

**Паспорт
фонда оценочных средств по учебной дисциплине
Физика**

Перечень компетенций (элементов компетенций), формируемых в результате освоения учебной дисциплины (модуля)

№ п/п	Код контролируемой компетенции	Формулировка контролируемой компетенции	Контролируемые темы учебной дисциплины	Этапы формирования (семестр изучения)
1	ОПК-1	Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности	Тема 1. Физические основы механики. Тема 2. Динамика материальной точки и поступательного движения твердого тела. Тема 3. Работа и энергия. Тема 4. Динамика движения твердого тела. Тема 5. Притяжения. Элементы теории поля. Тема 6. Элементы механики жидкостей. Тема 7. Элементы специальной теории относительности. Тема 8. Механические колебания. Тема 9. Молекулярная физика. Тема 10. Основы термодинамики. Тема 11. Реальные газы, жидкости и твердые тела. Тема 12. Основы электродинамики. Тема 13. Законы постоянного тока. Тема 14. Магнитное поле. Тема 15. Электромагнитная индукция. Тема 16. Электромагнитные колебания. Тема 17. Волновые процессы. Тема 18. Волновая оптика. Тема 19. Основы квантовой физики. Тема 20. Физика атомов и конденсированного состояния вещества. Тема 21. Основы физики твердого тела. Тема 22. Физика атомного ядра.	2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 3 3 3 3 4 4 4 4 4

**Показатели и критерии оценивания компетенций,
описание шкал оценивания**

№ п/п	Код контролируемой компетенции	Показатель оценивания (знания, умения, навыки)	Контролируемые темы учебной дисциплины	Наименование оценочного средства
1	ОПК-1	<p>знать: способы применения естественнонаучных и общеинженерных знаний, методов математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности</p> <p>уметь: применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности</p> <p>владеть навыками: применения естественнонаучных и общеинженерных знаний, методов математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности</p>	<p>Тема 1. Тема 2. Тема 3. Тема 4. Тема 5. Тема 6. Тема 7. Тема 8. Тема 9. Тема 10. Тема 11. Тема 12. Тема 13. Тема 14. Тема 15. Тема 16. Тема 17. Тема 18. Тема 19. Тема 20. Тема 21. Тема 22.</p>	<p>опрос теоретического материала, контрольная работа, выполнение лабораторных работ</p>

**Фонды оценочных средств по дисциплине
«Физика»**

Опрос теоретического материала (второй семестр)

Тема 1. Физические основы механики.

1. Что изучает механика? Чем различаются классическая, релятивистская и квантовая механики?
2. Какие вопросы изучаются в кинематике?
3. Что такое траектория движения?
4. Что называют вектором перемещения?
5. Сформулируйте определение ускорения. Какой физический смысл имеют тангенциальная и нормальная составляющие вектора ускорения?
6. Что называют преобразованиями Галилея?

Тема 2. Динамика материальной точки и поступательного движения твердого тела.

1. Как в классической механике записывается закон сложения скоростей?
2. Что такое инерциальные системы отсчета? Укажите примеры систем, которые могут быть приняты за инерциальные.
3. Приведите несколько формулировок второго закона Ньютона. Что называют уравнением движения?
4. Сформулируйте закон сохранения импульса. Для каких систем он справедлив?
5. Что такое центр масс?

Тема 3. Работа и энергия.

1. Приведите определение энергии и работы и объясните связь между ними.
2. Что называют кинетической и потенциальной энергией? Каковы особенности этих видов энергии?
3. Сформулируйте закон сохранения механической энергии. В каких случаях полная механическая энергия системы не сохраняется?
4. Какие виды ударов шаров известны вам? В каких случаях не выполняется закон сохранения механической энергии?
5. Сформулируйте принцип относительности в классической механике.

Тема 4. Динамика движения твердого тела.

1. Дайте определение абсолютно твердого тела. Сколько степеней свободы имеет абсолютно твердое тело, вращающееся вокруг неподвижной оси?
2. Что такое угловая скорость и угловое ускорение? Какова связь между ними? Какова связь между угловой скоростью, угловым ускорением и линейной скоростью?
3. Как записывается выражение для работы и для кинетической энергии тела при вращательном движении?
4. Что такое момент инерции материальной точки и тела относительно оси вращения?

5. Сформулируйте уравнение моментов и сравните это уравнение со вторым законом Ньютона для материальной точки.

6. Что такое момент импульса материальной точки и тела относительно оси вращения? Сформулируйте закон сохранения момента импульса.

7. Что такое гироскоп? В чем проявляются особенности движения гироскопа?

Тема 5. Притяжения. Элементы теории поля.

1. Какие системы отсчета называют неинерциальными? Приведите примеры.

2. Что такое силы инерции и для чего их вводят? Приведите примеры.

3. В каких случаях следует использовать кориолисову силу инерции?

4. Как вы понимаете, что такое вес?

5. Что такое невесомость и в каких случаях она возникает?

6. Что такое перегрузки и в каких случаях они возникают?

Тема 6. Элементы механики жидкостей.

1. Какие вопросы рассматриваются в гидро- и аэродинамике?

