Диаметр блока  $D = 30$  см. Массу блока  $m = 6$  кг считать равномерно распределенной по ободу.
- 157.** На краю платформы в виде диска, вращающейся по инерции вокруг вертикальной оси с частотой  $n_1 = 8$  мин<sup>-1</sup>, стоит человек массой  $m_1 = 70$  кг. Когда человек перешел в центр платформы, она стала вращаться с частотой  $n_2 = 10$  мин<sup>-1</sup>. Определить массу  $m_2$  платформы. Момент инерции человека рассчитывать, как для материальной точки.
- 167.** Спутник обращается вокруг Земли по круговой орбите на высоте  $h = 520$  км. Определить период обращения спутника. Ускорение свободного падения  $g$  у поверхности Земли и ее радиус  $R$  считать известными.

177. Материальная точка совершает простые гармонические колебания так, что в начальный момент времени смещение  $x_0 = 4$  см, а скорость  $v_0 = 10$  см/с. Определить амплитуду  $A$  и начальную фазу  $\varphi_0$  колебаний, если их период  $T = 2$  с.

## Контрольная работа № 2.

### Вариант 7.

207. Определить количество вещества  $\nu$  водорода заполняющего сосуд объемом  $V = 3$  л, если концентрация молекул газа в сосуде  $n = 2 \cdot 10^{18} \text{ м}^{-3}$ .

217. Определить относительную молекулярную массу  $M_r$  газа, если при температуре  $T = 154$  К и давлении  $p = 2,8$  МПа он имеет плотность  $\rho = 6,1$  кг/м<sup>3</sup>.

227. Водород находится при температуре  $T = 300$  К. Найти среднюю кинетическую энергию  $\langle \epsilon_{вр} \rangle$  вращательного движения одной молекулы, а также суммарную кинетическую энергию  $E_k$  всех молекул этого газа; количество водорода  $\nu = 0,5$  моль.

237. Найти удельные  $c_v$  и  $c_p$  и молярные  $C_v$  и  $C_p$  теплоемкости азота и гелия.

247. При каком давлении  $p$  средняя длина свободного пробега  $\langle \ell \rangle$  молекул азота равна 1 м, если температура газа  $t = 10^0$  С?

257. Во сколько раз увеличится объем водорода, содержащий количество вещества  $\nu = 0,4$  моль при изотермическом расширении, если при этом газ получит количество теплоты  $Q = 800$  Дж? Температура водорода  $T = 300$  К.

267. Во сколько раз увеличится коэффициент полезного действия  $\eta$  цикла Карно при повышении температуры теплоотдатчика от  $T_1 = 380$  К до  $T_1 = 560$  К? Температура теплоприемника  $T_2 = 280$  К.

277. В воду опущена на очень малую глубину стеклянная трубка с диаметром канала  $d = 1$  мм. Определить массу  $m$  воды, вошедшей в трубку.

### Вариант 8.

108. Материальная точка движется в плоскости  $xOy$  согласно уравнениям  $x = A_1 + B_1 t + C_1 t^2$  и  $y = A_2 + B_2 t + C_2 t^2$ , где  $B_1 = 7$  м/с,  $C_1 = -2$  м/с<sup>2</sup>,  $B_2 = -1$  м/с,  $C_2 = 0,2$  м/с<sup>2</sup>. Найти модули скорости и ускорения точки в момент времени  $t = 5$  с.

118. Две одинаковые лодки массами  $m = 200$  кг каждая (вместе с человеком и грузами, находящимися в лодках) движутся параллельными курсами навстречу друг другу с одинаковыми скоростями  $v = 1$  м/с. Когда лодки поравнялись, то с первой лодки на вторую и со второй на первую одновременно перебрасывают грузы массами  $m_1 = 200$  кг. Определить скорости  $u_1$  и  $u_2$  лодок после перебрасывания грузов.

128. Шар массой  $m_1 = 5$  кг движется со скоростью  $v_1 = 1$  м/с и сталкивается с покоящимся шаром массой  $m_2 = 2$  кг. Определить скорости  $u_1$  и  $u_2$  шаров после удара. Удар считать абсолютно упругим, прямым, центральным.

138. Налетев на пружинный буфер, вагон массой  $m = 16$  т, двигавшийся со скоростью  $v = 0,6$  м/с, остановился, сжав пружину на  $\Delta \ell = 8$  см. Найти общую жесткость  $k$  пружин буфера.

148. Блок, имеющий форму диска массой  $m = 0,4$  кг, вращается под действием силы натяжения нити, к концам которой подвешены грузы массами  $m_1 = 0,3$  кг и  $m_2 = 0,7$  кг. Определить силы натяжения  $T_1$  и  $T_2$  нити по обе стороны блока.

158. На краю неподвижной скамьи Жуковского диаметром  $D = 0,8$  м и массой  $m_1 = 6$  кг стоит человек массой  $m_2 = 60$  кг. С какой угловой скоростью  $\omega$  начнет вращаться скамья, если человек поймает летящий на него мяч массой  $m = 0,5$  кг? Траектория мяча горизонтальна и проходит на расстоянии  $r = 0,4$  м от оси скамьи. Скорость мяча  $v = 5$  м/с.

168. Определить линейную и угловую скорости спутника Земли, обращающегося по круговой орбите на высоте  $h = 1000$  км. Ускорение свободного падения  $g$  у поверхности Земли и ее радиус  $R$  считать известными.

178. Складываются два колебания одинакового направления и одинакового периода:  $x_1 = A_1 \sin \omega_1 t$  и  $x_2 = A_2 \sin \omega_2(t + \tau)$ , где  $A_1 = A_2 = 3$  см,  $\omega_1 = \omega_2 = \pi \text{ с}^{-1}$ ,  $\tau = 0,5$  с. Определить амплитуду  $A$  и на-

чальную фазу  $\varphi_0$  результирующего колебания. Написать его уравнение. Построить векторную диаграмму для момента времени  $t = 0$ .

### Контрольная работа № 2.

#### Вариант 8.

- 208.** В баллоне вместимостью  $V = 3$  л содержится кислород массой  $m = 10$  г. Определить концентрацию  $n$  молекул газа.
- 218.** Найти плотность  $\rho$  азота при температуре  $T = 400$  К и давлении  $p = 2$  МПа.
- 228.** При какой температуре средняя кинетическая энергия  $\langle \varepsilon_n \rangle$  поступательного движения молекулы газа равна  $4,14 \cdot 10^{-21}$  Дж?
- 238.** Вычислить удельные теплоемкости газа, зная, что его молярная масса  $M = 4 \cdot 10^{-3}$  кг/моль и отношение теплоемкостей  $C_p/C_v = 1,67$ .
- 248.** В сосуде вместимостью  $V = 5$  л находится водород массой  $m = 0,5$  г. Определить среднюю длину свободного пробега  $\langle \ell \rangle$  молекулы водорода в этом сосуде.
- 258.** Какая работа  $A$  совершается при изотермическом расширении водорода массой  $m = 5$  г, взятого при температуре  $T = 290$  К, если объем газа увеличивается в три раза?
- 268.** Идеальная тепловая машина работает по циклу Карно. Температура теплоотдатчика  $T_1 = 500$  К, температура теплоприемника  $T_2 = 250$  К. Определить термически КПД  $\eta$  цикла, а также работу  $A_1$  рабочего вещества при изотермическом расширении, если при изотермическом сжатии совершена работа  $A_2 = 70$  Дж.
- 278.** На сколько давление  $p$  воздуха внутри мыльного пузыря больше нормального атмосферного давления  $p_0$ , если диаметр пузыря  $d = 5$  мм?

### Контрольная работа №1.

#### Вариант 9.

- 109.** По краю равномерно вращающейся с угловой скоростью  $\omega = 1$  рад/с платформы идет человек и обходит платформу за время  $t = 9,9$  с. Каково наибольшее ускорение  $a$  движения человека относительно Земли? Принять радиус платформы  $R = 2$  м.
- 119.** На сколько переместится относительно берега лодка длиной  $\ell = 3,5$  м и массой  $m_1 = 200$  кг, если стоящий на корме человек массой  $m_2 = 80$  кг переместится на нос лодки? Считать лодку расположенной перпендикулярно берегу.
- 129.** Из орудия, не имеющего противооткатного устройства, производилась стрельба в горизонтальном направлении. Когда орудие было неподвижно закреплено, снаряд вылетел со скоростью  $v_1 = 600$  м/с, а когда орудию дали возможность свободно откатываться назад, снаряд вылетел со скоростью  $v_2 = 580$  м/с. С какой скоростью откатилось при этом орудие?
- 139.** Цепь длиной  $\ell = 2$  м лежит на столе, одним концом свисая со стола. Если длина свешивающейся части превышает  $1/3\ell$ , то цепь соскальзывает со стола. Определить скорость  $v$  цепи в момент ее отрыва от стола.
- 149.** К краю стола прикреплен блок. Через блок перекинута невесомая и нерастяжимая нить, к концам которой прикреплены грузы. Один груз движется по поверхности стола, а другой - вдоль вертикали вниз. Определить коэффициент трения между поверхностями груза и стола, если массы каждого груза и масса блока одинаковы и грузы движутся с ускорением  $a = 5,6$  м/с<sup>2</sup>. Проскальзыванием нити по блоку и силой трения, действующей на блок, пренебречь.
- 159.** Горизонтальная платформа массой  $m_1 = 150$  кг вращается вокруг вертикальной оси, проходящей через центр платформы, с частотой  $n = 8$  мин<sup>-1</sup>. Человек массой  $m_2 = 70$  кг стоит при этом на краю платформы. С какой угловой скоростью  $\omega$  начнет вращаться платформа, если человек перейдет от края платформы к ее центру? Считать платформу круглым, однородным диском, а человека – материальной точкой.
- 169.** Какова масса Земли, если известно, что Луна в течение года совершает 13 обращений вокруг Земли и расстояние от Земли до Луны равно  $3,84 \cdot 10^8$  м?

**179.** На гладком горизонтальном столе лежит шар массой  $M = 200$  г, прикрепленный к горизонтально расположенной легкой пружине с жесткостью  $k = 500$  Н/м. В шар попадает пуля массой  $m = 10$  г, летящая со скоростью  $v = 300$  м/с, и застревает в нем. Пренебрегая перемещением шара во время удара и сопротивлением воздуха, определить амплитуду  $A$  и период  $T$  колебаний шара.

#### Контрольная работа № 2.

##### Вариант 9.

**209.** Определить относительную молекулярную массу  $M_r$ : 1) воды; 2) углекислого газа; 3) поваренной соли.

**219.** В сосуде вместимостью  $V = 40$  л находится кислород при температуре  $T = 300$  К. Когда часть газа израсходовали, давление в баллоне понизилось на  $\Delta p = 100$  кПа. Определить массу израсходованного кислорода. Процесс считать изотермическим.

**229.** В азоте взвешены мельчайшие пылинки, которые движутся так, как если бы они были очень крупными молекулами. Масса каждой пылинки равна  $6 \cdot 10^{-10}$  г. Газ находится при температуре  $T = 400$  К. Определить средние квадратичные скорости  $\langle v_{\text{кв}} \rangle$ , а также средние кинетические энергии  $\langle \epsilon_n \rangle$  поступательного движения молекулы азота и пылинки.

**239.** Трехатомный газ под давлением  $p = 240$  кПа и температуре  $t = 20^\circ$  С занимает объем  $V = 10$  л. Определить теплоемкость  $C_p$  этого газа при постоянном давлении.

**249.** Средняя длина свободного пробега  $\langle \ell \rangle$  молекулы водорода при некоторых условиях равна 2 мм. Найти плотность  $\rho$  водорода при этих условиях.

**259.** Какая доля  $\omega_1$  количества теплоты  $Q$ , подводимого к идеальному двухатомному газу при изобарном процессе, расходуется на увеличение  $\Delta U$  внутренней энергии газа и какая доля  $\omega_2$  — на работу  $A$  расширения? Рассмотреть три случая, если газ: 1) одноатомный; 2) двухатомный; 3) трехатомный.

**269.** Газ, совершающий цикл Карно, получает теплоту  $Q_1 = 84$  кДж. Определить работу  $A$  газа, если температура  $T_1$  теплоотдатчика в три раза выше температуры  $T_2$  теплоприемника.

**279.** Воздушный пузырек диаметром  $d = 2,2$  мкм находится в воде у самой ее поверхности. Определить плотность  $\rho$  воздуха в пузырьке, если воздух над поверхностью воды находится при нормальных условиях.

#### Контрольная работа № 3.

##### Вариант 0.

**310.** Расстояние  $d$  между двумя точечными зарядами  $Q_1 = 2$  нКл и  $Q_2 = 4$  нКл равно 60 см. Определить точку, в которую нужно поместить третий заряд  $Q_3$  так, чтобы система зарядов находилась в равновесии. Определить заряд  $Q_3$  и его знак. Устойчивое или неустойчивое будет равновесие?

**320.** Две трети тонкого кольца радиусом  $R = 10$  см несут равномерно распределенный с линейной плотностью  $\tau = 0,2$  мкКл/м заряд. Определить напряженность  $E$  электрического поля, создаваемого распределенным зарядом в точке  $O$ , совпадающей с центром кольца.

**330.** На двух коаксиальных бесконечных цилиндрах радиусами  $R$  и  $2R$  равномерно распределены заряды с поверхностными плотностями  $\sigma_1$  и  $\sigma_2$  (рис. 1). Требуется: 1) используя теорему Остроградского-Гаусса: найти зависимость  $E(r)$  напряженности электрического поля от расстояния для трех областей: I, II и III. Принять  $\sigma_1 = -\sigma$ ,  $\sigma_2 = 4\sigma$ . 2) вычислить напряженность  $E$  в точке, удаленной от оси цилиндров на расстояние  $r$ , и указать направление вектора  $E$ . Принять  $\sigma = 30$  нКл/м<sup>2</sup>,  $r = 4R$ ; 3) построить график  $E(r)$ .

**340.** Тонкая квадратная рамка равномерно заряжена с линейной плотностью заряда  $\tau = 200$  нКл/м. Определить потенциал  $\phi$  поля в точке пересечения диагоналей.

**350.** Электрон движется вдоль силовой линии однородного электрического поля. В некоторой точке поля с потенциалом  $\phi_1 = 10$  В электрон имел скорость  $V_1 = 6$  Мм/с. Определить потенциал  $\phi_2$  точки поля, дойдя до которой электрон потеряет половину своей скорости.

**360.** Плоский конденсатор с площадью пластин  $S = 200 \text{ см}^2$  каждая заряжена до разности потенциалов  $U = 2 \text{ кВ}$ . Расстояние между пластинами  $d = 2 \text{ см}$ . Диэлектрик – стекло. Определить энергию  $W$  поля конденсатора и плотность энергии  $\omega$  поля.

**370.** ЭДС батареи  $\mathcal{E} = 12 \text{ В}$ . При силе тока  $I = 4 \text{ А}$  КПД батареи  $\eta = 0,6$ . Определить внутреннее сопротивление  $R_i$  батареи.

**380.** Сила тока в цепи изменяется со временем по закону  $I = I_0 e^{-\alpha t}$ . Определить количество теплоты, которое выделится в проводнике сопротивлением  $R = 20 \text{ Ом}$  за время, в течение которого ток уменьшится в  $e$  раз. Коэффициент  $\alpha$  принять равным  $2 \cdot 10^{-2} \text{ с}^{-1}$ .

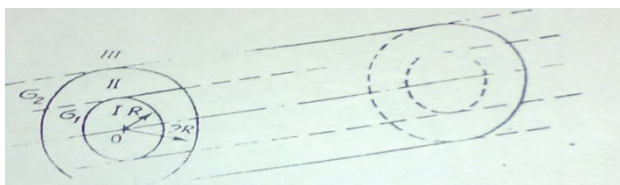


рис. 1

#### Контрольная работа № 4.

#### Вариант 0.

**410.** Бесконечно длинный провод с током  $I = 50 \text{ А}$  изогнут так, как это показано на рис. 2. Определить магнитную индукцию  $B$  в точке А, лежащей на биссектрисе прямого угла на расстоянии  $d = 10 \text{ см}$  от его вершины.

**420.** По круговому витку радиусом  $R = 5 \text{ см}$  течет ток  $I = 20 \text{ А}$ . Виток расположен в однородном магнитном поле ( $B = 40 \text{ мТл}$ ) так, что нормаль к плоскости контура составляет угол  $\angle \mathbf{J} = \mathbf{p} / 6$  с вектором  $\mathbf{B}$ . Определить изменение  $\Delta W$  потенциальной энергии контура при его повороте на угол  $\varphi = \pi/2$  в направлении увеличения угла  $\angle \mathbf{J}$ .

**430.** По тонкому стержню длиной  $\ell = 40 \text{ см}$  равномерно распределен заряд  $Q = 60 \text{ нКл}$ . Стержень вращается с частотой  $n = 12 \text{ с}^{-1}$  относительно оси, перпендикулярной стержню и проходящей через стержень на расстоянии  $a = \ell/3$  от одного из его концов. Определить магнитный момент  $p_m$ , обусловленный вращением стержня.

**440.** Ион, попав в магнитное поле ( $B = 0,01 \text{ Тл}$ ), стал двигаться по окружности. Определить кинетическую энергию  $T$  (в эВ) иона, если магнитный момент  $p_m$  эквивалентного кругового тока равен  $1,6 \cdot 10^{-14} \text{ А} \cdot \text{м}^2$ .

**450.** В скрещенные под прямым углом однородные магнитное ( $H = 1 \text{ МА/м}$ ) и электрическое ( $E = 50 \text{ кВ/м}$ ) поля влетел ион. При какой скорости  $v$  иона (по модулю и направлению) он будет двигаться в скрещенных полях прямолинейно?

**460.** Определить магнитный поток  $\Phi$ , пронизывающий соленоид, если длина  $\ell = 50 \text{ см}$  и магнитный момент  $p_m = 0,4 \text{ Вб}$ .

**470.** Кольцо из медного провода массой  $m = 10 \text{ г}$  помещено в однородное магнитное поле ( $B = 0,5 \text{ Тл}$ ) так, что плоскость кольца составляет угол  $\beta = 60^\circ$  с линиями магнитной индукции. Определить заряд  $Q$ , который пройдет по кольцу, если снять магнитное поле.

**480.** Источник тока замкнули на катушку сопротивлением  $R = 20 \text{ Ом}$ . Через время  $t = 0,1 \text{ с}$  тока  $I$  в катушке достигла  $0,95$  предельного значения. Определить индуктивность  $L$  катушки.