2. Разъясните следующие понятия: стационарное течение жидкости, линии тока, трубка тока. В чем заключается условие неразрывности струи?

3. Сформулируйте уравнение Бернулли. Что такое идеальная жидкость и чем она отличается от реальной жидкости?

4. В чем заключается явление внутреннего трения (вязкости)?

5. Запишите формулу Пуазейля. Какие явления природы могут быть количественно объяснены с использованием этой формулы? В каких областях возможно ее применение?

6. Как выражается закон Стокса? Чем отличается движение тела в идеальной жидкости от движения тела в вязкой жидкости?

7. Какое течение жидкости (газа) называют ламинарным? турбулентным? Как можно теоретически оценить возможный характер течения жидкости (газа)?

8. Что называют числом Рейнольдса и какую роль оно играет в гидро- и аэродинамике? Объясните смысл утверждения «число Рейнольдса является критерием подобия».

Тема 7. Элементы специальной теории относительности.

1. В чем суть постулата специальной теории относительности, связанного с принципом относительности?

2. Сформулируйте преобразования Лоренца. При каких условиях из них следуют преобразования Галилея?

3. Как связаны скорости тела в двух инерциальных системах отсчета? Сравните эти формулы с формулами сложения скоростей в классической механике.

4. От чего зависит длительность определенного события?

5. От чего и как зависит размер конкретного тела?

6. Как зависит импульс тела от массы и скорости в СТО?

7. Как связаны энергия тела и его импульс?

Тема 8. Механические колебания.

1. Что называют колебаниями? Приведите примеры механических колебаний.

2. Что такое свободные (собственные) колебания? При каких условиях эти

колебания являются незатухающими? затухающими? Запишите дифференциальное уравнение свободных колебаний.

3. Дайте определения частоты, периода, круговой частоты и фазы колебаний и укажите связь между ними.

4. Поясните, как получают выражения для кинетической и потенциальной энергии при гармоническом колебании.

5. Что называют вынужденными колебаниями? При каких условиях возникает резонанс?

6. Дайте определение автоколебаниям. Чем автоколебания похожи и чем отличаются от вынужденных колебаний?

Тема 9. Молекулярная физика.

1. Что такое молекулярно-кинетический (статистический) метод? термодинамический?

2. Опишите простейшую модель вещества – идеальный газ.

3. Что называют уравнением состояния? Запишите уравнение Менделеева – Клапейрона.

4. Между какими величинами устанавливает связь основное уравнение молекулярно-кинетической теории газов?

5. Объясните физический смысл распределения Максвелла.

6. От чего зависит число соударений между молекулами в единицу времени? Что такое средняя длина свободного пробега молекул и от чего она зависит?

7. Объясните физический смысл распределения Больцмана. Как связаны это распределение и барометрическая формула?

8. Что в физике относят к явлениям переноса? Приведите примеры.

9. Из каких предположений получают общее уравнение переноса? Как оно записывается?

10. Каков механизм диффузии газов? От каких факторов зависит диффузия?

11. Запишите уравнение Фика. Что называют коэффициентом диффузии и от чего он зависит для газов?

12. Каков механизм внутреннего трения (вязкости) газов? От каких факторов зависит внутреннее трение?

13. Запишите уравнение Ньютона. Что называют коэффициентом внутреннего трения и от чего он зависит для газов?

14. Каков механизм теплопроводности газов? От каких факторов зависит теплопроводность?

15. Запишите уравнение Фурье. Что называют коэффициентом теплопроводности и от чего он зависит для газов?

16. Объясните особенность зависимости коэффициентов вязкости и теплопроводности от давления для газов.

Тема 10. Основы термодинамики.

1. Сформулируйте первый закон термодинамики. Что называют внутренней энергией?

2. Дайте определение теплоемкости тела и удельной теплоемкости вещества. Как теплоемкость различается в зависимости от процесса?

3. Что такое энтропия? Какая связь энтропии со вторым началом

термодинамики? Укажите связь энтропии с термодинамической вероятностью.

4. Что называют термодинамическими потенциалами? Приведите примеры термодинамических потенциалов и укажите возможности их применения.

Тема 11. Реальные газы, жидкости и твердые тела.

1. Как силы межмолекулярного взаимодействия зависят от расстояния между молекулами?

2. Сформулируйте уравнение Ван-дер-Ваальса.

3. Каков смысл постоянных Ван-дер-Ваальса? Что такое внутреннее давление? Какое значение принимают эти постоянные для идеального газа?

4. Объясните различие опытных изотерм реального газа и изотерм, соответствующих уравнению Ван-дер-Ваальса.

5. В чем заключаются особенности явлений переноса в жидкостях? Что общего и в чем различие этих явлений в жидкостях и газах?

6. Что называют поверхностным натяжением?

7. В чем суть смачивания и несмачивания? Когда возникают эти явления?

8. В каких случаях вблизи границы жидкость–газ возникает дополнительное давление? Как вычислить это давление?

9. Укажите примеры капиллярных явлений.

10. Что является характерным признаком твердого тела? На какие две разновидности можно подразделить твердые тела? Какие тела являются жидкими кристаллами?

11. Сформулируйте закон Дюлонга и Пти.

12. При каких условиях возникает критическое состояние вещества и в чем оно проявляется?

Опрос теоретического материала (третий семестр)

Тема 12. Основы электродинамики.

1. Чем различаются понятия «электростатическое поле» и «электрическое поле»?

2. Что такое напряженность электрического поля? Как графически представить распределение напряженности в разных точках электрического поля?

3. Дайте определения потенциала и разности потенциалов. Как графически представить распределение потенциала в разных точках электрического поля?

4. Выразите в интегральной и дифференциальной формах связь между напряженностью электрического поля и потенциалом (разностью потенциалов).

5. Сформулируйте теорему Гаусса для потока вектора напряженности электрического поля и поясните возможные ее применения.

6. Что такое электрический диполь? Изобразите линии напряженности и эквипотенциальные поверхности (линии) для электрического поля диполя.

7. Назовите три класса диэлектриков и соответствующие им виды поляризации. Что такое вектор поляризации?

8. В чем целесообразность введения понятия «вектор электрического смещения»?

9. Какие вещества называют проводниками? В чем особенность распределения зарядов на поверхности проводников?

10. Какие примеры свидетельствуют о том, что электрическое поле обладает энергией? Что такое объемная плотность энергии?

Тема 13. Законы постоянного тока.

1. Что называют электрическим током?
2. Дайте определение силы тока и плотности тока; назовите их единицы.
3. Что называется сопротивлением проводника?
4. Как зависит сопротивление проводника от его геометрических размеров, материала и температуры?
5. Что называется напряжением, э.д.с. и разностью потенциалов и какова связь между ними?
6. Сформулируйте закон Ома для однородного и неоднородного участков цепи и для замкнутой цепи.
7. Напишите, чему равно сопротивление участка цепи при последовательном и параллельном соединениях проводников.
8. Для чего предназначены и как подключаются шунт и дополнительное сопротивление?
9. Сформулируйте правила Кирхгофа.
10. Напишите формулы для расчета работы и мощности тока.
11. Сформулируйте закон Джоуля – Ленца.
12. Что называется газовым разрядом?
13. Назовите виды газовых разрядов.
14. Что называется потенциалом ионизации?
15. Какие материалы относят к проводникам, полупроводникам и диэлектрикам?
16. Изложите основные представления зонной теории и объясните в ее рамках собственную и примесную электропроводности полупроводников.
17. Объясните свойство электронно-дырочного перехода. Какие электронные устройства основаны на использовании этих свойств?
18. Что называют электролитической диссоциацией? Какова ее роль в электропроводности электролитов? Что называют подвижностью ионов?
19. Сформулируйте законы электролиза.
20. Какое состояние вещества называют плазмой?
21. Дайте определение работы выхода электронов из металлов.
22. Когда возникает контактная разность потенциалов и как она проявляется?
23. Объясните некоторые термоэлектрические явления.

Тема 14. Магнитное поле.

1. Объясните принципиальное отличие магнитного поля от электростатического.
2. Дайте определения магнитной индукции и магнитного потока. В каких единицах они выражаются?
3. Сформулируйте закон Ампера. От чего зависит сила Лоренца?
4. От чего зависит энергия контура, помещенного в магнитное поле?
5. Напряженность магнитного поля. Укажите связь между напряженностью магнитного поля и магнитной индукцией.
6. Запишите закон Био – Савара – Лапласа для напряженности и для

магнитной индукции. Сформулируйте закон полного тока.

7. Объясните природу парамагнетизма.
8. Объясните природу диамагнетизма.
9. Перечислите особенности намагничивания ферромагнетиков.

Тема 15. Электромагнитная индукция.

1. В чем заключается явление электромагнитной индукции?
2. Сформулируйте и запишите основной закон электромагнитной индукции (закон Фарадея).
3. Объясните правило Ленца.
4. От чего зависит величина электрического заряда, индуцированного в проводящем контуре?
5. Что называют взаимной индукцией? Приведите примеры использования этого явления в технике.
6. Что такое самоиндукция? Какую характеристику контура называют индуктивностью?
7. Какие факты свидетельствуют о том, что магнитное поле тока обладает энергией?
8. Напишите выражение для объемной плотности энергии магнитного поля и сравните его с аналогичным выражением для электрического поля.

Тема 16. Электромагнитные колебания.

1. Дайте определение электромагнитным колебаниям и укажите примеры.
2. Что называют свободными (собственными) колебаниями?
3. На основании какого закона и как составляются дифференциальные уравнения незатухающих и затухающих электромагнитных колебаний?
4. Что называют переменным током?
5. Объясните, что называют индуктивным сопротивлением и емкостным сопротивлением и от каких факторов они зависят.
6. Что называют полным сопротивлением? Как зависит полное сопротивление от омического сопротивления, индуктивности и электроемкости, если резистор, катушка индуктивности и конденсатор последовательно соединены в цепи?
7. При каких условиях возникает резонанс напряжений?
8. Укажите формулу для расчета мощности переменного тока.
9. Что называют действующими (эффективными) значениями силы тока и напряжения?