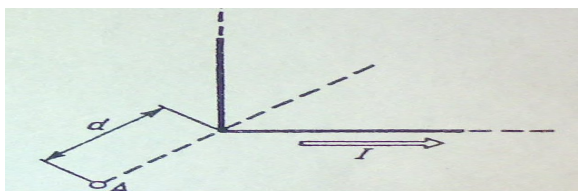


рис.2

### Контрольная работа № 3

#### Вариант 1.

**301.** Точечные заряды  $Q_1 = 20 \text{ мкКл}$ ,  $Q_2 = -10 \text{ мкКл}$  находятся на расстоянии  $d = 5 \text{ см}$  друг от друга. Определить напряженность поля в точке, удаленной на  $r_1 = 3 \text{ см}$  от первого и на  $r_2 = 4 \text{ см}$  от второго заряда. Определить также силу  $F$ , действующую в этой точке на точечный заряд  $Q = 1 \text{ мкКл}$ .

**311.** Тонкий стержень длиной  $\ell = 20 \text{ см}$  несет равномерно распределенный заряд  $\tau = 0,1 \text{ мкКл}$ . Определить напряженность  $E$  электрического поля, создаваемого распределенным зарядом в точке  $A$ , лежащей на оси стержня на расстоянии  $\alpha = 20 \text{ см}$  от его конца.

**321.** На двух концентрических сферах радиусом  $R$  и  $2R$  равномерно распределены заряды с поверхностными плотностями  $\sigma_1$  и  $\sigma_2$  (рис. 3). Требуется: 1) используя теорему Остроградского-Гаусса, найти зависимость  $E(r)$  напряженности электрического поля от расстояния для трех областей: I, II и III. Принять  $\sigma_1 = 4\sigma$ ,  $\sigma_2 = \sigma$ ; 2) вычислить напряженность  $E$  в точке, удаленной от центра на расстояние  $r$ , и указать направление вектора  $E$ . Принять  $\sigma = 30 \text{ нКл/м}^2$ ,  $r = 1,5 R$ ; 3) построить график  $E(r)$ .

**331.** Два точечных заряда  $Q_1 = 6 \text{ нКл}$  и  $Q_2 = 3 \text{ нКл}$  находятся на расстоянии  $d = 60 \text{ см}$  друг от друга. Какую работу необходимо совершить внешним силам, чтобы уменьшить расстояние между зарядами вдвое?

**341.** Пылинка массой  $m = 200 \text{ мкг}$ , несущая на себе заряд  $Q = 40 \text{ нКл}$ , влетела в электрическое поле в направлении силовых линий. После прохождения разности потенциалов  $U = 200 \text{ В}$  пылинка имела скорость  $v = 10 \text{ м/с}$ . Определить скорость  $v_0$  пылинки до того, как она влетела в поле.

**351.** Конденсаторы емкостью  $C_1 = 5 \text{ мкФ}$  и  $C_2 = 10 \text{ мкФ}$  заряжены до напряжений  $U_1 = 60 \text{ В}$  и  $U_2 = 100 \text{ В}$  соответственно. Определить напряжение на обкладках конденсаторов после их соединения обкладками, имеющими одноименные заряды.

**361.** Катушка и амперметр соединены последовательно и подключены к источнику тока. К клеммам катушки присоединен вольтметр с сопротивлением  $r = 4 \text{ кОм}$ . Амперметр показывает силу тока  $I = 0,3 \text{ А}$ , вольтметр напряжения  $U = 120 \text{ В}$ . Определить сопротивление  $R$  катушки. Определить относительную погрешность  $\epsilon$ , которая будет допущена при измерении сопротивления, если пренебречь силой тока, текущего через вольтметр.

**371.** За время  $t = 20 \text{ с}$  при равномерно возрастающей силе тока от нуля до некоторого максимума в проводнике сопротивлением  $R = 5 \text{ Ом}$  выделилось количество теплоты  $Q = 4 \text{ кДж}$ . Определить скорость нарастания силы тока, если сопротивление проводника  $R = 5 \text{ Ом}$ .

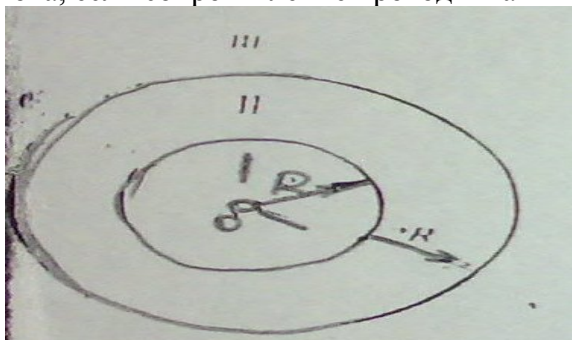


Рис.3

# Контрольная работа № 4.

## Вариант 1.

- 401.** Бесконечно длинный провод с током  $I = 100$  А изогнут так, как это показано на рис. 4. Определить магнитную индукцию  $B$  в точке  $O$ . Радиус дуги  $R = 10$  см.
- 411.** По двум параллельным проводам длиной  $\ell = 3$  м каждый текут одинаковые токи  $I = 500$  А. Расстояние  $d$  между проводами равно 10 см. Определить силу  $F$  взаимодействия проводов.
- 421.** По тонкому кольцу радиусом  $R = 10$  см равномерно распределен заряд с линейной плотностью  $\tau = 50$  нКл/м. Кольцо вращается относительно оси, перпендикулярной плоскости кольца и проходящей через его центр, с частотой  $n = 10$  с<sup>-1</sup>. Определить магнитный момент  $p_m$ , обусловленный вращением кольца.
- 431.** Два иона разных масс с одинаковыми зарядами влетели в однородное магнитное поле, стали двигаться по окружности радиусами  $R_1 = 3$  см и  $R_2 = 1,73$  см. Определить отношение масс ионов, если они прошли одинаковую ускоряющую разность потенциалов.
- 441.** Протон влетел в скрещенные под углом  $\alpha = 120^\circ$  магнитное ( $B = 50$  мТл) и электрическое ( $E = 20$  кВ/м) поля. Определить ускорение  $a^1$  протона, если его скорость  $v$  ( $|v| = 4 \cdot 10^5$  м/с) перпендикулярна векторам  $E$  и  $B$ .
- 451.** Плоский контур площадью  $S = 20$  см<sup>2</sup> находится в однородном магнитном поле ( $B = 0,03$  Тл). Определить магнитный поток  $\Phi$ , пронизывающий контур, если плоскость его составляет угол  $\phi = 60^\circ$  с направлением линий индукций.
- 461.** В однородном магнитном поле ( $B = 0,1$  Тл) равномерно с частотой  $n = 5$  с<sup>-1</sup> вращается стержень длиной  $\ell = 50$  см так, что плоскость его вращения перпендикулярна линиям напряженности, а ось вращения проходит через один из его концов. Определить индуцируемую на концах стержня разность потенциалов  $U$ .
- 471.** Соленоид сечением  $S = 10$  см<sup>2</sup> содержит  $N = 10^3$  витков. При силе тока  $I = 5$  А магнитная индукция  $B$  поля внутри соленоида равна 0,05 Тл. Определить индуктивность  $L$  соленоида.

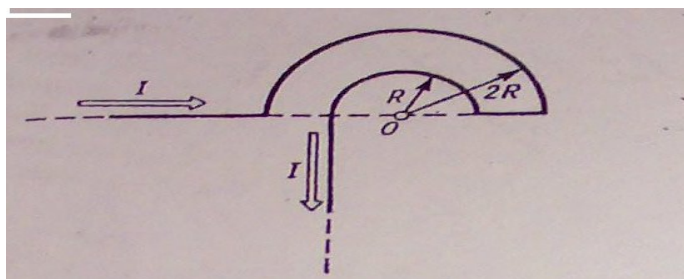


Рис.4.

# Контрольная работа № 3.

## Вариант 2.

- 302.** Три одинаковых точечных заряда  $Q_1 = Q_2 = Q_3 = 2$  нКл находятся в вершинах равностороннего треугольника со сторонами  $a = 10$  см. Определить модуль и направление силы  $F$ , действующей на один из зарядов со стороны двух других.
- 312.** По тонкому полукольцу радиуса  $R = 10$  см равномерно распределен заряд с линейной плотностью  $\tau = 1$  мКл/м. Определить напряженность  $E$  электрического поля, создаваемого распределенным зарядом в точке  $O$ , совпадающей с центром кольца.
- 322.** На двух концентрических сферах радиусом  $R$  и  $2R$  равномерно распределены заряды с поверхностными плотностями  $\sigma_1$  и  $\sigma_2$  (рис. 5). Требуется: 1) используя теорему Остроградского-Гаусса, найти зависимость  $E(r)$  напряженности электрического поля от расстояния для трех об-

<sup>1</sup> Ускорение  $a$  определяется в момент вхождения заряженной частицы в область пространства, где локализована однородные магнитное и электрическое поля.

ластей: I, II и III. Принять  $\sigma_I = \sigma$ ,  $\sigma_2 = -\sigma$ ; 2) вычислить напряженность  $E$  в точке, удаленной от центра на расстояние  $r$ , и указать направление вектора  $E$ . Принять  $\sigma = 0,1 \text{ нКл/м}^2$ ,  $r = 3R$ ; 3) построить график  $E(r)$ .

**332.** Электрическое поле создано заряженным проводящим шаром, потенциал  $\varphi$  которого  $300 \text{ В}$ . Определить работу сил поля по перемещению заряда  $Q = 0,2 \text{ мкКл}$  из точки 1 в точку 2 (рис. 6).

**342.** Электрон, обладавший кинетической энергией  $T = 10 \text{ эВ}$ , влетел в однородное электрическое поле в направлении силовых линий поля. Какой скоростью будет обладать электрон, пройдя в этом поле разность потенциалов  $U = 8 \text{ В}$ ?

**352.** Конденсатор емкостью  $C_1 = 10 \text{ мкФ}$  заряжен до напряжения  $U = 10 \text{ В}$ . Определить заряд на обкладках этого конденсатора после того, как параллельно ему был подключен другой, незаряженный, конденсатор емкостью  $C_2 = 20 \text{ мкФ}$ .

**362.** ЭДС батареи  $\varepsilon = 80 \text{ В}$ , внутреннее сопротивление  $R_i = 5 \text{ Ом}$ . Внешняя цепь потребляет мощность  $P = 100 \text{ Вт}$ . Определить силу тока  $I$  в цепи, напряжение  $U$ , под которым находится внешняя цепь, и ее сопротивление  $R$ .

**372.** Сила тока в проводнике изменяется со временем по закону  $I = I_0 e^{-\alpha t}$ , где  $I_0 = 20 \text{ А}$ ,  $\alpha = 10^2 \text{ с}^{-1}$ . Определить количество теплоты, выделившееся в проводнике за время  $t = 10^{-2} \text{ с}$ .

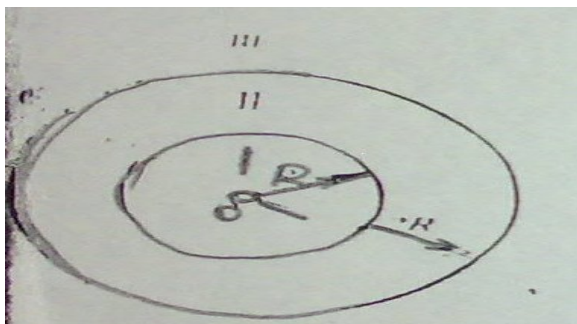


Рис.5

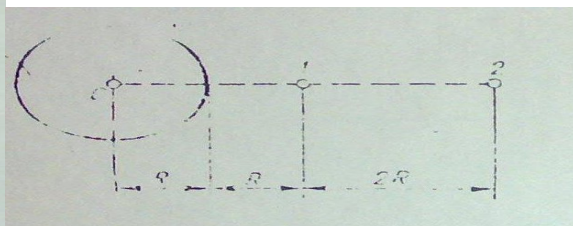


Рис.6

#### Контрольная работа № 4.

##### Вариант 2.

**402.** Магнитный момент  $p_m$  тонкого проводящего кольца  $p_m = 5 \text{ А} \cdot \text{м}^2$ . Определить магнитную индукцию  $B$  в точке А, находящейся на оси кольца и удаленной от точек кольца на расстояние  $l = 20 \text{ см}$  (рис. 7).

**412.** По трем параллельным прямым проводам, находящимся на одинаковом расстоянии  $d = 20 \text{ см}$  друг от друга, текут одинаковые токи  $I = 400 \text{ А}$ . В двух проводах направления токов совпадают. Вычислить для каждого из проводов отношение силы, действующей на него, к его длине.

**422.** Диск радиусом  $R = 8 \text{ см}$  несет равномерно распределенный по поверхности заряд ( $\sigma = 100 \text{ нКл/м}^2$ ). Определить магнитный момент  $p_m$ , обусловленный вращением диска, относительно оси, проходящей через его центр и перпендикулярной плоскости диска. Угловая скорость вращения диска  $\omega = 60 \text{ рад/с}$ .

**432.** Однозарядный ион натрия прошел ускоряющую разность потенциалов  $U = 1 \text{ кВ}$  и влетел перпендикулярно линиям магнитной индукции в однородное поле ( $B = 0,5 \text{ Тл}$ ). Определить относительную атомную массу  $A$  иона, если он описал окружность радиусом  $R = 4,37 \text{ см}$ .

**442.** Ион, пройдя ускоряющую разность потенциалов  $U = 645 \text{ В}$ , влетел в скрещенные под прямым углом однородные магнитное ( $B = 1,5 \text{ мТл}$ ) и электрическое ( $E = 200 \text{ В/м}$ ) поля. Определить отношение заряда иона к его массе, если ион в этих полях движется прямолинейно.

- 452.** Магнитный поток  $\Phi$  сквозь сечение соленоида равен 50 мкВб. Длина соленоида  $\ell = 50$  см. Найти магнитный момент  $p_m$  соленоида, если его витки плотно прилегают друг к другу.
- 462.** В однородном магнитном поле с индукцией  $B = 0,5$  Тл вращается с частотой  $n = 10$  с<sup>-1</sup> стержень длиной  $\ell = 20$  см. Ось вращения параллельна линиям индукции и проходит через один из концов стержня перпендикулярно его оси. Определить разность потенциалов  $U$  на концах стержня.
- 472.** На картонный каркас длиной  $\ell = 0,8$  м и диаметром  $D = 4$  см намотан в один слой провод диаметром  $d = 0,25$  мм так, что витки плотно прилегают друг к другу. Вычислить индуктивность  $L$  получившегося соленоида.

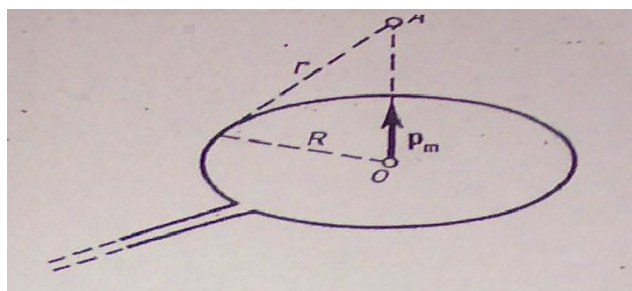


Рис. 7  
Контрольная работа № 3.  
Вариант 3.

- 303.** Два положительных точечных заряда  $Q$  и  $9Q$  закреплены на расстоянии  $d = 100$  см друг от друга. Определить, в какой точке на прямой, проходящей через заряды, следует поместить третий заряд так, чтобы он находился в равновесии. Указать, какой знак должен иметь этот заряд для того, чтобы равновесие было устойчивым, если перемещения зарядов возможны только вдоль прямой, проходящей через закрепленные заряды.
- 313.** Тонкое кольцо несет распределенный заряд  $Q = 0,2$  мкКл. Определить напряженность  $E$  электрического поля, создаваемого распределенным зарядом в точке  $A$ , равноудаленной от всех точек кольца на расстоянии  $r = 20$  см. Радиус кольца  $R = 10$  см.
- 323.** На двух концентрических сферах радиусом  $R$  и  $2R$  равномерно распределены заряды с поверхностными плотностями  $\sigma_1$  и  $\sigma_2$  (рис. 8). Требуется: 1) используя теорему Остроградского-Гаусса, найти зависимость  $E(r)$  напряженности электрического поля от расстояния для трех областей: I, II и III. 1) принять  $\sigma_1 = -4\sigma$ ,  $\sigma_2 = \sigma$ . 2) вычислить напряженность  $E$  в точке, удаленной от центра на расстояние  $r$ , и указать направление вектора  $E$ . Принять  $\sigma = 50$  нКл/м<sup>2</sup>,  $r = 1,5 R$ ; 3) построить график  $E(r)$ .
- 333.** Электрическое поле создано зарядами  $Q_1 = 2$  мкКл и  $Q_2 = -2$  мкКл, находящимися на расстоянии  $d = 10$  см друг от друга. Определить работу сил поля, совершаемую при перемещении заряда  $Q = 0,5$  мкКл из точки 1 в точку 2 (рис. 9).
- 343.** Найти отношение скоростей ионов  $Cu^{++}$  и  $K^+$ , прошедших одинаковую разность потенциалов.
- 353.** Конденсаторы емкостями  $C_1 = 2$  мкФ,  $C_2 = 5$  мкФ и  $C_3 = 10$  мкФ соединены последовательно и находятся под напряжением  $U = 850$  В. Определить напряжение и заряд на каждом из конденсаторов.
- 363.** От батареи, ЭДС которой  $\varepsilon = 600$  В, требуется передать энергию на расстояние  $\ell = 1$  км. Потребляемая мощность  $P = 5$  кВт. Найти минимальные потери мощности в сети, если диаметр медных подводящих проводов  $d = 0,5$  см.
- 373.** Сила тока в проводнике сопротивлением  $R = 10$  Ом за время  $t = 50$  с равномерно нарастает от  $I_1 = 5$  А до  $I_2 = 10$  А. Определить количество теплоты  $Q$ , выделившееся за это время в проводнике.

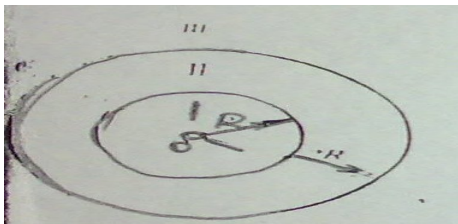


Рис.8

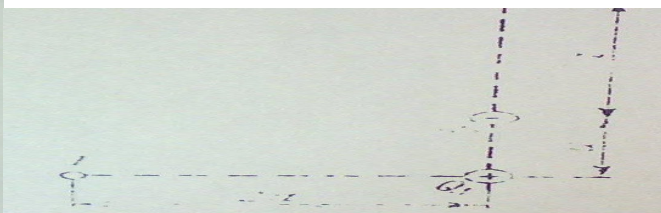


Рис.9.

Контрольная работа № 4.  
Вариант 3.