Опрос теоретического материала (четвертый семестр)

Тема 17. Волновые процессы

1. Запишите уравнение механической волны и определите величины, которые в него входят.
2. Что называют волновым уравнением? Какая связь существует между волновым уравнением и уравнением волны?
3. Дайте определение потока энергии волны и назовите его единицы.
4. Какое явление называют интерференцией волн? При каких условиях имеет место наибольшее усиление интерферирующих волн? Наибольшее их ослабление?

5. Как может возникнуть стоячая волна? Приведите примеры.
6. Что называют звуком? Какие имеются виды звуков?
7. Как устанавливаются шкалы уровней интенсивности звука и звукового давления?
8. Объясните суть эффекта Доплера для механических волн.
9. Сформулируйте основные положения, лежащие в основе теории Максвелла.
10. Что называют током смещения, от чего он зависит и какой опыт подтверждает наличие магнитного поля тока смещения?
11. Запишите первое и второе уравнения Максвелла.
12. Покажите, каким образом из уравнений Максвелла можно получить волновое уравнение.
13. Запишите уравнения плоской электромагнитной волны.
14. Что называют объемной плотностью энергии электромагнитного поля и от чего она зависит?
15. Каков физический смысл вектора Пойнтинга и от чего он зависит? Разъясните, что общего у вектора Пойнтинга и интенсивности электромагнитной волны и чем они различаются?
16. Что называют вектором плотности импульса электромагнитного поля и от чего он зависит?
17. Запишите математическое выражение теоремы Пойнтинга и поясните физический смысл.

Тема 18. Волновая оптика.

1. Дайте определение интерференции света. Чем отличается интерференция от простого сложения световых волн?
2. Что такое когерентные источники света, когерентные волны?
3. Что называют оптической разностью хода? Как оптическая разность хода связана с разностью фаз интерферирующих волн?
4. Сформулируйте условие наибольшего усиления (максимум) и наибольшего ослабления (минимум) волн.
5. Чем отличаются интерференционные картины, полученные на тонкой пленке в монохроматическом и белом свете?
6. В каком свете (отраженном или проходящем) более отчетливо видна интерференция в тонкой пленке?
7. В чем заключается явление дифракции света?
8. Сформулируйте принцип Гюйгенса – Френеля. Какое отношение имеет этот принцип к объяснению дифракции света?
9. Что называют зонами Френеля? С какой целью разбивают волновую поверхность (фронт волны) на эти зоны?
10. Какая дифракционная картина возникает при попадании плоскопараллельного светового пучка на узкую длинную щель, расположенную в плоской непрозрачной преграде? Укажите соответствующие формулы.
11. Поясните на конкретном примере роль соотношения длины волны и размеров неоднородностей для возможности наблюдения дифракции.
12. Объясните дифракцию света на дифракционной решетке. Укажите формулы для главных максимумов и добавочных минимумов. Какова роль минимума от одной щели в формировании дифракционной картины от

дифракционной решетки?

13. Что называют дифракционным спектром? Для чего вводятся такие характеристики, как угловая дисперсия и разрешающая способность?

14. Объясните пример с дифракцией сферической волны на круглом отверстии.

15. Что называют зонной пластинкой?

16. Каковы физические основы формирования голограммы и восстановления изображения на ее основе?

17. Что такое плоскополяризованная волна (плоскополяризованный свет)? Что такое плоскость поляризации?

18. Чем естественный свет отличается от плоскополяризованного?

19. Что называют поляризатором и анализатором?

20. Сформулируйте закон Малюса.

21. Запишите выражение для закона Брюстера и объясните его смысл.

22. Объясните явление двойного лучепреломления. Какой луч называют обыкновенным и какой необыкновенным?

23. Как осуществить интерференцию поляризованного света? Как возникает эллиптическая поляризация?

24. Объясните эффект Керра.

25. В чем заключается явление вращения плоскости поляризации?

26. Сформулируйте определение геометрической оптики. Поясните, почему геометрическую оптику следует рассматривать как предельный случай волновой оптики?

27. При каких предположениях справедлива формула тонкой линзы?

28. Покажите, как построить изображение предмета по известным расположениям кардинальных точек.

29. Что называют волоконной оптикой? На чем основано функционирование волоконно-оптических систем?

30. Что называют дисперсией света? Что является количественной мерой дисперсии?

31. Как теоретически объясняется дисперсия?

32. В чем различие фазовой и групповой скорости света? В каком случае эти скорости одинаковы?

33. Сформулируйте закон Бугера. Выведите закон Бугера–Ламберта–Бера.

34. Какую зависимость называют спектром поглощения?

35. При поглощении и при рассеянии происходит ослабление падающего на тело светового потока. В чем различие этих явлений?

36. Чем комбинационное рассеяние отличается от обычного рассеяния света?

37. Чем отличаются явление Тиндаля и молекулярное рассеяние?

38. Сформулируйте закон Рэлея для рассеяния света.

39. Между какими величинами устанавливается связь в формулах Френеля?

Тема 19. Основы квантовой физики.

1. Что называют тепловым излучением тел? Каким телам присуще такое излучение?

2. Дайте определение таких физических характеристик, как поток излучения, энергетическая светимость, спектральная плотность энергетической светимости и

коэффициент поглощения.

3. Дайте определение черного тела и объясните, что является моделью этого тела. Какие тела называют серыми?

4. Сформулируйте закон Кирхгофа. Попытайтесь объяснить с позиций атомной физики один из выводов закона Кирхгофа: если тело не поглощает какие-либо электромагнитные волны, то оно их не может и излучить.

5. Проанализируйте формулу Планка. Какая гипотеза была выдвинута Планком для вывода этой формулы?

6. Сформулируйте закон Стефана–Больцмана. Как может быть получен этот закон из формулы Планка?

7. Сформулируйте закон смещения Вина. Как может быть получен этот закон из формулы Планка?

8. Чем различаются спектры излучения Солнца, полученные за пределами земной атмосферы и на поверхности Земли?

9. Дайте определение таких физических характеристик, как световой поток, светимость, яркость и освещенность.

10. Как можно доказать волновые свойства электрона и других элементарных частиц?

11. Благодаря чему разрешающая способность электронного микроскопа выше, чем у оптического?

12. Поясните физический смысл волновой функции.

13. Что такое потенциальная яма?

14. Какую информацию дают решения уравнения Шрёдингера?

15. Сформулируйте постулаты теории Бора.

16. В какой последовательности заполняются электронные энергетические уровни атомов?

Тема 20. Физика атомов и конденсированного состояния вещества.

1. Чем отличаются спектры поглощения атомов и молекул?

2. Чем отличается фотолюминесценция от рассеяния света?

3. Чем отличаются спонтанное и индуцированное излучения?

4. Что такое инверсная населенность уровней и как ее получают, например, в гелий-неоновом лазере?

5. Назовите основные свойства лазерного излучения.

6. Какие новые возможности открывает использование лазерного излучения?

7. Что такое эффект Зеемана?

8. Объясните, почему экран телевизора может быть источником рентгеновского излучения.

9. На какие параметры рентгеновского излучения влияют напряжение и ток накала в рентгеновской трубке?

10. Объясните механизмы возникновения тормозного и характеристического рентгеновского излучений.

11. Почему спектр тормозного рентгеновского излучения непрерывный, а характеристического – линейчатый?

Тема 21. Основы физики твердого тела.

1. Объясните различие в электрических свойствах металлов, диэлектриков и

полупроводников с точки зрения зонной теории твердого тела.

2. Объясните различие между диэлектриками и полупроводниками с точки зрения зонной теории твердого тела.

3. Объясните различие между металлами и диэлектриками с точки зрения зонной теории твердого тела.

4. Объясните механизм дырочной проводимости собственных полупроводников.

5. В чистый кремний введена небольшая примесь бора. Пользуясь Периодической системой элементов, определите и объясните тип проводимости примесного кремния.

6. Пользуясь Периодической системой элементов, объясните, какой проводимостью будет обладать германий, если в него ввести небольшую примесь: 1) алюминия; 2) фосфора.

7. Объясните с помощью зонной теории механизмы собственной и примесной фотопроводимости.

8. Объясните на основе зонной теории контакт двух металлов с различными работами выхода.

9. Чем объясняется возникновение при контакте двух металлов: 1) внешней контактной разности потенциалов? 2) внутренней контактной разности потенциалов?

10. Используя зонную схему, объясните механизм физических процессов, происходящих в p–n переходе.

11. Какое направление (и почему) в p–n переходе является для тока пропускным, если внешнее и контактное поля: 1) противоположны по направлению; 2) совпадают по направлению?

12. Объясните, в каком направлении, не могут проходить через запирающий слой контакта полупроводников n- и p-типа: 1) свободные электроны; 2) дырки.

13. Объясните механизм односторонней (вентильной) проводимости p–n-перехода.

14. Объясните принцип устройства и действия полупроводникового триода (транзистора). Сравните работу транзистора и лампового триода.

Тема 22. Физика атомного ядра.

1. Опишите планетарную модель атома.

2. В чем недостаток планетарной модели?

3. Сформулируйте постулаты Бора.

4. Напишите формулу для полной энергии атома водорода.

5. Напишите формулу для угловой скорости вращения электрона по стационарной орбите.

6. Получите формулу для радиуса стационарной орбиты.

7. Что называется квантовым числом?

8. Напишите формулу для расчета длины волны в видимой области спектра атома водорода.

9. Объясните физический смысл постоянной Ридберга.

10. Какие типы излучения испускают радиоактивные вещества?

11. Какие виды радиоактивного распада сопровождаются γ -излучением и почему?

12. Почему спектр энергий α -излучения дискретный, а β -излучения непрерывный?
13. Что такое постоянная распада λ и период полураспада T ? Как эти величины связаны между собой?
14. В чем заключается эффект Мёссбауэра?
15. Объясните, почему при β -распаде из ядра атома вылетают электроны?
16. Какие величины используются для количественной оценки взаимодействия ионизирующего излучения с веществом?
17. Объясните, почему плотность ядерного вещества примерно одинакова для всех ядер.
18. Охарактеризуйте свойства и особенности сил, действующих между составляющими ядро нуклонами.
19. Объясните, почему радиоактивные свойства элементов обусловлены только структурой их ядер.
20. Объясните, почему треки α -частиц представляют сплошную толстую линию, а треки β -частиц – тонкую пунктирную линию.
21. Под действием каких частиц – нейтронов или α -частиц – ядерные реакции осуществляются более эффективно? Объясните ответ.
22. Объясните, почему деление тяжелых ядер должно сопровождаться выделением большого количества энергии.
23. Объясните, почему для протекания термоядерной реакции необходимы очень высокие температуры.
24. Дайте определение и объясните происхождение первичного и вторичного космического излучения.
25. Перечислите основные свойства нейтрино и антинейтрино и объясните, чем по современным представлениям они отличаются друг от друга.
26. Назовите элементарную частицу, обладающую наименьшей массой. Чему равно зарядовое число этой частицы?