- 403.** По двум скрещенным под прямым углом бесконечно длинным проводом текут токи  $I$  и  $2I$  ( $I = 100$  А). Определить магнитную индукцию  $B$  в точке  $A$  (рис. 10). Расстояние  $d = 10$  см.
- 413.** Квадратная проволочная рамка расположена в одной плоскости с длинным прямым проводом так, что две ее стороны параллельны проводу. По рамке и проводу текут одинаковые токи  $I = 200$  А. Определить силу  $F$ , действующую на рамку, если ближайшая к проводу сторона рамки находится от него на расстоянии, равном ее длине.
- 423.** Стержень длиной  $\ell = 20$  см заряжен равномерно распределенным зарядом с линейной плотностью  $\tau = 0,2$  мкКл/м. Стержень вращается с частотой  $n = 10$  с<sup>-1</sup> относительно оси, перпендикулярной стержню и проходящей через его конец. Определить магнитный момент  $p_m$ , обусловленный вращением стержня.
- 433.** Электрон прошел ускоряющую разность потенциалов  $U = 800$  В и, влетев в однородное магнитное поле  $B = 47$  мТл, стал двигаться по винтовой линии с шагом  $h = 6$  см. Определить радиус  $R$  винтовой линии.
- 443.** Альфа-частица влетела в скрещенные под прямым углом магнитное ( $B = 5$  мТл) и электрическое ( $E = 30$  кВ/м) поля. Определить ускорение  $a^*$  альфа-частицы, если её скорость  $v$  ( $|v| = 2 \cdot 10^6$  м/с) перпендикулярна векторам  $B$  и  $E$ , причем силы, действующие со стороны этих полей, противоположны.
- 453.** В средней части соленоида, содержащего  $n = 8$  витков/см, помещен круговой виток диаметром  $d = 4$  см. Плоскость витка расположена под углом  $\varphi = 60^\circ$  к оси соленоида. Определить магнитный поток  $\Phi$ , пронизывающий виток, если по обмотке соленоида течет ток  $I = 1$  А.
- 463.** В проволочное кольцо, присоединенное к баллистическому гальванометру, вставили прямой магнит. При этом по цепи прошел заряд  $Q = 50$  мкКл. Определить изменение магнитного потока  $\Delta\Phi$  через кольцо, если сопротивление цепи гальванометра  $R = 10$  Ом.
- 473.** Катушка, намотанная на магнитный цилиндрический каркас, имеет  $N = 250$  витков и индуктивность  $L_1 = 36$  мГн. Чтобы увеличить индуктивность катушки до  $L_2 = 100$  мГн, обмотку катушки сняли и заменили обмоткой из более тонкой проволоки с таким расчетом, чтобы длина катушки осталась прежней. Сколько витков оказалось в катушке после перемотки?

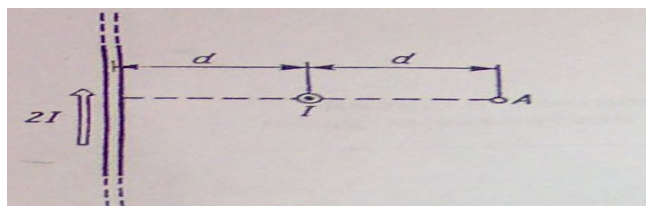


Рис.10

Контрольная работа 3.  
Вариант 4.

- 304.** Два одинаково заряженных шарика подвешены в одной точке на нитях одинаковой длины. При этом нити разошлись на угол  $\alpha$ . Шарик погружают в масло. Какова плотность  $\rho$  масла, если угол расхождения нитей при погружении в масло остается неизменным? Плотность материала шариков  $\rho_0 = 1,5 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$ , диэлектрическая проницаемость масла  $\varepsilon = 2,2$ .
- 314.** Третью тонкого кольца радиуса  $R = 10 \text{ см}$  несет распределенный заряд  $Q = 50 \text{ нКл}$ . Определить напряженность  $E$  электрического поля, создаваемого распределенным зарядом в точке  $O$ , совпадающей с центром кольца.
- 324.** На двух концентрических сферах радиусом  $R$  и  $2R$  равномерно распределены заряды с поверхностными плотностями  $\sigma_1$  и  $\sigma_2$  (рис. 11). Требуется: 1) используя теорему Остроградского-Гаусса, найти зависимость  $E(r)$  напряженности электрического поля от расстояния для трех областей: I, II и III. Принять  $\sigma_1 = -2\sigma$ ,  $\sigma_2 = \sigma$ ; 2) вычислить напряженность  $E$  в точке, удаленной от центра на расстояние  $r$ , и указать направление вектора  $E$ . Принять  $\sigma = 0,1 \text{ мкКл/м}^2$ ,  $r = 3R$ ; 3) построить график  $E(r)$ .
- 334.** Две параллельные заряженные плоскости, поверхностные плотности заряда которых  $\sigma_1 = 2 \text{ мкКл/м}^2$  и  $\sigma_2 = -0,8 \text{ мкКл/м}^2$ , находятся на расстоянии  $d = 0,6 \text{ см}$  друг от друга. Определить разность потенциалов  $U$  между плоскостями.
- 344.** Электрон с энергией  $T = 400 \text{ эВ}$  (в бесконечности) движется вдоль силовой линии по направлению к поверхности металлической заряженной сферы радиусом  $R = 10 \text{ см}$ . Определить минимальное расстояние  $a$ , на которое приблизится электрон к поверхности сферы, если заряд ее  $Q = -10 \text{ нКл}$ .
- 354.** Два конденсатора емкостями  $C_1 = 2 \text{ мкФ}$  и  $C_2 = 5 \text{ мкФ}$  заряжены до напряжений  $U_1 = 100 \text{ В}$  и  $U_2 = 150 \text{ В}$  соответственно. Определить напряжение на обкладках конденсаторов после их соединения обкладками, имеющими разноименные заряды.
- 364.** При внешнем сопротивлении  $R_1 = 8 \text{ Ом}$  сила тока в цепи  $I_1 = 0,8 \text{ А}$ , при сопротивлении  $R_2 = 15 \text{ Ом}$  сила тока  $I_2 = 0,5 \text{ А}$ . Определить силу тока  $I_{\text{к.з.}}$  короткого замыкания источника ЭДС.
- 374.** В проводнике за время  $t = 10 \text{ с}$  при равномерном возрастании силы тока от  $I_1 = 1 \text{ А}$  до  $I_2 = 2 \text{ А}$  выделилось количество теплоты  $Q = 5 \text{ кДж}$ . Найти сопротивление  $R$  проводника.

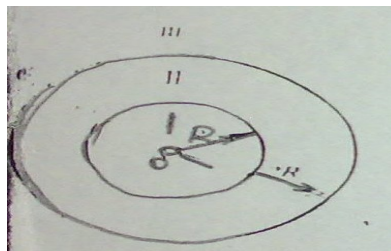


Рис. 11

Контрольная работа № 4.  
Вариант 4.

- 404.** По бесконечно длинному проводу, изогнутому так, как это показано на рис. 12, течет ток  $I = 200 \text{ А}$ . Определить магнитную индукцию  $B$  в точке  $O$ . Радиус дуги  $R = 10 \text{ см}$ .
- 414.** Короткая катушка площадью поперечного сечения  $S = 250 \text{ см}^2$ , содержащая  $N = 500$  витков провода, по которому течет ток  $I = 5 \text{ А}$ , помещена в однородное магнитное поле напряженностью  $H = 1000 \text{ А/м}$ . Найти: 1) магнитный момент  $p_m$  катушки; 2) вращающий момент  $M$ , действующий на катушку, если ось катушки составляет угол  $\varphi = 30^\circ$  с линиями поля.
- 424.** Протон движется по окружности радиусом  $R = 0,5 \text{ см}$  с линейной скоростью  $v = 10^6 \text{ м/с}$ . Определить магнитный момент  $p_m$ , создаваемый эквивалентным круговым током.

434. Альфа-частица прошла ускоряющую разность потенциалов  $U = 300$  В и, попав в однородное магнитное поле, стала двигаться по винтовой линии радиусом  $R = 1$  см и шагом  $h = 4$  см. Определить магнитную индукцию  $B$  поля.

444. Электрон, пройдя ускоряющую разность потенциалов  $U = 1,2$  кВ, попал в скрещенные под прямым углом однородные магнитное и электрическое поля. Определить напряженность  $E$  электрического поля, если магнитная индукция  $B$  поля равна 6 мТл.

454. На длинный картонный каркас диаметром  $d = 0,2$  мм. Определить магнитный поток  $\Phi$ , создаваемый таким соленоидом при силе тока  $I = 0,5$  А.

464. Тонкий медный провод массой  $m = 5$  г согнут в виде квадрата, и концы его замкнуты. Квадрат помещен в однородное магнитное поле ( $B = 0,2$  Тл) так, что его плоскость перпендикулярна линиям поля. Определить заряд  $Q$ , который потечет по проводнику, если квадрат, потянув за противоположные вершины, вытянуть в линию.

474. Индуктивность  $L$  соленоида, намотанного в один слой на немагнитный каркас, равна 0,5 мГн. Длина  $\ell$  соленоида равна 0,6 м, диаметр  $D = 2$  см. Определить отношение  $n$  числа витков соленоида к его длине.

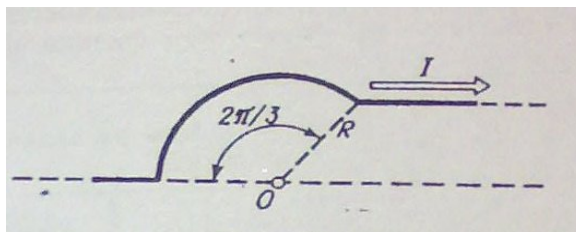


Рис.12

### Контрольная работа № 3.

#### Вариант 5.

305. Четыре одинаковых заряда  $Q_1 = Q_2 = Q_3 = Q_4 = 40$  нКл закреплены в вершинах квадрата со стороной  $a = 10$  см. Найти силу  $F$ , действующую на один из этих зарядов со стороны трех остальных.

315. Бесконечный тонкий стержень, ограниченный с одной стороны, несет равномерно распределенный заряд с линейной плотностью  $\tau = 0,5$  мкКл/м. Определить напряженность  $E$  электрического поля, создаваемого распределенным зарядом в точке  $A$ , лежащей на оси стержня на расстоянии  $a = 20$  см от его начала.

325. На двух бесконечных параллельных плоскостях равномерно распределены заряды с поверхностными плотностями  $\sigma_1$  и  $\sigma_2$  (рис. 13). Требуется: 1) используя теорему Остроградского-Гаусса и принцип суперпозиции электрических полей, найти выражение  $E(x)$  напряженности электрического поля в трех областях: I, II и III. Принять  $\sigma_1 = 2\sigma$ ,  $\sigma_2 = \sigma$ ; 2) вычислить напряженность  $E$  поля в точке, расположенной слева от плоскостей, и указать направление вектора  $E$ ; 3) построить график  $E(x)$ .

335. Диполь с электрическим моментом  $p = 100$  нКл · м свободно установился в свободном электрическом поле напряженностью  $E = 200$  кВ/м. Определить работу внешних сил, которую необходимо совершить для поворота диполя на угол  $\alpha = 180^\circ$ .

345. Электрон, пройдя в плоском конденсаторе путь от одной пластины до другой, приобрел скорость  $v = 10^5$  м/с. Расстояние между пластинами  $d = 8$  мм. Найти: 1). Разность потенциалов  $U$  между пластинами; 2). Поверхностную плотность заряда  $\sigma$  на пластинах.

355. Два одинаковых плоских воздушных конденсатора емкостью  $C = 100$  нФ каждый соединены в батарею последовательно. Определить, на сколько изменится емкость  $C$  батареи, если пространство между пластинами одного из конденсаторов заполнить парафином.

365. ЭДС батареи  $\varepsilon = 24$  В. Наибольшая сила тока, которую может дать батарея  $I_{\max} = 10$  А. Определить максимальную мощность  $P_{\max}$ , которая может выделяться во внешней цепи.

**375.** Сила тока в проводнике изменяется со временем по закону  $I = I_0 \sin \omega t$ . Найти заряд  $Q$ , проходящий через поперечное сечение проводника за время  $t$ , равное половине периода  $T$ , Если начальная сила тока  $I_0 = 10 \text{ А}$ , циклическая частота  $\omega = 50 \pi \text{ с}^{-1}$ .

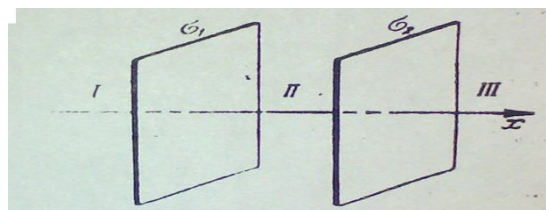


Рис.13

Контрольная работа № 4.  
Вариант 5.

**405.** По тонкому кольцу радиусом  $R = 20 \text{ см}$  течет ток  $I = 100 \text{ А}$ . Определить магнитную индукцию  $B$  на оси кольца в точке  $A$  (рис. 5). Угол  $\beta = \pi/3$ .

**415.** Тонкий провод длиной  $\ell = 20 \text{ см}$  изогнут в виде полукольца и помещен в магнитное поле ( $B = 10 \text{ мТл}$ ) так, что площадь полукольца перпендикулярна линиям магнитной индукции. По проводу пропустили ток  $I = 50 \text{ А}$ . Определить силу  $F$ , действующую на провод. Подводящие провода направлены вдоль линий магнитной индукции.

**425.** Тонкое кольцо радиусом  $R = 10 \text{ см}$  несет равномерно распределенный заряд  $Q = 80 \text{ нКл}$ . Кольцо вращается с угловой скоростью  $\omega = 50 \text{ рад/с}$  относительно оси, совпадающей с одним из диаметров кольца. Найти магнитный момент  $p_m$ , обусловленный вращением кольца.

**435.** Заряженная частица прошла ускоряющую разность потенциалов  $U = 100 \text{ В}$  и, влетев в однородное магнитное поле ( $B = 0,1 \text{ Тл}$ ), стала двигаться по винтовой линии с шагом  $h = 6,5 \text{ см}$  и радиусом  $R = 1 \text{ см}$ . Определить отношение заряда частицы к её массе.

**445.** Однородные магнитное ( $B = 2,5 \text{ мТл}$ ) и электрическое ( $E = 10 \text{ кВ/м}$ ) поля скрещены под прямым углом. Электрон, скорость  $v$  которого равна  $4 \cdot 10^6 \text{ м/с}$ , влетает в эти поля так, что силы, действующие на него со стороны магнитного и электрического полей, сонаправлены. Определить ускорение  $a^*$  электрона.

**455.** Квадратный контур со стороной  $a = 10 \text{ см}$ , в котором течет ток  $I = 6 \text{ А}$ , находится в магнитном поле ( $B = 0,8 \text{ Тл}$ ) под углом  $\alpha = 50^\circ$  к линиям индукции. Какую работу  $A$  нужно совершить, чтобы при неизменной силе тока в контуре изменить его форму на окружность?

**465.** Рамка из провода сопротивлением  $R = 0,04 \text{ Ом}$  равномерно вращается в однородном магнитном поле ( $B = 0,6 \text{ Тл}$ ). Ось вращения лежит в плоскости рамки и перпендикулярна линиям индукции. Площадь рамки  $S = 200 \text{ см}^2$ . Определить заряд  $Q$ , который потечет по рамке при изменении угла между нормалью к рамке и линиями индукции: 1). от  $0$  до  $45^\circ$ ; 2). от  $45$  до  $90^\circ$ .

**475.** Соленоид содержит  $N = 800$  витков. Сечение сердечника (из немагнитного материала)  $S = 10 \text{ см}^2$ . По обмотке течет ток, создающий поле с индукцией  $B = 8 \text{ мТл}$ . Определить среднее значение ЭДС  $\langle \mathcal{E}_s \rangle$  самоиндукции, которая возникает на зажимах соленоида, если сила тока уменьшается практически до нуля за время  $\Delta t = 0,8 \text{ мс}$ .

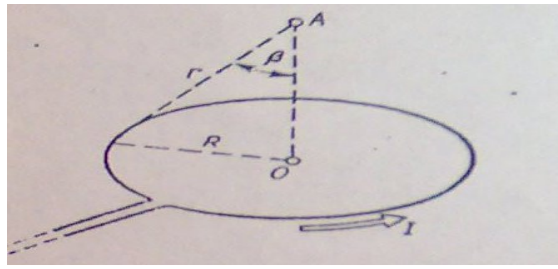


Рис.14

Контрольная работа № 3.  
Вариант 6.

**306.** Точечные заряды  $Q_1 = 30 \text{ мкКл}$  и  $Q_2 = -20 \text{ мкКл}$  находятся на расстоянии  $d = 20 \text{ см}$  друг от друга. Определить напряженность электрического поля  $E$  в точке, удаленной от первого заряда на расстоянии  $r_1 = 30 \text{ см}$ , а от второго - на  $r_2 = 15 \text{ см}$ .

**316.** По тонкому кольцу радиусом  $R = 20 \text{ см}$  равномерно распределен с линейной плотностью  $\tau = 0,2 \text{ мкКл/м}$  заряд. Определить напряженность  $E$  электрического поля, создаваемого распределенным зарядом в точке  $A$ , находящейся на оси кольца на расстоянии  $h = 2R$  от его центра.

**326.** На двух бесконечных параллельных плоскостях равномерно распределены заряды с поверхностными плотностями  $\sigma_1$  и  $\sigma_2$  (рис. 15). Требуется: 1) используя теорему Остроградского-Гаусса и принцип суперпозиции электрических полей, найти выражение  $E(x)$  напряженности электрического поля в трех областях: I, II и III. Принять  $\sigma_1 = 4\sigma$ ,  $\sigma_2 = 2\sigma$ ; 2) принять  $\sigma = 40 \text{ нКл/м}^2$  и точку расположить между плоскостями; 3) построить график  $E(x)$ .

**336.** Четыре одинаковых капли ртути, заряженных до потенциала  $\varphi = 10 \text{ В}$ , сливаются в одну. Каков потенциал  $\varphi_1$  образовавшейся капли?

**346.** Пылинка массой  $m = 5 \text{ кг}$ , несущая на себе  $N = 10$  электронов, прошла в вакууме ускоряющую разность потенциалов  $U = 1 \text{ МВ}$ . Какова кинетическая энергия  $T$  пылинки? Какую скорость  $v$  приобрела пылинка?

**356.** Два конденсатора емкостями  $C_1 = 5 \text{ мкФ}$  и  $C_2 = 8 \text{ мкФ}$  соединены последовательно и присоединены к батарее с ЭДС  $\varepsilon = 80 \text{ В}$ . Определить заряды  $Q_1$  и  $Q_2$  конденсаторов и разности потенциалов  $U_1$  и  $U_2$  между их обкладками.

**366.** Аккумулятор с ЭДС  $\varepsilon = 12 \text{ В}$  заряжается от сети постоянного тока с напряжением  $U = 15 \text{ В}$ . Определить напряжение на клеммах аккумулятора, если его внутреннее сопротивление  $R_i = 10 \text{ Ом}$ .