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству собеседование (устный или письменный опрос)

Шкала оценивания	Критерий оценивания
отлично (5)	Дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показана совокупность осознанных знаний об объекте, проявляющаяся в свободном оперировании понятиями, умении выделить существенные и несущественные его признаки, причинно-следственные связи. Студент может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры не только из учебника, но и самостоятельно составленные. Ответ формулируется в терминах науки, изложен литературным языком, логичен, доказателен, демонстрирует авторскую позицию студента.
хорошо (4)	Дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показана совокупность осознанных знаний об объекте, доказательно раскрыты основные положения темы; в ответе прослеживается четкая структура, логическая последовательность, отражающая сущность раскрываемых понятий, теорий, явлений. Ответ изложен литературным языком в терминах науки. Могут быть допущены недочеты в определении понятий, исправленные студентом самостоятельно в процессе ответа.
удовлетворительно (3)	Студент обнаруживает знание и понимание основных положений данной темы, но излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий или формулировке правил; не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести свои примеры; излагает материал непоследовательно и допускает ошибки в оформлении излагаемого.
неудовлетворительно (2)	Ответ представляет собой разрозненные знания по теме вопроса с существенными ошибками в определениях. Присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения. Студент не осознает связь данного понятия, теории, явления с другими объектами дисциплины. Отсутствуют выводы, конкретизация и доказательность изложения. Речь неграмотная. Дополнительные и уточняющие вопросы преподавателя не приводят к коррекции ответа студента не только на поставленный вопрос, но и на другие вопросы дисциплины.

Практические занятия (второй семестр)

Тема 1. Физические основы механики.

1. Кинематические уравнения движения двух материальных точек имеют вид $x_1 = A_1 + B_1 t + C_1 t^2$ и $x_2 = A_2 + B_2 t + C_2 t^2$, где $B_1 = B_2$, $C_1 = -2 \text{ м/с}^2$, $C_2 = 1 \text{ м/с}^2$. Определите момент времени, для которого скорости этих точек будут равны и ускорения для этого момента.

2. Пешеход часть пути прошел со скоростью 3 км/ч, затратив на это $2/3$ времени своего движения. За оставшуюся треть времени он прошел остальной путь со скоростью 6 км/ч. Какова средняя скорость на всем пути?

3. Движение точки описывается уравнением: $s = 2t - 10t^2 + 8$. Найти скорость и ускорение точки в момент времени 4 с. Построить график скорости и ускорения.

4. Тело падает с высоты 1 км с нулевой начальной скоростью. Пренебрегая сопротивлением воздуха, определите, какое время понадобится телу для прохождения первых 10 м своего пути и последних 10 м своего пути.

5. Точка движется по окружности радиусом 4 м. Закон ее движения выражается уравнением $s = A + Bt^2$, где $A = 8 \text{ м}$, $B = -2 \text{ м/с}^2$. Определить момент времени, когда нормальное ускорение точки равно 9 м/с^2 . Найти скорость, тангенциальное и полное ускорения точки в тот же момент времени.

6. Точка движется по кривой с постоянным тангенциальным ускорением $0,5 \text{ м/с}^2$. Определить полное ускорение точки на участке кривой с радиусом кривизны 3 м, если точка движется на этом участке со скоростью 2 м/с.

7. Диск радиусом 20 см вращается согласно уравнению: $\varphi = A + Bt + Ct^3$, где $A = 3 \text{ рад}$; $B = -1 \text{ рад/с}$; $C = 0,1 \text{ рад/с}^3$. Определить тангенциальное, нормальное и полное ускорения точек на окружности диска в конце 10 с вращения.

8. С вышки бросили камень в горизонтальном направлении. Через 2 с камень упал на землю на расстоянии 40 м от основания вышки. Определить начальную и конечную скорости камня.

9. Тело брошено под углом к горизонту с начальной скоростью 10 м/с. Найти скорость тела в момент, когда оно оказалось на высоте 3 м.

Тема 2. Динамика материальной точки и поступательного движения твердого тела.

1. С какой силой нужно действовать на тело массы 5 кг, чтобы оно падало вертикально вниз с ускорением 15 м/с^2 ?

2. Трамвай, трогаясь с места, движется с ускорением $0,5 \text{ м/с}^2$. Через 12 с после начала движения мотор выключается и трамвай движется до остановки. Коэффициент трения на всем пути 0,01. Найти наибольшую скорость и время движения трамвая. Каково его ускорение при равнозамедленном движении? Какое расстояние пройдет трамвай за время движения?