**376.** За время  $t = 10 \text{ с}$  при равномерно возрастающей силе тока от нуля до некоторого максимума в проводнике выделилось количество теплоты  $Q = 40 \text{ кДж}$ . Определить среднюю силу тока  $\langle I \rangle$  в проводнике, если его сопротивление  $R = 25 \text{ Ом}$ .

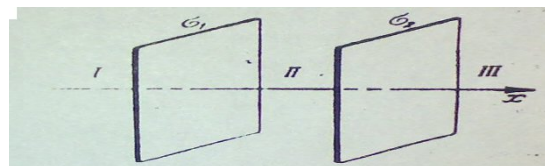


Рис.15

**406.** По двум бесконечно длинным проводам, скрещенным под прямым углом, текут токи  $I_1$  и  $I_2 = 2I_1$  ( $I_1 = 100 \text{ А}$ ). Определить магнитную индукцию  $B$  в точке  $A$ , равноудаленной от проводов на расстояние  $d = 10 \text{ см}$  (рис. 6).

**416.** Шины генератора длиной  $l = 4 \text{ м}$  находятся на расстоянии  $d = 10 \text{ см}$  друг от друга. Найти силу взаимного отталкивания шин при коротком замыкании, если ток  $I_{к.з}$  короткого замыкания равен  $5 \text{ кА}$ .

- 426.** Заряд  $Q = 0,1$  мкКл равномерно распределён по стержню длиной  $\ell = 50$  см. Стержень вращается с угловой скоростью  $\omega = 20$  рад/с относительно оси, перпендикулярной стержню и проходящей через его середину. Найти магнитный момент  $m$ , обусловленный вращением стержня.
- 436.** Электрон влетел в однородное магнитное поле ( $B = 200$  мТл) перпендикулярно линиям магнитной индукции. Определить силу эквивалентного кругового тока  $I_{\text{экв}}$ , создаваемого движением электрона в магнитном поле.
- 446.** Однозарядный ион лития массой  $m = 7$  а.е.м. прошел ускоряющую разность потенциалов  $U = 300$  В магнитное и электрическое поля. Определить магнитную индукцию  $B$  поля, если траектория иона в скрещенных полях прямолинейна. Напряженность  $E$  электрического поля равна 2 кВ/м.
- 456.** Плоский контур с током  $I = 5$  А, свободно установился в однородном магнитном поле ( $B = 0,4$  Тл). Площадь контура  $S = 200$  см<sup>2</sup>. Поддерживая ток в контуре неизменным, его повернули относительно оси, лежащей в плоскости контура, на угол  $\alpha = 40^\circ$ . Определить совершенную при этом работу  $A$ .
- 466.** Проволочный виток диаметром  $D = 5$  см и сопротивлением  $R = 0,02$  Ом находится в однородном магнитном поле ( $B = 0,3$  Тл). Плоскость витка составляет угол  $\varphi = 40^\circ$  с линиями индукции. Какой заряд  $Q$  протечет по витку при выключении магнитного поля?
- 476.** По катушке индуктивностью  $L = 8$  мГн течет ток  $I = 6$  А. Определить среднее значение ЭДС  $\langle \mathcal{E}_s \rangle$  самоиндукции возникающей в контуре, если сила тока изменится практически до нуля за время  $\Delta t = 5$  мс.

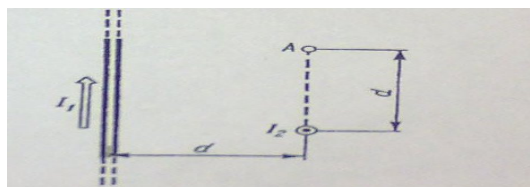


Рис.16

Контрольная работа № 3.  
Вариант 7.

- 307.** В вершинах правильного треугольника со стороной  $a = 10$  см находятся заряды  $Q_1 = 10$  мкКл,  $Q_2 = 20$  мкКл и  $Q_3 = 30$  мкКл. Определить силу  $F$ , действующую на заряд  $Q_1$  со стороны двух других зарядов.
- 317.** По тонкому полукольцу равномерно распределен заряд  $Q = 20$  мкКл с линейной плотностью  $\tau = 0,1$  мкКл/м. Определить напряженность  $E$  электрического поля, создаваемого распределенным зарядом в точке  $O$ , совпадающей с центром кольца.
- 327.** На двух бесконечных параллельных плоскостях равномерно распределены заряды с поверхностными плотностями  $\sigma_1$  и  $\sigma_2$  (рис. 17). Требуется: 1) используя теорему Остроградского-Гаусса и принцип суперпозиции электрических полей, найти выражение  $E(x)$  напряженности электрического поля в трех областях: I, II и III. Принять  $\sigma_1 = \sigma$ ,  $\sigma_2 = -2\sigma$ ; 2) принять  $\sigma = 20$  нКл/м<sup>2</sup> и точку расположить справа от плоскостей.; 3) построить график  $E(x)$ .
- 337.** Тонкий стержень согнут в кольцо радиусом  $R = 10$  см. Он равномерно заряжен с линейной плотностью заряда  $\tau = 800$  нКл/м. Определить потенциал  $\varphi$  в точке, расположенной на оси кольца на расстоянии  $h = 10$  см от его центра.
- 347.** Какой минимальной скоростью  $v_{\min}$  должен обладать протон, чтобы он мог достигнуть поверхности заряженного до потенциала  $\varphi = 400$  В металлического шара (рис. 18)?
- 357.** Плоский конденсатор состоит из двух круглых пластин радиусом  $R = 10$  см каждая. Расстояние между пластинами  $d = 2$  мм. Конденсатор присоединен к источнику напряжения  $U = 80$  В.

Определить заряд  $Q$  и напряженность  $E$  поля конденсатора в двух случаях: а) диэлектрик – воздух; б) диэлектрик – стекло.

367. От источника с напряжением  $U = 800 \text{ В}$  необходимо передать потребителю мощность  $P = 10 \text{ кВт}$  на некоторое расстояние. Какое наибольшее сопротивление может иметь линия передачи, чтобы потери энергии в ней не превышали  $10\%$  от передаваемой мощности?

377. За время  $t = 8 \text{ с}$  при равномерно возрастающей силе тока в проводнике сопротивлением  $R = 8 \text{ Ом}$  выделилось количество теплоты  $Q = 500 \text{ Дж}$ . Определить заряд  $q$ , проходящий в проводнике, если тока в начальный момент времени равна нулю.

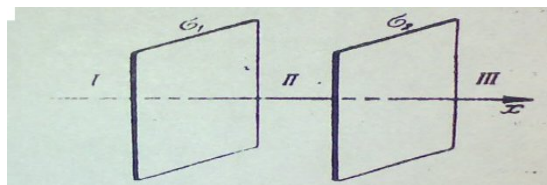


Рис.17

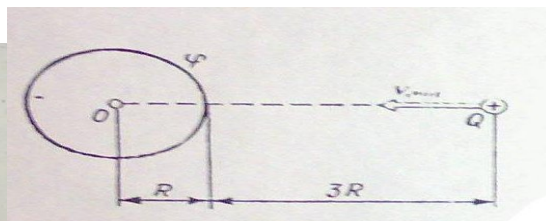


Рис.18

#### Контрольная работа № 4.

##### Вариант 7.

407. По бесконечно длинному проводу, изогнутому так, как это показано на рис. 19, течет ток  $I = 200 \text{ А}$ . Определить магнитную индукцию  $B$  в точке  $O$ . Радиус дуги  $R = 10 \text{ см}$ .

417. Квадратный контур со стороной  $a = 10 \text{ см}$ , по которому течет ток  $I = 50 \text{ А}$ , свободно установился в однородном магнитном поле ( $B = 10 \text{ мТл}$ ). Определить изменение  $\Delta\Pi$  потенциальной энергии контура при повороте вокруг оси, лежащей в плоскости контура, на угол  $\varphi = 180^\circ$ .

427. Электрон в атоме водорода движется вокруг ядра (протона) по окружности радиусом  $R = 53 \text{ см}$ . Определить магнитный момент  $p_m$  эквивалентного кругового тока.

437. Протон прошел ускоряющую разность потенциалов  $U = 300 \text{ В}$  и влетел в однородное магнитное поле ( $B = 20 \text{ мТл}$ ) под углом  $\alpha = 30^\circ$  к линиям магнитной индукции. Определить шаг  $h$  и радиус  $R$  винтовой линии, по которой будет двигаться протон в магнитном поле.

447. Альфа-частица, имеющая скорость  $v = 2 \text{ Мм/с}$ , влетает под углом  $\alpha = 30^\circ$  к сонаправленному магнитному ( $B = 1 \text{ мТл}$ ) и электрическому ( $E = 1 \text{ кВ/м}$ ) полям. Определить ускорение  $a^*$  альфа-частицы.

457. Виток, в котором поддерживается постоянная сила тока  $I = 60 \text{ А}$ , свободно установился в однородном магнитном поле ( $B = 20 \text{ мТл}$ ). Диаметр витка  $d = 10 \text{ см}$ . Какую работу  $A$  нужно совершить для того, чтобы повернуть виток относительно оси, совпадающей с диаметром, на угол  $\alpha = \pi/3$ ?

467. Рамка, содержащая  $N = 200$  витков тонкого провода, может свободно вращаться относительно оси, лежащей в плоскости рамки. Площадь рамки  $S = 50 \text{ см}^2$ . Ось рамки перпендикулярна линиям индукции однородного магнитного поля ( $B = 0,05 \text{ Тл}$ ). Определить максимальную ЭДС  $\mathcal{E}_{\max}$ , которая индуцируется в рамке при ее вращении с частотой  $n = 40 \text{ с}^{-1}$ .

477. В электрической цепи, содержащей резистор сопротивлением  $R = 20 \text{ Ом}$  и катушку индуктивностью  $L = 0,06 \text{ Гн}$ , течет ток  $I = 20 \text{ А}$ . Определить силу тока  $I$  в цепи через  $\Delta t = 0,2 \text{ мс}$  после ее размыкания.

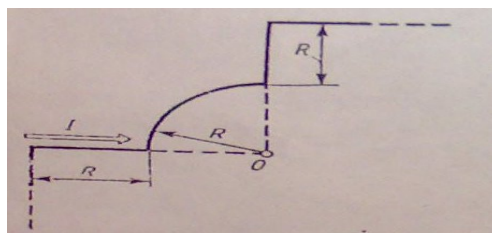


Рис.19

### Контрольная работа № 3.

#### Вариант 8.

308. В вершинах квадрата находятся одинаковые заряды  $Q_1 = Q_2 = Q_3 = Q_4 = 8 \cdot 10^{-10}$  Кл. Какой отрицательный заряд  $Q$  нужно поместить в центре квадрата, чтобы сила взаимного отталкивания положительных зарядов была уравновешена силой притяжения отрицательного заряда?

318. Четверть тонкого кольца радиусом  $R = 10$  см несет равномерно распределенный заряд  $Q = 0,05$  мкКл. Определить напряженность  $E$  электрического поля, создаваемого распределенным зарядом в точке  $O$ , совпадающей с центром кольца.

328. На двух коаксиальных бесконечных цилиндрах радиусами  $R$  и  $2R$  равномерно распределены заряды с поверхностными плотностями  $\sigma_1$  и  $\sigma_2$  (рис. 20). Требуется: 1) используя теорему Остроградского-Гаусса: найти зависимость  $E(r)$  напряженности электрического поля от расстояния для трех областей: I, II и III. Принять  $\sigma_1 = -2\sigma$ ,  $\sigma_2 = \sigma$ ; 2) вычислить напряженность  $E$  в точке, удаленной от оси цилиндров на расстояние  $r$ , и указать направление вектора  $E$ . Принять  $\sigma = 50$  нКл/м<sup>2</sup>,  $r = 1,5 R$ ; 3) построить график  $E(r)$ .

338. Поле образовано точечным диполем с электрическим моментом  $p = 200$  нКл · м. Определить разность потенциалов  $U$  двух точек поля, расположенных симметрично относительно диполя на его оси на расстоянии  $r = 40$  см от центра диполя.

348. В однородное электрическое поле напряженностью  $E = 200$  В/м влетает (вдоль силовой линии) электрон со скоростью  $v_0 = 2$  Мм/с. Определить расстояние  $\ell$ , которое пройдет электрон до точки, в которой его скорость будет равна половине начальной.

358. Два металлических шарика радиусами  $R_1 = 5$  см и  $R_2 = 10$  см имеют заряды  $Q_1 = 40$  нКл и  $Q_2 = -20$  нКл соответственно. Найти энергию  $W$ , которая выделится при разряде, если шары соединить проводником.

368. При включении электромотора в сеть с напряжением  $U = 220$  В он потребляет ток  $I = 5$  А. Определить мощность, потребляемую мотором, и его КПД, если сопротивление  $R$  обмотки мотора равно  $6$  Ом.

378. Определить количество теплоты  $Q$ , выделившееся за время  $t = 10$  с в проводнике сопротивлением  $R = 10$  Ом, если сила тока в нем, равномерно уменьшаясь, изменилась от  $I_1 = 10$  А до  $I_2 = 0$ .

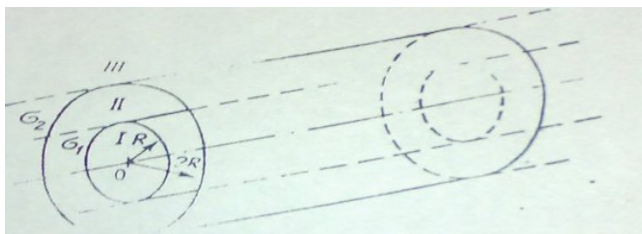


Рис.20

### Контрольная работа № 4.

#### Вариант 8.

408. По тонкому кольцу течет ток  $I = 80$  А. Определить магнитную индукцию  $B$  в точке  $A$ , равноудаленной от точек кольца на расстояние  $r = 10$  см (рис. 21). Угол  $\alpha = \pi/6$ .
418. Тонкое проводящее кольцо с током  $I = 40$  А помещено в однородное магнитное поле ( $B = 80$  мТл). Плоскость кольца перпендикулярна линиям магнитной индукции. Радиус  $R$  кольца равен 20 см. Найти силу  $F$ , растягивающую кольцо.
428. Сплошной цилиндр радиусом  $R = 4$  см и высотой  $h = 15$  см несет равномерно распределенный по объему заряд ( $\rho = 0,1$  мкКл/м<sup>3</sup>). Цилиндр вращается с частотой  $n = 10$  с<sup>-1</sup> относительно оси, совпадающей с его геометрической осью. Найти магнитный момент  $p_m$  цилиндра, обусловленный его вращением.
438. Альфа-частица, пройдя ускоряющую разность потенциалов  $U$ , стала двигаться в однородном магнитном поле ( $B = 50$  мТл) по винтовой линии с шагом  $h = 5$  см и радиусом  $R = 1$  см. Определить ускоряющую разность потенциалов, которую прошла альфа-частица.
448. Протон прошел некоторую ускоряющую разность потенциалов  $U$  и влетел в скрещенные под прямым углом однородные поля: магнитное ( $B = 5$  мТл) и электрическое ( $E = 20$  кВ/м). Определить разность потенциалов  $U$ , если протон в скрещенных полях движется прямолинейно.
458. В однородном магнитном поле перпендикулярно линиям индукции расположен плоский контур площадью  $S = 100$  см<sup>2</sup>. Поддерживая в контуре постоянную силу тока  $I = 50$  А, его переместили из поля в область пространства, где поле отсутствует. Определить магнитную индукцию  $B$  поля, если при перемещении контура была совершена работа  $A = 0,4$  Дж.
468. Прямой проводящий стержень длиной  $\ell = 40$  см находится в однородном магнитном поле ( $B = 0,1$  Тл). Концы стержня замкнуты гибким проводом, находящимся вне поля. Сопротивление всей цепи  $R = 0,5$  Ом. Какая мощность  $P$  потребуется для равномерного перемещения стержня перпендикулярно линиям магнитной индукции со скоростью  $v = 10$  м/с?
478. Цепь состоит из катушки индуктивностью  $L = 0,1$  Гн и источника тока. Источник тока отключили, не разрывая цепи. Время, через которое сила тока уменьшится до 0,001 первоначального значения, равно  $t = 0,07$  с. Определить сопротивление катушки.

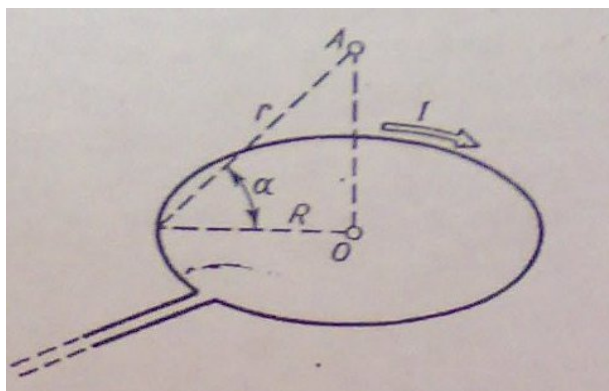


Рис.21

Контрольная работа № 3.  
Вариант 9.

309. На расстоянии  $d = 20$  см находятся два точечных заряда:  $Q_1 = -50$  нКл и  $Q_2 = 100$  нКл. Определить силу  $F$ , действующую на заряд  $Q_3 = -10$  нКл, удаленный от обоих зарядов на одинаковое расстояние, равное  $d$ .
319. По тонкому кольцу равномерно распределен заряд  $Q = 10$  нКл с линейной плотностью  $\tau = 0,01$  мкКл/м. Определить напряженность  $E$  электрического поля, создаваемого распределенным зарядом в точке  $A$ , лежащей на оси кольца и удаленной от его центра на расстояние равное радиусу кольца.

329. На двух коаксиальных бесконечных цилиндрах радиусами  $R$  и  $2R$  равномерно распределены заряды с поверхностными плотностями  $\sigma_1$  и  $\sigma_2$  (рис. 22). Требуется: 1) используя теорему Остроградского-Гаусса: найти зависимость  $E(r)$  напряженности электрического поля от расстояния для трех областей: I, II и III. Принять  $\sigma_1 = \sigma$ ,  $\sigma_2 = -\sigma$ ; 2) вычислить напряженность  $E$  в точке, удаленной от оси цилиндров на расстояние  $r$ , и указать направление вектора  $E$ . Принять  $\sigma = 60 \text{ нКл/м}^2$ ,  $r = 3R$ ; 3) построить график  $E(r)$ .

339. Электрическое поле образовано бесконечно длинной заряженной нитью, линейная плотность заряда которой  $\tau = 20 \text{ нКл/м}$ . Определить разность потенциалов  $U$  двух точек поля, отстоящих от нити на расстояниях  $r_1 = 8 \text{ см}$  и  $r_2 = 12 \text{ см}$ .

349. Электрическое поле создано бесконечной заряженной прямой линией с равномерно распределенным зарядом ( $\tau = 10 \text{ нКл/м}$ ). Определить кинетическую энергию  $T_2$  электрона в точке 2, если в точке 1 его кинетическая энергия  $T_1 = 200 \text{ эВ}$  (рис. 23).

359. Пространство между пластинами плоского конденсатора заполнено двумя слоями диэлектрика: стекла толщиной  $d_1 = 0,2 \text{ см}$  и слоем парафина толщиной  $d_2 = 0,3 \text{ см}$ . Разность потенциалов между обкладками  $U = 300 \text{ В}$ . Определить напряженность  $E$  поля и падение потенциала в каждом из слоев.

369. В сеть с напряжением  $U = 100 \text{ В}$  подключили катушку с сопротивлением  $R_1 = 2 \text{ кОм}$  и вольтметр, соединенные последовательно. Показание вольтметра  $U_1 = 80 \text{ В}$ . Когда катушку заменили другой, вольтметр показал  $U_2 = 60 \text{ В}$ . Определить сопротивление  $R_2$  другой катушки.

379. Сила тока в цепи изменяется по закону  $I = I_0 \sin \omega t$ . Определить количество теплоты, которое выделится в проводнике сопротивлением  $R = 10 \text{ Ом}$  за время, равное четверти периода (от  $t_1 = 0$  до  $t_2 = T/4$ , где  $T = 10 \text{ с}$ ).

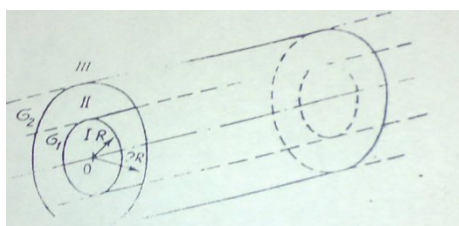


Рис.22

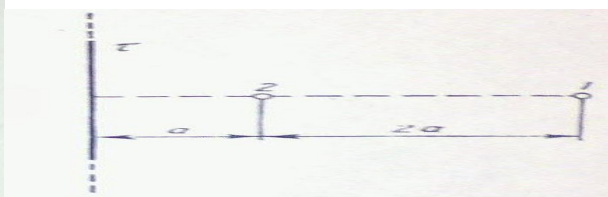


Рис.23

#### Контрольная работа № 4.

#### Вариант 9.

409. По двум бесконечно длинным, прямым параллельным проводам текут одинаковые токи  $I = 60 \text{ А}$ . Определить магнитную индукцию  $B$  в точке А (рис. 24), равноудаленной от проводов на расстояние  $d = 10 \text{ см}$ . Угол  $\beta = \pi/3$ .

419. Квадратная рамка из тонкого провода может свободно вращаться вокруг горизонтальной оси, совпадающей с одной из сторон. Масса  $m$  рамки равна  $20 \text{ г}$ . Рамку поместили в однородное магнитное поле ( $B = 0,1 \text{ Тл}$ ), направленное вертикально вверх. Определить угол  $\alpha$ , на который отклонилась рамка от вертикали, когда по ней пропустили ток  $I = 10 \text{ А}$ .

429. По поверхности диска радиусом  $R = 15 \text{ см}$  равномерно распределен заряд  $Q = 0,2 \text{ мкКл}$ . Диск вращается с угловой скоростью  $\omega = 30 \text{ рад/с}$  относительно оси, перпендикулярной плоскости диска и проходящей через его центр. Определить магнитный момент  $p_m$ , обусловленный вращением диска.

439. Ион с кинетической энергией  $T = 1 \text{ кэВ}$  попал в однородное магнитное поле ( $B = 21 \text{ мТл}$ ) и стал двигаться по окружности. Определить магнитный момент  $p_m$  эквивалентного кругового тока.

449. Магнитное ( $B = 2 \text{ мТл}$ ) и электрическое ( $E = 1,6 \text{ кВ/м}$ ) поля сонаправлены. Перпендикулярно векторам  $B$  и  $E$  влетает электрон со скоростью  $v = 0,8 \text{ Мм/с}$ . Определить ускорение  $a^*$  электрона.

459. Плоский контур с током  $I = 50$  А расположен в однородном магнитном поле ( $B = 0,6$  Тл) так, что нормаль к контуру перпендикулярна линиям магнитной индукции. Определить работу, совершаемую силами поля при медленном повороте контура около оси, лежащей в плоскости контура, на угол  $\alpha = 30^\circ$ .

469. Проволочный контур площадью  $S = 500$  см<sup>2</sup> и сопротивлением  $R = 0,1$  Ом равномерно вращается в однородном магнитном поле ( $B = 0,5$  Тл). Ось вращения лежит в плоскости кольца и перпендикулярна линиям магнитной индукции. Определить максимальную мощность  $P_{\max}$ , необходимую для вращения контура с угловой скоростью  $\omega = 50$  рад/с.

479. Источник тока замкнули на катушку сопротивлением  $R = 10$  Ом и индуктивностью  $L = 0,2$  Гн. Через какое время сила тока в цепи достигнет 50% максимального значения?

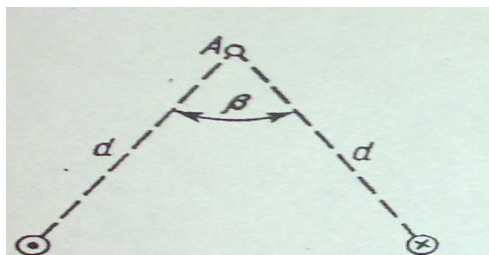


Рис.24

3 семестр

Контрольная работа № 5.

Вариант 0.

1. Установка для наблюдения колец Ньютона освещается нормально падающим монохроматическим светом ( $\lambda = 590$  нм). Радиус кривизны  $R$  линзы равен 5 см. определить толщину  $d_3$  воздушного промежутка в том месте, где в отраженном свете наблюдается третье светлое кольцо.

2. Расстояние между штрихами дифракционной решетки  $d = 4$  мкм. На решетку падает нормально свет с длиной волны  $\lambda = 0,58$  мкм. Максимум какого наибольшего порядка дает эта решетка?

3. Пучок света падает на плоскопараллельную стеклянную пластину, нижняя поверхность которой находится в воде. При каком угле падения  $\varepsilon_B$  свет, отраженный от границы стекло – вода, будет максимально поляризован?

4. Релятивистский протон обладал кинетической энергией, равной энергии покоя. определить, во сколько раз возрастет его кинетическая энергия, если его импульс увеличится в  $n = 2$  раза.

5. Средняя энергетическая светимость  $R$  поверхности Земли равна  $0,54$  Дж/(см<sup>2</sup>· мин). Какова должна быть температура  $T$  поверхности Земли, если условно считать, что она излучает как серое тело с коэффициентом черноты  $a_T = 0,25$ ?

6. На цинковую пластину направлен монохроматический пучок света. Фототок прекращается при задерживающей разности потенциалов  $U = 1,5$  В. Определить длину волны  $\lambda$  света, падающего на пластину.

7. Определить импульс  $p_e$  электрона отдачи, если фотон с энергией  $\varepsilon_1 = 1,53$  МэВ в результате рассеяния на свободном электроны потерял  $\frac{1}{3}$  своей энергии.

8. Точечный источник монохроматического ( $\lambda = 1$  нм) излучения находится в центре сферической зачерненной колбы радиусом  $R = 10$  см. Определить световое давление  $p$ , производимое на внутреннюю поверхность колбы, если мощность источника  $P = 1$  кВт.

Контрольная работа № 5.

### Вариант 1.

1. Между стеклянной пластинкой и лежащей на ней плосковыпуклой линзой находится жидкость. Найти показатель преломления жидкости, если радиус  $r_3$  третьего темного кольца Ньютона при наблюдении в отраженном свете с длиной волны  $\lambda = 0,6$  мкм равен 0,82 мм. Радиус кривизны линзы  $R = 0,5$  м.
2. Какое наименьшее число  $N_{\min}$  штрихов должна содержать дифракционная решетка, чтобы в спектре второго порядка можно было видеть отдельно две желтые линии натрия с длинами волн  $\lambda_1 = 589,0$  нм и  $\lambda_2 = 589,6$  нм? Какова длина  $\ell$  такой решетки, если постоянная решетки  $d = 5$  мкм?
3. Пластинку кварца толщиной  $d = 2$  мм поместили между параллельными николями, в результате чего плоскость поляризации монохроматического света повернулась на угол  $\varphi = 53^\circ$ . Какой наименьшей толщины  $d_{\min}$  следует взять пластинку, чтобы поле зрения поляриметра стало совершенно темным?
4. Частица движется со скоростью  $v = c/3$ , где  $c$  – скорость света в вакууме. Какую долю энергии покоя составляет кинетическая энергия?
5. Вычислить истинную температуру  $T$  вольфрамовой раскаленной ленты, если радиационной пирометр показывает температуру  $T_{\text{рад}} = 2,5$  кК. Принять, что поглощательная способность для вольфрама не зависит от частоты излучения и равна  $\alpha_i = 0,35$ .
6. Красная граница фотоэффекта для цинка  $\lambda_0 = 310$  нм. Определить максимальную кинетическую энергию  $T_{\max}$  фотоэлектронов в электрон-вольтах, если на цинк падает свет с длиной волны  $\lambda = 200$  нм.

7. Фотон при эффекте Комптона на свободном электроном был рассеян на угол  $J = \pi/2$ . Определить импульс  $p$  (в МэВ/с)<sup>2</sup>, приобретенный электроном, если энергия фотона до рассеяния бы-

<sup>2</sup> 1 МэВ/с – единица импульса:

$$1 \text{ МэВ/с} = \frac{1,60 \cdot 10^{-13} \text{ Дж}}{3 \cdot 10^8 \text{ м/с}} = 5,33 \cdot 10^{-22} \text{ кг} \cdot \text{м/с}$$

## Контрольная работа № 5.

### Вариант 2.

1. На тонкую пленку в направлении нормали к ее поверхности падает монохроматический свет с длиной волны  $\lambda = 500$  нм. Отраженный от нее свет максимально усилен вследствие интерференции.

### 2. Контрольная работа № 5.

### Вариант 3.

1. Расстояние  $L$  от щелей до экрана в опыте Юнга равно 1 м. Определить расстояние между щелями, если на отрезке длиной  $\ell = 1$  см укладывается  $N = 10$  темных интерференционных полос. Длина волны  $\lambda = 0,7$  мкм.
2. На дифракционную решетку падает нормально параллельный пучок белого света. Спектры третьего и четвертого порядка частично накладываются друг на друга. На какую длину волны в спектре четвертого порядка накладывается граница ( $\lambda = 780$  нм) спектра третьего порядка?
3. Кварцевую пластинку поместили между скрещенными николями. При какой наименьшей толщине  $d_{\text{ит}}$  кварцевой пластины поле зрения между николями будет максимально просветлено? Постоянная вращения  $\alpha$  кварца равна 27 град/мм.
4. При какой скорости  $\beta$  (в долях скорости света) релятивистская масса любой частицы вещества в  $n = 3$  раза больше массы покоя?
5. Температура абсолютно черного тела  $T = 2$  кК. Определить длину волны  $\lambda_m$ , на которую приходится максимум энергии излучения, и спектральную плотность энергетической светимости (излучательности)  $(r_{\lambda, T})_{\text{max}}$  для этой длины волны.
6. Фотон с энергией  $\varepsilon = 10$  эВ падает на серебряную пластину и вызывает фотоэффект. Определить импульс  $p$ , полученный пластиной, если принять, что направления движения фотона и фотоэлектрона лежат на одной прямой, перпендикулярной поверхности пластин.
7. Какая доля энергии фотона приходится при эффекте Комптона на электрон отдачи, если рассеяние фотона происходит на угол  $J = \pi/2$ ? Энергия фотона до рассеяния  $\varepsilon_1 = 0,51$  МэВ.
8. Определить коэффициент отражения  $\rho$  поверхности, если при энергетической освещенности  $E_e = 120$  Вт/м<sup>2</sup> давление  $p$  света на нее оказалось равным 0,5 мкПа. Определить минимальную толщину  $d_{\text{min}}$  пленки, если показатель преломления материала пленки  $n = 1,4$ .
2. На поверхность дифракционной решетки нормально к ее поверхности падает монохроматический свет. Постоянная дифракционной решетки в  $n = 4,6$  раза больше длины световой волны. Найти общее число  $M$  дифракционных максимумов, которые теоретически можно наблюдать в данном случае.
3. Параллельный пучок света переходит из глицерина в стекло так, что пучок, отраженный от границы раздела этих сред, оказывается максимально поляризованным. Определить угол  $\gamma$  между падающим и преломленным пучками.
4. Протон с кинетической энергией  $T = 3$  ГэВ при торможении потерял треть этой энергии. Определить, во сколько раз изменился релятивистский импульс  $\alpha$ -частицы.
5. Черное тело имеет температуру  $T_1 = 500$  К. Какова будет температура  $T_2$  тела, если в результате нагревания поток излучения увеличится в  $n = 5$  раз?
6. На поверхность калия падает свет с длиной волны  $\lambda = 150$  нм. Определить максимальную кинетическую энергию  $T_{\text{max}}$  фотоэлектронов.

ла  $\varepsilon_1 = 1,02$  МэВ.

8. Определить энергетическую освещенность (облученность)  $E_e$  зеркальной поверхности, если давление  $p$ , производимое излучением, равно 40 мкПа. Излучение падает нормально к поверхности.

#### Контрольная работа № 5.

##### Вариант 4.

1. На стеклянную пластину положена выпуклой стороной плосковыпуклая линза. Сверху линза освещена монохроматическим светом длиной волны  $\lambda = 500$  нм. Найти радиус  $R$  линзы, если радиус четвертого, темного кольца Ньютона в отраженном свете  $r_4 = 2$  мм.
2. На дифракционную решетку, содержащую  $n = 600$  штрихов на миллиметр, падает нормально белый свет. Спектр проецируется помещенной вблизи решетки линзой на экран. Определить длину  $\ell$  спектра первого порядка на экране, если расстояние от линзы до экрана  $L = 1,2$  м. Границы видимого спектра:  $\lambda_{кр} = 780$  нм,  $\lambda_{ф} = 400$  нм.
3. При прохождении света через трубку длиной  $\ell_1 = 20$  см, содержащую раствор сахара концентрацией  $C_1 = 10\%$ , плоскость поляризации света повернулась на угол  $\varphi_1 = 13,3^\circ$ . В другом растворе сахара, налитом в трубку длиной  $\ell_2 = 15$  см, плоскость поляризации повернулась на угол  $\varphi_2 = 5,2^\circ$ . Определить концентрацию  $C_2$  второго раствора.
4. Определить отношение релятивистского импульса  $p$ -электрона с кинетической энергией  $T = 153$  к комптоновскому импульсу  $m_0 c$  электрона.
5. Определить температуру  $T$  и энергетическую светимость (излучательность)  $R_e$  абсолютно черного тела, если максимум энергии излучения приходится на длину волны  $\lambda_m = 600$  нм.
6. На фотоэлемент с катодом из лития падает свет с длиной волны  $\lambda = 200$  нм. Найти наименьшее значение задерживающей разности потенциалов  $U_{min}$ , которую нужно приложить к фотоэлементу, чтобы прекратить фототок.
7. Определить максимальное изменение длины волны  $(\Delta\lambda)_{max}$  при комптоновском рассеянии света на свободных электронах и свободных протонах.
8. Давление света, производимое на зеркальную поверхность,  $p = 5$  мПа. Определить концентрацию  $n_0$  фотонов вблизи поверхности, если длина волны света, падающего на поверхность,  $\lambda = 0,5$  мкм.

#### Контрольная работа № 6.

##### Вариант 0.

1. Невозбужденный атом водорода поглощает квант излучения с длиной волны  $\lambda = 102,6$  нм. Вычислить, пользуясь теорией Бора, радиус  $r$  электронной орбиты возбужденного атома водорода.
2. Вычислить наиболее вероятную дебройлевскую длину волны  $\lambda$  молекул азота, содержащихся в воздухе при комнатной температуре.
3. Оценить с помощью соотношения неопределенностей минимальную кинетическую энергию электрона, движущегося внутри сферы радиусом  $R = 0,05$  нм.
4. Частица находится в бесконечно глубоком, одномерном, прямоугольном потенциальном ящике. Найти отношение разности  $\Delta E_{n,n+1}$  соседних энергетических уровней к энергии  $E_n$  частицы в трех случаях: 1)  $n = 2$ ; 2)  $n = 5$ ; 3)  $n \rightarrow \infty$ .
5. Найти период полураспада  $T_{1/2}$  радиоактивного изотопа, если его активность за время  $t = 10$  сут уменьшилась на 24 % по сравнению с первоначальной.
6. Определить количество теплоты  $Q$ , выделяющейся при распаде радона активностью  $A = 3,7 \cdot 10^{10}$  Бк за время  $t = 20$  мин. Кинетическая энергия  $T$  вылетающей из радона  $\alpha$ -частицы равна 5,5 МэВ.
7. Определить теплоту  $Q$ , необходимую для нагревания кристалла калия массой  $m = 200$  г от температуры  $T_1 = 4$  К до температуры  $T_2 = 5$  К. Принять характеристическую температуру Дебая для калия  $\Theta_D = 100$  К и считать условие  $T \ll \Theta_D$  выполненным.

8. Определить долю свободных электронов в метле при температуре  $T = 0$  К, энергии  $\varepsilon$  которых заключены в интервале значений от  $\frac{1}{2} \varepsilon_{\max}$  до  $\varepsilon_{\max}$ .

#### Контрольная работа № 6.

##### Вариант 1.

1. Вычислить по теории Бора радиус  $r_2$  второй стационарной орбиты и скорость  $v_2$  электрона на этой орбите для атома водорода.
2. Определить энергию  $\Delta T$ , которую необходимо дополнительно сообщить электрону, чтобы его дебройлевская длина волны уменьшилась от  $\lambda_1 = 0,2$  нм до  $\lambda_2 = 0,1$  нм.
3. Используя соотношение неопределенностей, оценить наименьшую ошибку  $\Delta v$  в определении скорости электрона и протона, если координаты центра масс этих частиц могут быть установлены с неопределенностью 1 мкм.
4. Электрон находится в бесконечно глубоком, одномерном, прямоугольном потенциальном ящике шириной  $\ell = 0,1$  нм. Определить в электрон-вольтах наименьшую разность энергетических уровней электрона.
5. Определить, какая доля радиоактивного изотопа  $^{225}_{89}\text{Ac}$  распадается в течение времени  $t = 6$  сут.
6. Масса  $m = 1$  г урана  $^{238}_{92}\text{U}$  в равновесии с продуктами его распада выделяет мощность  $P = 1,07 \cdot 10^{-7}$  Вт. Найти молярную теплоту  $Q_m$ , выделяемую ураном за среднее время жизни  $\tau$  атомов урана.
7. Вычислить характеристическую температуру  $\Theta_D$  Дебая для железа, если при температуре  $T = 20$  К молярная теплоемкость железа  $C_m = 0,226$  Дж/К·моль. Условие  $T \ll \Theta_D$  считать выполненным.
8. Германиевый кристалл, ширина  $\Delta E$  запрещенной зоны в котором равна 0,72 эВ, нагревают от температуры  $t_1 = 0^\circ \text{C}$  до температуры  $t_2 = 15^\circ \text{C}$ . Во сколько раз возрастет его удельная проводимость?