3. Мотоциклист едет по горизонтальной дороге со скоростью 72 км/ч, делая поворот радиусом 100 м. На какой угол при этом он должен, наклониться, чтобы не упасть при повороте?

4. 26. Камень, привязанный к веревке длиной 50 см, равномерно вращается в вертикальной плоскости. При какой частоте вращения веревка разорвется, если известно, что она разрывается при силе натяжения, равной десятикратной силе

тяжести, действующей на камень?

5. Найти ускорение тела, соскальзывающего с наклонной плоскости, образующей с горизонтом угол 30° . Коэффициент трения между телом и плоскостью 0,3.

6. К вертикальной проволоке длиной 5 м и площадью поперечного сечения 2 мм^2 подвешен груз массой 5,1 кг. В результате проволока удлинилась на 0,6 мм. Найти модуль Юнга материала проволоки.

7. Лодка массой 150 кг и длиной 2,8 м неподвижна в стоячей воде. Рыбак массой 90 кг в лодке переходит с носа на корму. Пренебрегая сопротивлением воды, определите, на какое расстояние при этом сдвинется лодка.

Тема 3. Работа и энергия.

1. Мяч радиусом 10 см плавает в воде так, что его центр масс находится на 9 см выше поверхности воды. Какую работу надо совершить, чтобы погрузить мяч в воду до диаметральной плоскости?

2. Автомобиль массой 2 т движется в гору с уклоном 4 м на каждые 100 м пути. Коэффициент трения 0,08. Найти работу, совершаемую двигателем автомобиля на пути 3 км, и мощность N , развиваемую двигателем, если известно, что путь 3 км был пройден за 4 мин.

3. Найти работу A , которую надо совершить, чтобы сжать пружину на 20 см, если известно, что сила пропорциональна сжатию и жесткость пружины 2,94 кН/м.

4. Два алюминиевых шарика плотностью $\rho = 2,7 \text{ г/см}^3$ радиусами 3 см и 5 см соприкасаются друг с другом. Определите потенциальную энергию их гравитационного взаимодействия.

5. Тело скользит сначала по наклонной плоскости, составляющей угол 8° с горизонтом, а затем по горизонтальной поверхности. Найти коэффициент трения на всем пути, если известно, что тело проходит по горизонтальной поверхности то же расстояние, что и по наклонной плоскости.

6. Стержень из стали длиной 2 м и площадью поперечного сечения 2 см^2 растягивается некоторой силой, при этом удлинение 0,4 см. Вычислить потенциальную энергию растянутого стержня и объемную плотность энергии.

7. Пуля массой 15 г, летящая с горизонтальной скоростью 0,5 км/с, попадает в баллистический маятник массой 6 кг и застревает в нем. Определите высоту, на которую поднимется маятник, оттолкнувшись после удара.

Тема 4. Динамика движения твердого тела.

1. Маховик, момент инерции которого $63,6 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$, вращается с угловой скоростью 31,4 рад/с. Найти момент сил торможения, под действием которого маховик останавливается через время 20 с. Маховик считать однородным диском.

2. Однородный стержень длиной 1 м и массой 0,5 кг вращается в вертикальной плоскости вокруг горизонтальной оси, проходящей через середину стержня. С каким угловым ускорением вращается стержень, если на него действует момент сил $98,1 \text{ мН} \cdot \text{м}$?

3. Диск массой 2 кг катится без скольжения по горизонтальной плоскости со скоростью 4 м/с. Найти кинетическую энергию диска.

4. Колесо, вращаясь равно замедленно, уменьшило за время 1 мин частоту вращения от 300 об/мин до 180 об/мин. Момент инерции колеса $2 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$. Найти угловое ускорение колеса, момент сил торможения, работу сил торможения и число оборотов, сделанных колесом за 1 мин.

5. Карандаш длиной 15 см, поставленный вертикально, падает на стол. Какую угловую скорость и линейную скорость будут иметь в конце падения середина и верхний конец карандаша?

6. Человек, стоящий на скамье Жуковского, держит в руках стержень длиной 2,5 м и массой 8 кг, расположенный вертикально вдоль оси вращения скамейки. Эта система (скамья и человек) обладает моментом инерции $10 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$ и вращается с частотой 12 мин^{-1} . Определите частоту вращения системы, если стержень повернуть в горизонтальное положение.

Тема 5. Притяжения. Элементы теории поля.

1. Найти нормальное ускорение, с которым движется по круговой орбите искусственный спутник Земли, находящийся на высоте 200 км от поверхности Земли.

2. Искусственный спутник Луны движется по круговой орбите на высоте 20 км от поверхности Луны. Найти линейную скорость движения этого спутника, период обращения.

3. На какой высоте от поверхности Земли ускорение свободного падения 1 м/с^2 ?

4. Определите высоту, на которой ускорение свободного падения составляет 25% от ускорения свободного падения на поверхности Земли.

5. Период обращения искусственного спутника Земли составляет 3 ч. Считая его орбиту круговой, определите, на какой высоте от поверхности Земли находится спутник.

Тема 6. Элементы механики жидкостей.

1. Определите радиус капли спирта, вытекающей из узкой вертикальной трубки радиусом 1 мм. Считать, что в момент отрыва капля сферическая. Поверхностное натяжение спирта 22 мН/м , а его плотность $0,8 \text{ г/см}^3$.