#### Контрольная работа № 6.

##### Вариант 2.

1. Вычислить по теории Бора период  $T$  вращения электрона в атоме водорода, находящегося в возбужденном состоянии, определяемом главным квантовым числом  $n = 2$ .
2. На сколько по отношению к комнатной должна измениться температура идеального газа, чтобы дебройлевская длина волны  $\lambda$  его молекул уменьшилась на 20 %?
3. какова должна быть кинетическая энергия  $T$  протона в моноэнергетическом пучке, используемого для исследования структуры с линейными размерами  $\ell \approx 10^{-13}$  см?
4. Частица в бесконечно глубоком, одномерном прямоугольном потенциальном ящике шириной  $\ell$  находится в возбужденном состоянии ( $n = 3$ ). Определить, в каких точках интервала  $0 < x < \ell$  плотность вероятности нахождения частицы имеет максимальное и минимальное значения.
5. Активность  $A$  некоторого изотопа за время  $t = 10$  сут уменьшилась на 20 %. Определить период полураспада  $T_{1/2}$  этого изотопа.
6. Определить энергию, необходимую для разделения ядра  $^{20}\text{Ne}$  на две  $\alpha$ -частицы и ядро  $^{12}\text{C}$ . Энергии связи на один нуклон в ядрах  $^{20}\text{Ne}$ ,  $^4\text{He}$  и  $^{12}\text{C}$  равны соответственно 8,03; 7,07 и 7,68 МэВ.
7. Система, состоящая из  $N = 10^{20}$  трехмерных квантовых осцилляторов, находится при температуре  $T = \Theta_E$  ( $\Theta_E = 250$  К). Определить энергию  $E$  системы.
8. При нагревании кремниевого кристалла от температуры  $t_1 = 0^\circ \text{C}$  до температуры  $t_2 = 10^\circ \text{C}$  его удельная проводимость возрастает в 2,28 раза. По приведенным данным определить ширину  $\Delta E$  запрещенной зоны кристалла кремния.

Контрольная работа № 6.  
Вариант 3.

1. Определить изменение энергии  $\Delta E$  электрона в атоме водорода при излучении атомом фотона с частотой  $\nu = 6,28 \cdot 10^{14}$  Гц.
2. Параллельный пучок моноэнергетических электронов падает нормально на диафрагму в виде узкой прямоугольной щели, ширина которой  $a = 0,06$  мм. Определить скорость этих электронов, если известно, что на экране, отстоящем от щели на расстоянии  $\ell = 40$  мм, ширина центрального дифракционного максимума  $b = 10$  мкм.
3. Используя соотношение неопределенностей, оценить ширину  $l$  одномерного потенциального ящика, в котором минимальная энергия электрона  $E_{\min} = 10$  эВ.
4. В прямоугольной потенциальной яме шириной  $\ell$  с абсолютно непроницаемыми стенками ( $0 < x < \ell$ ) находится частица в основном состоянии. Найти вероятность  $w$  местонахождения этой частицы в области  $\frac{1}{4}\ell < x < \frac{3}{4}\ell$ .
5. Определить массу  $m$  изотопа  ${}^{131}_{53}\text{I}$ , имеющего активность  $A = 37$  ГБк.
6. В одном акте деления ядра урана  ${}^{235}\text{U}$  освобождается энергия 200 МэВ. Определить: 1) энергию, выделяющуюся при распаде всех ядер этого изотопа урана массой  $m = 1$  кг; 2) массу каменного угля с удельной теплотой сгорания  $q = 29,3$  МДж/кг, эквивалентную в тепловом отношении 1 кг урана  ${}^{235}\text{U}$ .
7. Медный образец массой  $m = 100$  г находится при температуре  $T_1 = 10$  К. Определить теплоту  $Q$ , необходимую для нагревания образца до температуры  $T_2 = 20$  К. Можно принять характеристическую температуру  $\Theta_D$  для меди равной 300 К, а условие  $T \ll \Theta_D$  считать выполненным.
8.  $p$ - $n$ -переход находится под обратным напряжением  $U = 0,1$  В. Его сопротивление  $R_1 = 692$  Ом. Каково сопротивление  $R_2$  перехода при прямом напряжении?

Контрольная работа № 6.  
Вариант 4.

1. Во сколько раз изменится период  $T$  вращения электрона в атоме водорода, если при переходе в невозбужденное состояние атом излучил фотон с длиной волны  $\lambda = 97,5$  нм?
2. При каких значениях кинетической энергии  $T$  электрона ошибка в определении дебройлевской длины волны  $\lambda$  по нерелятивистской формуле не превышает 10%?
3. Альфа-частица находится в бесконечно глубоком, одномерном, прямоугольном потенциальном ящике. Используя соотношение неопределенностей, оценить ширину  $\ell$  ящика, если известно, что минимальная энергия  $\alpha$ -частицы  $E_{\min} = 8$  МэВ.
4. Частица в бесконечно глубоком, одномерном, прямоугольном потенциальном ящике находится в основном состоянии. Какова вероятность  $w$  обнаружения частицы в крайней четверти ящика?
5. Найти среднюю продолжительность жизни  $\tau$  атома радиоактивного изотопа кобальта  ${}^{60}_{27}\text{Co}$ .
6. Мощность  $P$  двигателя атомного судна составляет 15 Мвт, его КПД равен 30%. Определить месячный расход ядерного горючего при работе этого двигателя.
7. Используя квантовую теорию теплоемкости Эйнштейна, определить коэффициент упругости  $\beta$  связи атомов в кристалле алюминия. Принять для алюминия  $\Theta_E = 300$  К.
8. Металлы литий и цинк приводят в соприкосновение друг с другом при температуре  $T = 0$  К. На сколько изменится концентрация электронов проводимости в цинке? Какой из этих металлов будет иметь более высокий потенциал?

Контрольная работа № 6.  
Вариант 2.

1. Вычислить по теории Бора период  $T$  вращения электрона в атоме водорода, находящегося в возбужденном состоянии, определяемом главным квантовым числом  $n = 2$ .
2. На сколько по отношению к комнатной должна измениться температура идеального газа, чтобы дебройлевская длина волны  $\lambda$  его молекул уменьшилась на 20 %?
3. какова должна быть кинетическая энергия  $T$  протона в моноэнергетическом пучке, используемого для исследования структуры с линейными размерами  $\ell \approx 10^{-13}$  см?
4. Частица в бесконечно глубоком, одномерном прямоугольном потенциальном ящике шириной  $\ell$  находится в возбужденном состоянии ( $n = 3$ ). Определить, в каких точках интервала  $0 < x < \ell$  плотность вероятности нахождения частицы имеет максимальное и минимальное значения.
5. Активность  $A$  некоторого изотопа за время  $t = 10$  сут уменьшилась на 20 %. Определить период полураспада  $T_{1/2}$  этого изотопа.
6. Определить энергию, необходимую для разделения ядра  $^{20}\text{Ne}$  на две  $\alpha$ -частицы и ядро  $^{12}\text{C}$ . Энергии связи на один нуклон в ядрах  $^{20}\text{Ne}$ ,  $^4\text{He}$  и  $^{12}\text{C}$  равны соответственно 8,03; 7,07 и 7,68 МэВ.
7. Система, состоящая из  $N = 10^{20}$  трехмерных квантовых осцилляторов, находится при температуре  $T = \Theta_E$  ( $\Theta_E = 250$  К). Определить энергию  $E$  системы.
8. При нагревании кремниевого кристалла от температуры  $t_1 = 0^\circ$  до температуры  $t_2 = 10^\circ$  С его удельная проводимость возрастает в 2,28 раза. По приведенным данным определить ширину  $\Delta E$  запрещенной зоны кристалла кремния.

Контрольная работа № 6.  
Вариант 3.

1. Определить изменение энергии  $\Delta E$  электрона в атоме водорода при излучении атомом фотона с частотой  $\nu = 6,28 \cdot 10^{14}$  Гц.
2. Параллельный пучок моноэнергетических электронов падает нормально на диафрагму в виде узкой прямоугольной щели, ширина которой  $a = 0,06$  мм. Определить скорость этих электронов, если известно, что на экране, отстоящем от щели на расстоянии  $\ell = 40$  мм, ширина центрального дифракционного максимума  $b = 10$  мкм.
3. Используя соотношение неопределенностей, оценить ширину  $l$  одномерного потенциального ящика, в котором минимальная энергия электрона  $E_{\min} = 10$  эВ.
4. В прямоугольной потенциальной яме шириной  $\ell$  с абсолютно непроницаемыми стенками ( $0 < x < \ell$ ) находится частица в основном состоянии. Найти вероятность нахождения этой частицы в области  $\frac{1}{4}\ell < x < \frac{3}{4}\ell$ .
5. Определить массу  $m$  изотопа  $^{131}_{53}\text{I}$ , имеющего активность  $A = 37$  ГБк.
6. В одном акте деления ядра урана  $^{235}\text{U}$  освобождается энергия 200 МэВ. Определить: 1) энергию, выделяющуюся при распаде всех ядер этого изотопа урана массой  $m = 1$  кг; 2) массу каменного угля с удельной теплотой сгорания  $q = 29,3$  МДж/кг, эквивалентную в тепловом отношении 1 кг урана  $^{235}\text{U}$ .
7. Медный образец массой  $m = 100$  г находится при температуре  $T_1 = 10$  К. Определить теплоту  $Q$ , необходимую для нагревания образца до температуры  $T_2 = 20$  К. Можно принять характеристическую температуру  $\Theta_D$  для меди равной 300 К, а условие  $T \ll \Theta_D$  считать выполненным.
8.  $p$ - $n$ -переход находится под обратным напряжением  $U = 0,1$  В. Его сопротивление  $R_1 = 692$  Ом. Каково сопротивление  $R_2$  перехода при прямом напряжении?

Контрольная работа № 6.

#### Вариант 4.

1. Во сколько раз изменится период  $T$  вращения электрона в атоме водорода, если при переходе в невозбужденное состояние атом излучил фотон с длиной волны  $\lambda = 97,5$  нм?
2. При каких значениях кинетической энергии  $T$  электрона ошибка в определении дебройлевской длины волны  $\lambda$  по нерелятивистской формуле не превышает 10%?
3. Альфа-частица находится в бесконечно глубоком, одномерном, прямоугольном потенциальном ящике. Используя соотношение неопределенностей, оценить ширину  $\ell$  ящика, если известно, что минимальная энергия  $\alpha$ -частицы  $E_{\min} = 8$  МэВ.
4. Частица в бесконечно глубоком, одномерном, прямоугольном потенциальном ящике находится в основном состоянии. Какова вероятность  $w$  обнаружения частицы в крайней четверти ящика?
5. Найти среднюю продолжительность жизни  $\tau$  атома радиоактивного изотопа кобальта  ${}^{60}_{27}\text{Co}$ .
6. Мощность  $P$  двигателя атомного судна составляет 15 Мвт, его КПД равен 30%. Определить месячный расход ядерного горючего при работе этого двигателя.
7. Используя квантовую теорию теплоемкости Эйнштейна, определить коэффициент упругости  $\beta$  связи атомов в кристалле алюминия. Принять для алюминия  $\Theta_E = 300$  К.
8. Металлы литий и цинк приводят в соприкосновение друг с другом при температуре  $T = 0$  К. На сколько изменится концентрация электронов проводимости в цинке? Какой из этих металлов будет иметь более высокий потенциал.

#### Контрольная работа № 6.

##### Вариант 5.

1. На сколько изменилась кинетическая энергия электрона в атоме водорода при излучении атомом фотона с длиной волны  $\lambda = 435$  нм?
2. Из катодной трубки на диафрагму с узкой прямоугольной щелью нормально к плоскости диафрагмы направлен поток моноэнергетических электронов. Определить анодное напряжение трубки, если известно, что на экране, отстоящем от щели на расстоянии  $\ell = 0,5$  м, ширина центрального дифракционного максимума  $\Delta x = 10,0$  мкм. Ширину  $b$  щели принять равной  $0,10$  мм.
3. Среднее время жизни атома в возбужденном состоянии составляет  $\Delta t \approx 10^8$  с. При переходе атома в нормальное состояние испускается фотон, средняя длина волны которого равна  $600$  нм. Оценить ширину  $\Delta\lambda$  излучаемой спектральной линии, если не происходит ее уширения за счет других процессов.
4. Волновая функция, описывающая движение электрона в основном состоянии атома водорода, имеет вид

$$\varphi(r) = A e^{-r/a_0},$$

где  $A$  - некоторая постоянная;  $a_0$  - первый боровский радиус. Найти для основного состояния атома водорода наиболее вероятное расстояние электрона от ядра.

5. Счетчик  $\alpha$ -частиц, установленный вблизи радиоактивного изотопа, при первом измерении регистрировал  $N_1 = 1400$  частиц в минуту, а через время  $t = 4$  ч - только  $N_2 = 400$ . Определить период полураспада  $T_{1/2}$  изотопа.
6. Считая, что в одном акте деления ядра урана  ${}^{235}\text{U}$  освобождается энергия  $200$  МэВ, определить массу  $m$  этого изотопа, подвергшегося делению при взрыве атомной бомбы с тротильным эквивалентом  $30 \cdot 10^6$  кг, если тепловой эквивалент тротила  $q$  равен  $4,19$  МДж/кг.
7. Найти отношение средней энергии  $\langle \epsilon_{\text{кв}} \rangle$  линейного одномерного осциллятора, вычисленной по квантовой теории, к энергии  $\langle \epsilon_{\text{кл}} \rangle$  такого же осциллятора, вычисленной по классической теории. Вычисление произвести для двух температур: 1)  $T =$

- 0,1 $\Theta_E$ ; 2)  $T = \Theta_E$ , где  $\Theta_E$  - характеристическая температура Эйнштейна.  
 8. Сопротивление  $R_I$   $p$ - $n$ -перехода, находящегося под прямым напряжением  $U = 1$  В, равно 10 Ом. Определить сопротивление  $R_2$  перехода при обратном напряжении.

#### Контрольная работа № 6.

##### Вариант 6.

1. В каких пределах  $\Delta\lambda$  должна лежать длина волн монохроматического света, чтобы при возбуждении атомов водорода квантами этого света радиус  $r_n$  орбиты электрона увеличился в 16 раз?
2. Протон обладает кинетической энергией  $T = 1$  кэВ. Определить дополнительную энергию  $\Delta T$ , которую необходимо ему сообщить для того, чтобы длина волны  $\lambda$  де Бройля уменьшилась в три раза.
3. Для приближенной оценки минимальной энергии электрона в атоме водорода можно предположить, что неопределенность  $\Delta r$  радиуса  $r$  электронной орбиты и неопределенность  $\Delta p$  импульса  $p$  электрона на такой орбите соответственно связаны следующим образом:  $\Delta r \approx r$  и  $\Delta p \approx p$ . Используя эти связи, а также соотношение неопределенностей, найти значение радиуса электронной орбиты, соответствующего минимальной энергии электрона в атоме водорода.
4. Частица находится в основном состоянии в прямоугольной яме шириной  $\ell$  с абсолютно непроницаемыми стенками. Во сколько раз отличаются вероятности местонахождения частицы:  $w_1$  - крайней трети и  $w_2$  - в крайней четверти ящика?
5. Во сколько раз уменьшится активность изотопа  $^{32}_{15}P$  через время  $t = 20$  сут?
6. При делении ядра урана  $^{235}_{92}U$  под действием замедленного нейтрона образовались осколки с массовыми числами  $M_1 = 90$  и  $M_2 = 143$ . Определить число нейтронов, вылетевших из ядра в данном акте деления. Определить энергию и скорость каждого из осколков, если они разлетаются в противоположные стороны и их суммарная кинетическая энергия  $T$  равна 160 МэВ.
7. Зная, что для алмаза  $\Theta_D = 2000$  К, вычислить его удельную теплоемкость при температуре  $T = 30$  К.
8. Найти минимальную энергию  $W_{\min}$ , необходимую для образования пары электрон – дырка в кристалле  $CaAs$ , если его удельная проводимость  $\zeta$  изменяется в 10 раз при изменении температуры от 20 до 3°С.

#### Контрольная работа № 6.

##### Вариант 7.

1. В однозарядном ионе лития электрон перешел с четвертого энергетического уровня на второй. Определить длину волны  $\lambda$  излучения, испущенного ионом лития.
2. Определить длины волн де Бройля  $\alpha$ -частицы и протона, прошедших одинаковую ускоряющую разность потенциалов  $U = 1$  кВ.
3. Моноэнергетический пучок электронов высвечивает в центре экрана электронно-лучевой трубки пятно радиусом  $r \approx 10^{-3}$  см. Пользуясь соотношением неопределенностей, найти, во сколько раз неопределенность  $\Delta x$  координаты электрона на экране в направлении, перпендикулярном оси трубки, меньше размера  $r$  пятна. Длину  $L$  электронно-лучевой трубки принять равной 0,50 м, а ускоряющее электрон напряжение  $U$  — равным 20 кВ.
4. Волновая функция, описывающая движение электрона в основном состоянии атома водорода, имеет вид

$$\psi(r) = A e^{-r/a_0},$$

где  $A$  — некоторая постоянная;  $a_0$  — первый Боровский радиус. Найти для основного состояния атома водорода значение  $\langle F \rangle$  кулоновской силы.

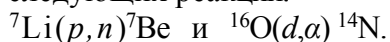
5. На сколько процентов уменьшится активность изотопа иридия  $^{192}_{77}Ir$  за время  $t = 15$  сут?

6. Ядерная реакция  $^{14}\text{N}(\alpha, p)^{17}\text{O}$  вызвана  $\alpha$ -частицей, обладавшей кинетической энергией  $T_\alpha = 4,2$  МэВ. Определить тепловой эффект этой реакции, если протон, вылетевший под углом  $\theta = 60^\circ$  к направлению движения  $\alpha$ -частицы, получил кинетическую энергию  $T = 2$  МэВ.
7. Молярная теплоемкость  $C_m$  серебра при температуре  $T = 20$  К оказалась равной  $1,65$  Дж/(моль·К). Вычислить по значению теплоемкости характеристическую температуру  $\Theta_D$ . Условие  $T \ll \Theta_D$  считать выполненным.
8. Сопротивление  $R_1$  кристалла PbS при температуре  $t_1 = 20^\circ\text{C}$  равно  $10^4$  Ом. Определить его сопротивление  $R_2$  при температуре  $t_2 = 80^\circ\text{C}$ .

Контрольная работа № 6.

Вариант 8.

1. Электрон в атоме водорода находится на третьем энергетическом уровне. Определить кинетическую  $T$ , потенциальную  $\Pi$  и полную  $E$  энергию электрона. Ответ выразить в электронвольтах.
2. Электрон обладает кинетической энергией  $T = 1,02$  МэВ. Во сколько раз изменится длина волны де Бройля, если кинетическая энергия  $T$  электрона уменьшится вдвое?
3. Среднее время жизни  $\Delta t$  атома в возбужденном состоянии составляет около  $10^{-8}$  с. При переходе атома в нормальное состояние испускается фотон, средняя длина волны  $\langle \lambda \rangle$  которого равна  $400$  нм. Оценить относительную ширину  $\Delta \lambda / \lambda$  излучаемой спектральной линии, если не происходит уширения линии за счет других процессов.
4. Электрон находится в бесконечно глубоком, одномерном, прямоугольном потенциальном ящике шириной  $\ell$ . В каких точках в интервале  $0 < x < \ell$  плотности вероятности нахождения электрона на втором и третьем энергетических уровнях одинаковы? Вычислить плотность вероятности для этих точек. Решение пояснить графиком.
5. Определить число  $N$  ядер, распадающихся в течение времени: 1)  $t_1 = 1$  мин; 2)  $t_2 = 5$  сут, - в радиоактивном изотопе фосфора  $^{32}_{15}\text{P}$  массой  $m = 1$  мг.
6. Определить тепловые эффекты следующих реакций:



7. Вычислить (по Дебаю) удельную теплоемкость хлористого натрия при температуре  $T = \Theta_D/20$ . Условие  $T \ll \Theta_D$  считать выполненным.
8. Каково значение энергии Ферми  $\varepsilon_F$  у электронов проводимости двухвалентной меди? Выразить энергию Ферми в джоулях и электрон-вольтах.
6. На металлическую пластину направлен монохроматический пучок света с частотой  $\nu = 7,3 \cdot 10^{14}$  Гц. Красная граница  $\lambda_0$  фотоэффекта для данного материала равна  $560$  нм. Определить максимальную скорость  $v_{\max}$  фотоэлектронов.
7. Фотон с энергией  $\varepsilon_1 = 0,51$  МэВ при рассеянии на свободном электроне потерял половину своей энергии. Определить угол рассеяния  $\theta$ .
8. На зеркальную поверхность площадью  $S = 6$  см<sup>2</sup> падает нормально поток излучения  $\Phi_e = 0,8$  Вт. Определить давление  $p$  и силу давления  $F$  света на эту поверхность.

Контрольная работа № 6.

Вариант 9.

1. Фотон выбивает из атома водорода, находящегося в основном состоянии, электрон с кинетической энергией  $T = 10$  эВ. Определить энергию  $\varepsilon$  фотона.
2. Кинетическая энергия  $T$  электрона равна удвоенному значению его энергии покоя ( $2 m_0 c^2$ ). Вычислить длину волны  $\lambda$  де Бройля для такого электрона.
3. Для приближенной оценки минимальной энергии электрона в атоме водорода можно предположить что неопределенность  $\Delta r$  радиуса  $r$  электронной орбиты и неопределенность  $\Delta p$  импульса  $p$  электрона на такой орбите соответственно связаны следующим образом-  $\Delta r \sim r$  и  $\Delta p \sim p$ . Ис-

пользуя эти связи, а также соотношение неопределенностей, определить минимальное значение энергии  $T_{mm}$  электрона в атоме водорода.

4. Волновая функция, описывающая движение электрона в основном состоянии атома водорода, имеет вид

$$\psi(r) = Ae^{-r/\alpha_0},$$

где  $A$  – некоторая постоянная;  $\alpha_0$  – первый Боровский радиус. Найти для основного состояния атома водорода среднее значение  $\langle P \rangle$  потенциальной энергии.

5. Из каждого миллиона атомов радиоактивного изотопа каждую секунду распадается 200 атомов. Определить период полураспада  $T_{1/2}$  изотопа.

6. Определить скорости продуктов реакции  $^{10}\text{B}(n, \alpha)^7\text{Li}$ , протекающей в результате взаимодействия тепловых нейтронов с покоящимися ядрами бора.

7. Вычислить по теории Дебая теплоемкость цинка массой  $m = 100$  г при температуре  $T = 10$  К. Принять для цинка характеристическую температуру Дебая  $\Theta_D = 300$  К и считать условие  $T \ll \Theta_D$  выполненным.

8. Прямое напряжение  $U$ , приложенное к  $p$ - $n$ -переходу, равно 2 В. Во сколько раз возрастет сила тока через переход, если изменить температуру от  $T_1 = 30$

Критерии оценки:

– за правильное решение одной задачи студент получает два балла.

### Приложение 3

#### Зачётно-экзаменационные билеты

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
имени академика М. Д. Миллионщикова

#### ЗАЧЕТНЫЙ БИЛЕТ № 1

дисциплина: «Физика»

1. Описание движения тел. Траектория, перемещение и пройденный путь.
2. Уравнение Ван-дер-Ваальса для реальных газов.
3. Вычислить работу, совершаемую на пути  $s = 12$  м силой, равномерно возрастающей с пройденным расстоянием, если в начале пути сила  $F(0) = 10$  Н, в конце пути  $F(s) = 46$  Н.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Успажиев Р.Т.

---

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
имени академика М. Д. Миллионщикова

#### ЗАЧЕТНЫЙ БИЛЕТ № 2

дисциплина: «Физика»

1. Скорость, ускорение.
2. Изотермы Ван-дер-Ваальса. Жидкая и газообразная фазы. Насыщенный пар. Критическая температура.
3. Камень брошен вверх под углом  $\alpha = 60^\circ$  к плоскости горизонта. Кинетическая энергия камня в начальный момент  $T_0 = 20$  Дж. Определить кинетическую  $T$  и потенциальную  $U$  энергии камня в высшей точке его траектории.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Успажиев Р.Т.

---

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
имени академика М. Д. Миллионщикова

ЗАЧЕТНЫЙ БИЛЕТ № 3

дисциплина: «Физика»

1. Угловые скорость и ускорение и их связь с соответствующими линейными характеристиками.
2. Закон Максвелла для распределения молекул идеального газа по скоростям и энергиям теплового движения.
3. Конькобежец массой  $m_1 = 60$  кг, стоя на льду, бросил ядро массой  $m_2 = 5$  кг и вследствие отдачи покатился назад со скоростью  $u_1 = 1$  м/с. Определить работу  $A$ , совершаемую при бросании ядра.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Успажиев Р.Т.

---

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
имени академика М. Д. Миллионщикова

ЗАЧЕТНЫЙ БИЛЕТ № 4

дисциплина: «Физика»

1. Принцип инерции Галилея. Инерциальные системы отсчета.
2. Характерные скорости молекул.
3. Два груза массами  $m_1 = 10$  кг и  $m_2 = 15$  кг подвешены на нитях длиной  $l = 2$  м так, что грузы соприкасаются между собой. Меньший груз был отклонен на угол  $\alpha = 60^\circ$  и выпущен. На какую высоту  $h$  поднимутся оба груза после удара? Удар грузов считать неупругим.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Успажиев Р.Т.

---

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
имени академика М. Д. Миллионщикова

ЗАЧЕТНЫЙ БИЛЕТ № 5

дисциплина: «Физика»

1. Второй закон Ньютона. Механические силы. Примеры и свойства механических сил: сила тяжести и вес, сила упругости, сила трения, сила сопротивления среды.

2. Опыт Штерна по проверке распределения Максвелла.
3. Производя кубики льда, холодильник забрал из морозильной камеры с температурой  $-12^{\circ}\text{C}$  количество тепла, равное 177 кДж. Холодильный коэффициент  $\eta_c = 5,7$ , в комнате поддерживается температура  $26^{\circ}\text{C}$ . Найти КПД установки и определить, какое количество тепла передано в комнату, и какую работу надо затратить для функционирования холодильника. Сравнить холодильный коэффициент и КПД с аналогичными величинами для холодильника Карно, работающего между теми же температурами.

Заведующий \_\_\_\_\_ Успажиев Р.Т.

---

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
имени академика М. Д. Миллионщикова

ЗАЧЕТНЫЙ БИЛЕТ № 6  
дисциплина: «Физика»

1. Закон сохранения импульса. Центр масс.
2. Закон Больцмана для распределения частиц во внешнем потенциальном поле.
3. Тонкий стержень длиной  $l = 50$  см и массой  $m = 400$  г вращается с угловым ускорением  $\epsilon = 3$  рад/с<sup>2</sup> около оси, проходящей через середину стержня перпендикулярно к его длине. Определить вращающий момент  $M$ .

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Успажиев Р.Т.

---

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
имени академика М. Д. Миллионщикова

ЗАЧЕТНЫЙ БИЛЕТ № 7  
дисциплина: «Физика»

1. Принцип относительности Галилея.
2. Распределение Максвелла-Больцмана.
3. Обруч, однородный диск и однородный шар скатываются без проскальзывания с наклонной плоскости высотой  $h = 1$  м. Массы всех тел и их радиусы равны. Каковы конечные скорости тел?

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Успажиев Р.Т.

---

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
имени академика М. Д. Миллионщикова

ЗАЧЕТНЫЙ БИЛЕТ № 8  
дисциплина: «Физика»

1. Работа и энергия. Кинетическая энергия.
2. Мощность.

3. Вал массой  $m = 100$  кг и радиусом  $r = 5$  см вращается с частотой  $n = 8 \text{ с}^{-1}$ . К цилиндрической поверхности вала прижали тормозную колодку с силой  $N = 40$  Н, под действием которой вал остановился через время  $t = 10$  с. Определить коэффициент трения.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Успажиев Р.Т.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
имени академика М. Д. Миллионщикова

ЗАЧЕТНЫЙ БИЛЕТ № 9  
дисциплина: «Физика»

1. Потенциальная энергия. Потенциальное поле сил.
2. Явления переноса в термодинамически неоднородных системах. Кинетическая теория переноса.
3. Определить кинетическую энергию релятивистской частицы (в единицах  $mc^2$ ), если ее импульс  $p = mc$ .

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Успажиев Р.Т.

---

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
имени академика М. Д. Миллионщикова

ЗАЧЕТНЫЙ БИЛЕТ № 10  
дисциплина: «Физика»

1. Закон сохранения энергии.
2. Диффузия. Вязкость. Теплопроводность.
3. Ракета движется относительно Земли со скоростью  $u = 0,6$  с. Во сколько раз замедлится ход времени в ракете с точки зрения земного наблюдателя.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Успажиев Р.Т.

---

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
имени академика М. Д. Миллионщикова

ЗАЧЕТНЫЙ БИЛЕТ № 11  
дисциплина: «Физика»

1. Условия равновесия механической системы.
2. Броуновское движение.
3. Пылинки, взвешенные в воздухе, имеют массу  $m = 10^{-18}$  г. Во сколько раз уменьшится их концентрация  $n$  при увеличении высоты на  $Dh = 10$  м? Температура воздуха  $T = 300$  К.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Успажиев Р.Т.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
имени академика М. Д. Миллионщикова

ЗАЧЕТНЫЙ БИЛЕТ № 12  
ДИСЦИПЛИНА: «ФИЗИКА» (1 из 3)

1. Момент импульса, момент силы. Закон сохранения момента импульса. Связь законов сохранения с симметрией системы.
2. Круговые процессы и КПД тепловых машин. Цикл Карно.
3. Определить давление  $p$  идеального газа при двух значениях температуры газа: а)  $T = 3$  К и б)  $T = 1$  кК. Концентрация молекул газа  $n = 10^{19} \text{ см}^{-3}$ .

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Успажиев Р.Т.

---

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
имени академика М. Д. Миллионщикова

ЗАЧЕТНЫЙ БИЛЕТ № 13  
дисциплина: «Физика»

1. Закон всемирного тяготения. Законы Кеплера. Гравитационные силы.
2. Двигатель внутреннего сгорания.
3. Газ, занимавший объем  $V = 12$  л под давлением  $p = 100$  кПа, был изобарно нагрет от температуры  $T_1 = 300$  К до температуры  $T_2 = 400$  К. Определить работу  $A$  расширения газа.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Успажиев Р.Т.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
имени академика М. Д. Миллионщикова

ЗАЧЕТНЫЙ БИЛЕТ № 14  
дисциплина: «Физика»

1. Принцип эквивалентности масс. Потенциал гравитационного поля. Первая и вторая космические скорости.
2. Тепловая машина, оптимизированная не по КПД, а по выходной мощности.
3. Сколько понадобится нефти, чтобы покрыть пленкой всю водную поверхность Земли? Толщина пленки  $d$  равна 20 молекулярным слоям, средняя молярная масса нефти  $m = 1000$  кг/моль, плотность нефти  $\rho = 800$  кг/м<sup>3</sup>. Радиус Земли  $R_{\text{д}} = 6400$  км, океаны занимают  $2/3$  площади поверхности Земли. Для простоты считать, что молекулы нефти имеют форму кубиков.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Успажиев Р.Т.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
имени академика М. Д. Миллионщикова

ЗАЧЕТНЫЙ БИЛЕТ № 15  
дисциплина: «Физика»

1. Опыт Майкельсона - Морли.
2. Второе начало термодинамики. Энтропия и ее статистический смысл.
3. Воздух, занимавший объем  $V_1 = 10$  л при давлении  $p_1 = 100$  кПа, был адиабатически сжат до объема  $V_2 = 1$  л. Определить давление  $p_2$  после сжатия.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Успажиев Р.Т.

---

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
имени академика М. Д. Миллионщикова

ЗАЧЕТНЫЙ БИЛЕТ № 16  
дисциплина: «Физика»

1. Преобразования Галилея и Лоренца.
2. Основные положения молекулярно-кинетической теории идеальных газов.
3. В результате кругового процесса газ совершил работу  $A = 1$  Дж и передал охладителю теплоту  $Q_2 = 4,2$  Дж. Определить термический КПД  $\eta$  цикла.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Успажиев Р.Т.

---

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
имени академика М. Д. Миллионщикова

ЗАЧЕТНЫЙ БИЛЕТ № 17  
дисциплина: «Физика»

1. Основные эффекты теории относительности: замедление времени, сокращение длины, относительность одновременности событий.
2. Вывод уравнения Клапейрона - Менделеева.
3. Газ совершает цикл Карно. Температура охладителя  $T_2 = 280$  К. Во сколько раз увеличится КПД цикла, если температура нагревателя повысится от  $T_1 = 400$  К до  $T_1' = 600$  К?

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Успажиев Р.Т.

---

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
имени академика М. Д. Миллионщикова

ЗАЧЕТНЫЙ БИЛЕТ № 18  
дисциплина: «Физика»

1. Сложение скоростей в СТО. Абберация.

2. Молекулярно-кинетическое толкование абсолютной температуры.
3. Точка начинает движение по окружности радиусом  $R = 10$  м. Пройденный ею путь зависит от времени по закону  $s = At + Bt^3$ , где  $A = 8$  м/с,  $B = 1$  м/с<sup>3</sup>. Определить скорость и полное ускорение точки в момент  $t = 2$ с.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Успажиев Р.Т.

---

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
имени академика М. Д. Миллионщикова

ЗАЧЕТНЫЙ БИЛЕТ № 19  
дисциплина: «Физика»

1. Релятивистские выражения для импульса и кинетической энергии. Взаимосвязь массы и энергии.
2. Изотермический, изобарный и изохорный процессы.
3. Мяч массой  $m = 0,2$  кг под действием удара приобретает скорость  $u = 15$  м/с. Длительность удара  $\Delta t = 0,02$  с. Определить среднее значение ( $F$ ) силы удара.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Успажиев Р.Т.

---

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
имени академика М. Д. Миллионщикова

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 20  
дисциплина: «Физика» (1 из 3)

1. Уравнение динамики вращательного движения твердого тела относительно неподвижной оси.
2. Адиабатный процесс.
3. Ракета массой  $m = 1$  т поднимается с поверхности Земли вертикально вверх с ускорением  $a = 2g$ . Скорость струи газов из сопла  $u = 1200$  м/с. Найти расход  $Q_m$  горючего в единицу времени.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Успажиев Р.Т.

---

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
имени академика М. Д. Миллионщикова

ЗАЧЕТНЫЙ БИЛЕТ № 21  
дисциплина: «Физика»

1. Момент инерции.
2. Число степеней свободы. Закон равномерного распределения энергии по степеням свободы.

3. Определить импульс системы из 2-х тел, движущихся во взаимно перпендикулярных направлениях со скоростями  $u_1 = 3$  м/с и  $u_2 = 4$  м/с; массы тел  $m_1 = m_2 = 1$  кг.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Успажиев Р.Т.

---

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
имени академика М. Д. Миллионщикова

ЗАЧЕТНЫЙ БИЛЕТ № 22  
дисциплина: «Физика»

1. Теорема Штейнера.
2. Количество теплоты. Теплоемкость.
3. Самолет описывает петлю Нестерова радиусом  $R = 200$  м. Во сколько раз сила  $F$ , с которой летчик давит на сидение в нижней точке, больше тяжести  $P$  летчика, если скорость самолета  $u = 100$  м/с.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Успажиев Р.Т.

---

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
имени академика М. Д. Миллионщикова

ЗАЧЕТНЫЙ БИЛЕТ № 23  
дисциплина: «Физика»

1. Кинетическая энергия вращающегося тела.
2. Первое начало термодинамики.
3. Тело брошено со скоростью  $u_0 = 10$  м/с под углом  $\alpha = 30^\circ$  к горизонту. Найти радиус кривизны через  $t = 1$  с.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Успажиев Р.Т.

---

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
имени академика М. Д. Миллионщикова

ЗАЧЕТНЫЙ БИЛЕТ № 24  
дисциплина: «Физика»

1. Силы инерции.
2. Работа идеального газа в различных процессах.
3. Определить полное ускорение в момент  $t = 1$  с точки, находящейся на ободе колеса, радиус которого равен  $R = 0,5$  м. Уравнение вращения колеса имеет вид  $j = At + Bt^5$ , где  $A = 2$  рад/с,  $B = 0,5$  рад/с<sup>5</sup>.

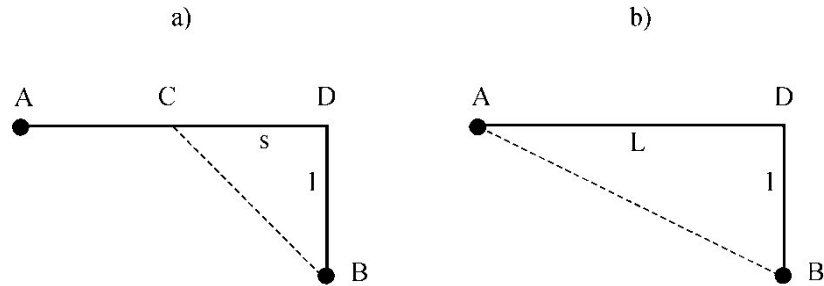
Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Успажиев Р.Т.

---

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

ЗАЧЕТНЫЙ БИЛЕТ № 25  
дисциплина: «Физика»

1. Центробежная сила.
2. Основные положения молекулярно-кинетической теории идеальных газов.
3. По прямолинейному шоссе ACD едет машина, которой необходимо за кратчайшее время добраться из пункта A в пункт B, расположенный в поле на расстоянии  $l = 500$  м от дороги (рис. a). Известно, что скорость машины по полю в  $n = 2$  раза меньше скорости машины по шоссе. На каком расстоянии  $s$  от точки D следует свернуть с шоссе? Проанализировать роль расстояния  $L$  между пунктами A и D, лежащими на шоссе.



Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Успажиев Р.Т.

---

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
имени академика М. Д. Миллионщикова

ЗАЧЕТНЫЙ БИЛЕТ № 26  
дисциплина: «Физика»

1. Сила Кориолиса.
2. Изотермический, изобарный и изохорный процессы. Адиабатный процесс.
3. За 3,5 часа воздушный шар снесло на  $s_1 = 21,5$  км к северу, затем на  $s_2 = 9,7$  км к востоку, причем высота его подъема увеличилась на  $h = 2,88$  км. Найти: 1) величину вектора его средней скорости и 2) угол  $\varphi$  вектора средней скорости с горизонтальной плоскостью.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Успажиев Р.Т.

---

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
имени академика М. Д. Миллионщикова

ЗАЧЕТНЫЙ БИЛЕТ № 27  
дисциплина: «Физика»

1. Закон Паскаля. Закон Архимеда.
2. Первое начало термодинамики.

3. Движение точки по прямой задано уравнением  $x = 2t - 0,5t^2$ . Определить среднюю путевую скорость  $U_{cp}$  точки в интервале времени от  $t_1 = 1$  с до  $t_2 = 3$  с.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Успажиев Р.Т.

---

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
имени академика М. Д. Миллионщикова

ЗАЧЕТНЫЙ БИЛЕТ № 28  
дисциплина: «Физика»

1. Уравнение непрерывности.
2. Броуновское движение.
3. К нити подвешен груз массой  $m = 2$  кг. Найти силу напряжения нити, если нить с грузом 1) поднимать с ускорением  $a = 3$  м/с<sup>2</sup>, 2) опускать с тем же ускорением.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Успажиев Р.Т.

---

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
имени академика М. Д. Миллионщикова

ЗАЧЕТНЫЙ БИЛЕТ № 29  
дисциплина: «Физика»

1. Уравнение Бернулли.
2. Круговые процессы и КПД тепловых машин. Цикл Карно.
3. Чему равна кинетическая энергия  $W$  молекул двухатомного газа, заключенного в сосуд объемом  $V = 2$  л и находящегося под давлением  $p = 1,5 \times 10^5$  Па.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Успажиев Р.Т.

---

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
имени академика М. Д. Миллионщикова

ЗАЧЕТНЫЙ БИЛЕТ № 30  
дисциплина: «Физика»

1. Закон Кулона. Закон сохранения электрического заряда.
2. Закон Ома для однородного участка линейной цепи.
3. Задача. Квадратная проволочная рамка расположена в одной плоскости с длинным прямым проводом так, что две ее стороны параллельны проводу. По рамке и проводу текут одинаковые токи  $I = 1$  кА. Определить силу  $F$ , действующую на рамку, если ближайшая к проводу сторона рамки находится на расстоянии, равном ее длине.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Успажиев Р.Т.

---

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
имени академика М. Д. Миллионщикова

ЗАЧЕТНЫЙ БИЛЕТ № 31  
дисциплина: «Физика»

1. Поток вектора напряженности электрического поля.
2. Работа и мощность электрического тока.
3. Задача. Заряженная частица, обладающая скоростью  $v = 2 \times 10^6$  м/с, влетела в однородное поле с индукцией  $B = 0.52$  Тл. Найти отношение  $Q / m$  заряда частицы к ее массе, если частица описала дугу окружности радиусом  $R = 4$  см. По этому отношению определить, какая это частица.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Успажиев Р.Т.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
имени академика М. Д. Миллионщикова

ЗАЧЕТНЫЙ БИЛЕТ № 31  
дисциплина: «Физика»

1. Энергия заряда в электростатическом поле. Потенциал поля.
2. Правила Кирхгофа.
3. Задача. Проволочное кольцо радиусом  $r = 10$  см лежит на столе. Какое количество электричества  $Q$  протечет по кольцу, если его повернуть с одной стороны на другую. Сопротивление кольца  $R = 1$  Ом. Вертикальная составляющая индукции  $B$  магнитного поля Земли равна 50 мкТл.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Успажиев Р.Т.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
имени академика М. Д. Миллионщикова

ЗАЧЕТНЫЙ БИЛЕТ № 32  
дисциплина: «Физика»

1. Электрическое поле в веществе.
2. Уравнение бегущей волны.
3. Задача. Виток, по которому течет ток  $I = 20$  А, свободно установился в однородном магнитном поле с индукцией  $B = 0.016$  Тл. Диаметр витка  $d = 10$  см. Определить работу  $A$ , которую нужно совершить, чтобы повернуть виток на угол  $\alpha = \pi / 2$  относительно оси, совпадающей с диаметром. То же, если угол  $\alpha = 2\pi$ .

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Успажиев Р.Т.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
имени академика М. Д. Миллионщикова

ЗАЧЕТНЫЙ БИЛЕТ №33  
дисциплина: «Физика»)

1. Проводники в электрическом поле.
2. Емкость соединенного проводника.

3. Задача. Тонкое полукольцо радиусом  $R = 10$  см несет равномерно распределенный заряд с линейной плотностью  $\tau = 1$  мкКл/м. В центре кривизны полукольца находится заряд  $Q = 20$  нКл. Определить силу  $F$  взаимодействия точечного заряда и заряженного полукольца.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Успажиев Р.Т.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
имени академика М. Д. Миллионщикова

ЗАЧЕТНЫЙ БИЛЕТ № 34

дисциплина: «Физика»

1. Конденсаторы и их соединения.
2. Закон Ампера.
3. Задача. Прямой металлический стержень диаметром  $d = 5$  см и длиной  $l = 4$  м несет равномерно распределенный по его поверхности заряд  $Q = 500$  нКл. Определить напряженность  $E$  поля в точке, находящейся против середины стержня на расстоянии  $a = 1$  см от его поверхности.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Успажиев Р.Т.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
имени академика М. Д. Миллионщикова

ЗАЧЕТНЫЙ БИЛЕТ № 35

дисциплина: «Физика»

1. Магнитная индукция. Сила Лоренца.
2. Вихревое электрическое поле. Ток смещения. Уравнения Максвелла.
3. Задача. Две бесконечные параллельные плоскости находятся на расстоянии  $d = 0.5$  см друг от друга. На плоскостях равномерно распределены заряды с поверхностными плотностями  $\sigma_1 = 0.2$  мкКл/м<sup>2</sup> и  $\sigma_2 = -0.3$  мкКл/м<sup>2</sup>. Определить разность потенциалов  $U$  между плоскостями.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Успажиев Р.Т.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
имени академика М. Д. Миллионщикова

ЗАЧЕТНЫЙ БИЛЕТ № 36

дисциплина: «Физика»

1. Поток вектора магнитной индукции.
2. Свободные гармонические колебания в колебательном контуре.
3. Задача. ЭДС батареи аккумуляторов  $E = 12$  В, сила тока  $I$  короткого замыкания равна  $5$  А. Какую наибольшую мощность  $P_{\max}$  можно получить во внешней цепи, соединенной с такой батареей?

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Успажиев Р.Т.

ЗАЧЕТНЫЙ БИЛЕТ № 37  
дисциплина: «Физика»

1. Электродвижущая сила.
2. Дифференциальное уравнение вынужденных колебаний (механических и электромагнитных) и его решение. Амплитуда и фаза вынужденных колебаний (механических и электромагнитных).
3. Задача. По двум бесконечно длинным прямым параллельным проводам текут токи  $I_1 = 20$  А и  $I_2 = 30$  А в одном направлении. Расстояние  $d$  между проводами равно 10 см. Вычислить магнитную индукцию  $B$  в точке, удаленной от обоих проводов на одинаковое расстояние  $r = 10$  см.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Успажиев Р.Т.

3 семестр

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
имени академика М. Д. Миллионщикова

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1  
дисциплина: «Физика»

1. Внешний фотоэффект и его законы.
2. Основные законы геометрической оптики.
3. Задача. На мыльную пленку ( $n=1.3$ ), находящуюся в воздухе, падает нормально пучок белого света. При какой наименьшей толщине  $d$  пленки отраженный свет с длиной волны  $\lambda = 0.55$  мкм окажется максимально усиленным?

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Успажиев Р.Т.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
имени академика М. Д. Миллионщикова

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 2  
дисциплина: «Физика»

1. Ядерные силы.
2. Закон преломления. Полное отражение.
3. Задача. Расстояние  $Dr_{2,1}$  между вторым и первым темным кольцами Ньютона в отраженном свете равно 1 мм. Определить расстояние  $Dr_{10,9}$  между десятым и девятым кольцами.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Успажиев Р.Т.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
имени академика М. Д. Миллионщикова

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 3  
дисциплина: «Физика»

1. Дифракция Фраунгофера на одной щели.
2. Основные законы геометрической оптики.

3. Задача. Какая доля энергии фотона израсходована на работу вырывания фотоэлектрона, если красная граница фотоэффекта  $\lambda_{\text{кр}} = 307$  нм и максимальная кинетическая энергия  $T_{\text{max}}$  фотоэлектрона равна  $1\text{эВ}$ ?

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Успажиев Р.Т.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
имени академика М. Д. Миллионщикова

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 4  
дисциплина: «Физика»

1. Изображение в плоском зеркале.
2. Дифракция Фраунгофера на дифракционной решетке.
3. Задача. Вычислить радиус  $r_5$  пятой зоны Френеля для плоского волнового фронта ( $l = 0.5$  мкм), если построение делается для точки наблюдения, находящейся на расстоянии  $b = 1$  м от фронта волны.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Успажиев Р.Т.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
имени академика М. Д. Миллионщикова

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 5  
дисциплина: «Физика»

1. Сферическое зеркало. Изображение в сферическом зеркале.
2. Уравнение Эйнштейна для внешнего фотоэффекта.
3. Задача. Определить энергию  $W$ , излучаемую за время  $t = 1$  мин из смотрового окошка площадью  $S = 8$  см<sup>2</sup> плавильной печи, если ее температура  $T = 1200$  К.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Успажиев Р.Т.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
имени академика М. Д. Миллионщикова

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 6  
дисциплина: «Физика»

1. Теория атома водорода по Н. Бору.
2. Линза. Построение изображения в линзах.
3. Задача. Угол Брюстера  $\varphi_{\text{Б}}$  при падении света из воздуха на кристалл каменной соли равен  $57^\circ$ . Определить скорость света в этом кристалле.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Успажиев Р.Т.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
имени академика М. Д. Миллионщикова

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 7  
дисциплина: «Физика»

1. Интерференция света.
2. Дисперсия света.

3. Задача. Дифракционная решетка содержит  $n = 200$  штрихов на 1 мм. На решетку падает нормально монохроматический свет ( $\lambda = 0.6$  мкм). Максимум какого наибольшего порядка дает эта решетка?

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Успажиев Р.Т.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
имени академика М. Д. Миллионщикова

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 8

дисциплина: «Физика»

1. Импульс фотона
2. Давление света.
3. Задача. На узкую щель падает нормально монохроматический свет. Угол отклонения пучков света, соответствующих второй светлой дифракционной полосе, равен  $1^\circ$ . Сколько длин волн падающего света равна ширина щели?

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Успажиев Р.Т.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
имени академика М. Д. Миллионщикова

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 9

дисциплина: «Физика»

1. Кольца Ньютона.
2. Дефект массы и энергия связи ядра.
3. Задача. Звуковые колебания частотой  $\nu = 0.5$  кГц и амплитудой  $A = 0.25$  мм распространяются в упругой среде. Длина волны  $\lambda = 70$  см. Найти: 1) скорость  $v$  распространения волн; 2) максимальную скорость  $(dx/dt)_{\max}$  движения частиц среды.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Успажиев Р.Т.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
имени академика М. Д. Миллионщикова

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 10

дисциплина: «Физика»

1. Дифракция света.
2. Атомное ядро. Дефект массы и энергия связи ядра.
3. Задача. Волна распространяется в упругой среде со скоростью  $v = 100$  м/с. Наименьшее расстояние  $\Delta x$  между точками среды, фазы колебаний которых противоположны, равно 1 м. Определить частоту колебаний.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Успажиев Р.Т.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
имени академика М. Д. Миллионщикова

Экзаменационный билет № 11

дисциплина: «Физика»

1. Радиоактивность. Закон радиоактивного распада.
2. Постулаты Бора.

3. Задача. Тонкая пленка толщиной 0.41 мкм из прозрачного пластика с показателем преломления  $n=1.5$  освещена белым светом, падающим нормально к поверхности. Какие длины волн из видимого диапазона будут усилены в отраженном пучке?

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Успажиев Р.Т.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
имени академика М. Д. Миллионщикова

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 12  
дисциплина: «Физика»

1. Ядерные реакции.
2. Законы теплового излучения.
3. Задача. Когда прибор для наблюдения колец Ньютона погрузили в жидкость, диаметр восьмого темного кольца уменьшился с 2.92 см до 2.48 см. Чему равен показатель преломления жидкости?

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Успажиев Р.Т.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
имени академика М. Д. Миллионщикова

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 13  
дисциплина: «Физика»

1. Энергия и импульс фотона. Давление света.
2. Модели атома Томсона и Резерфорда.
3. Задача. На пути световой волны, идущей в воздухе, поставили стеклянную пластинку толщиной  $h=1$  мм. На сколько изменилась оптическая длина пути, если волна падает на пластинку: 1) нормально; 2) под углом  $\theta=30^\circ$ ?

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Успажиев Р.Т.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
имени академика М. Д. Миллионщикова

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 14  
дисциплина: «Физика»

1. Уравнение Эйнштейна для внешнего фотоэффекта.
2. Уравнение Шредингера для стационарных состояний.
3. Задача. Гирия, подвешенная на пружине, колеблется по вертикали с амплитудой  $A=4$  см. Определить полную энергию  $E$  колебаний гири, если жесткость пружины  $k=1$  кН/м.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Успажиев Р.Т.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
имени академика М. Д. Миллионщикова

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 15  
дисциплина: «Физика»

1. Закон Брюстера.
2. Механические гармонические колебания. Гармонический осциллятор. Пружинный, физический и математический маятники.
3. Задача. Кольца Ньютона наблюдаются с помощью двух одинаковых плосковыпуклых линз радиусом кривизны  $R = 1$  м, сложенных вплотную выпуклыми поверхностями, так что плоские поверхности линз параллельны. Определить радиус  $r_2$  второго светлого кольца, наблюдаемого в отраженном свете ( $\lambda = 660$  нм) при нормальном падении света на поверхность верхней линзы.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Успажиев Р.Т.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
имени академика М. Д. Миллионщикова

Экзаменационный билет № 16  
дисциплина: «Физика»

1. Закон Стефана -Больцмана.
2. Гармонические колебания и их характеристика. Дифференциальное уравнение гармонических колебаний.
3. Задача. На дифракционную решетку, содержащую  $n = 100$  штрихов на 1 мм, падает нормально монохроматический свет. Зрительная труба спектрометра наведена на максимум третьего порядка. Чтобы навести трубу на другой максимум того же порядка, ее нужно повернуть на угол  $\Delta\varphi = 20^\circ$ . Определить длину волны  $\lambda$  света.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Успажиев Р.Т.  
МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
имени академика М. Д. Миллионщикова

Экзаменационный билет № 17  
дисциплина: «Физика»

1. Правила смещения.
2. Ядерные силы.
3. Задача. Плоская звуковая волна имеет период  $T = 3$  мс, амплитуду  $A = 0.2$  мм и длину волны  $\lambda = 1.2$  м. Для точек среды, удаленных от источника колебаний на расстояние  $x = 2$  м, найти: 1) смещение  $\xi(x, t)$  в момент  $t = 7$  мс; 2) скорость  $\partial\xi(x, t)/\partial t$  и ускорение  $\partial^2\xi(x, t)/\partial t^2$  для того же момента времени. Начальную фазу колебаний принять равной нулю.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Успажиев Р.Т.

### Критерии оценки знаний студента на экзамене

**Оценка «отлично»** выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины и умение уверенно применять их на практике при решении конкретных задач, свободное и правильное обоснование принятых решений.

**Оценка «хорошо»** - выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и

по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач некоторые неточности, которые может устранить с помощью дополнительных вопросов преподавателя.

**Оценка «удовлетворительно»** - выставляется студенту, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, недостаточно правильные формулировки базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, но при этом он владеет основными разделами учебной программы, необходимыми для дальнейшего обучения и может применять полученные знания по образцу в стандартной ситуации.

**Оценка «неудовлетворительно»** - выставляется студенту, который не знает большей части основного содержания учебной программы дисциплины, допускает грубые ошибки в формулировках основных понятий дисциплины и не умеет использовать полученные знания при решении типовых практических задач.

### Комплект лабораторных работ

| № п/п | № раздела дисциплины | Наименование лаб. работ                                                      |
|-------|----------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| 1.    | 1,2.                 | 1 семестр                                                                    |
|       |                      | Обработка результатов физического эксперимента.                              |
|       |                      | Определение ускорения свободного падения с помощью математического маятника  |
|       |                      | Определение момента инерции с помощью маятника Максвелла                     |
|       |                      | Определение коэффициента внутреннего трения жидкости по методу Стокса        |
| 3.    | 3.                   | Определение отношения теплоемкостей воздуха при постоянном давлении и объеме |
|       |                      | 2 семестр                                                                    |
|       |                      | Изучение электроизмерительных приборов                                       |
|       |                      | Изучение работы электронного осциллографа                                    |

|    |    |                                                                                        |
|----|----|----------------------------------------------------------------------------------------|
|    |    | Определение работы выхода электронов из металла                                        |
|    |    | Изучение электрических свойств сегнетоэлектриков                                       |
|    |    | Определение отношения заряда электрона к его массе методом магнетрона.                 |
| 4. | 4. | 3 семестр                                                                              |
|    |    | Линзы и их погрешности                                                                 |
|    |    | Определение расстояния между щелями в опыте Юнга                                       |
|    |    | Исследование закона Малюса и прохождения поляризованного света через фазовую пластинку |
|    |    | Определение фокусных расстояний положительной и отрицательной линз методом Бесселя     |
|    |    |                                                                                        |

Критерии оценки:

– за выполнение одной лабораторной работы студент получает 4 балла.