2. В капилляре диаметром 100 мкм вода поднимается на высоту 30 см. Определите поверхностное натяжение воды, если ее плотность 1 г/см^3 .

3. Стальной шарик диаметром 1 мм падает с постоянной скоростью $0,185 \text{ см/с}$ в большом сосуде, наполненном касторовым маслом. Найти динамическую вязкость касторового масла.

4. Вода течет по трубе, причем за единицу времени через поперечное сечение трубы протекает объем воды $200 \text{ см}^3/\text{с}$. Динамическая вязкость воды $0,001 \text{ Па} \cdot \text{с}$. При каком предельном значении диаметра трубы движение воды остается ламинарным?

5. Вода течет в горизонтально расположенной трубе переменного сечения. Скорость воды в широкой части трубы равна 20 см/с . Определить скорость в узкой части трубы, диаметр которой в 1,5 раза меньше диаметра широкой части.

Тема 7. Элементы специальной теории относительности.

1. Циклотрон дает пучок электронов с кинетической энергией $0,67 \text{ МэВ}$.

Какую долю скорости света составляет скорость электронов в этом пучке?

2. Определите скорость движения релятивистской частицы, если ее масса в два раза больше массы покоя.

3. Определите, какую ускоряющую разность потенциалов должен пройти электрон, чтобы его продольные размеры уменьшились в два раза.

4. Каким импульсом обладает электрон, движущийся со скоростью $4/5 c$?

5. Какой кинетической энергией обладает ранее покоившееся тело, если в результате ускорения его масса увеличилась на $2m_0$? Какова полная энергия тела? Его импульс?

6. Масса движущегося электрона в 11 раз больше его массы покоя. Определить кинетическую энергию электрона и его импульс.

7. Какую электрическую разность потенциалов должен пройти первоначально покоившийся протон, чтобы его полная энергия стала в 11 раз больше энергии покоя? Во сколько раз возрастет при этом его масса?

Тема 8. Механические колебания.

1. Тело массой 50 г совершает гармонические колебания, описываемые уравнением $x = 2,0 \cdot 10^{-2} \sin(20\pi t + \pi/2)$. Определить максимальное смещение; начальную фазу; частоту колебаний; максимальную возвращающую силу и максимальную кинетическую энергию колеблющегося тела.

2. Уравнение движения точки дано в виде $x = 2 \sin(\frac{\pi}{2}t + \frac{\pi}{4})$ см. Найти: период колебаний; максимальную скорость точки; ее максимальное ускорение.

3. Материальная точка массой 20 г совершает гармонические колебания по закону $x = 0,1 \cos(4\pi t + \frac{\pi}{4})$, м. Определите полную энергию этой точки.

4. Однородный стержень длиной 0,5 м совершает малые колебания в вертикальной плоскости около горизонтальной оси, проходящей через его верхний конец. Найти период колебаний стержня.

5. Математический маятник, состоящий из нити длиной 1 м и свинцового шарика радиусом 2 см, совершает гармонические колебания с амплитудой 6 см. Определите: скорость шарика при прохождении им положения равновесия; максимальное значение возвращающей силы. Плотность свинца $11,3 \text{ г/см}^3$.

6. Амплитуда затухающих колебаний маятника за 2 мин уменьшилась в 2 раза. Определите коэффициент затухания δ .

7. Логарифмический декремент колебаний маятника равен 0,01. Определите число полных колебаний маятника до уменьшения его амплитуды в 3 раза.

8. Амплитуда затухающих колебаний маятника за 2 мин уменьшилась в 2 раза. Определите коэффициент затухания.

Тема 9. Молекулярная физика.

1. Определите скорости молекул азота при 27°C наиболее вероятную, среднюю арифметическую и среднюю квадратичную.

2. Определите давление, оказываемое газом на стенки сосуда, если его плотность равна $0,01 \text{ кг/м}^3$, а средняя квадратичная скорость молекул газа составляет 480 м/с .

3. Средняя длина свободного пробега молекул водорода при нормальных условиях составляет 0,1 мкм. Определите среднюю длину их свободного пробега при давлении 0,1 мПа, если температура газа остается постоянной.

4. Найти среднее число столкновений в единицу времени молекул азота при давлении 53,33 кПа и температуре 27°C.

5. Коэффициент диффузии и вязкость кислорода при некоторых условиях равны $1,22 \cdot 10^{-5} \text{ м}^2/\text{с}$ и $19,5 \text{ мкПа} \cdot \text{с}$. Найти плотность кислорода, среднюю длину свободного пробега и среднюю арифметическую скорость его молекул.

6. Какое число молекул находится в комнате объемом 80 м^3 при температуре 17°C и давлении 100 кПа?

7. Два баллона вместимостью 3 л и 7 л наполнены соответственно кислородом под давлением 200 кПа и азотом под давлением 300 кПа при одинаковой температуре. В баллонах после их соединения образуется смесь газов с той же температурой. Определить давление смеси в баллонах.

8. В вертикально поставленном цилиндре под поршнем находится газ. Масса поршня равна 3 кг, его площадь 20 см^2 . На поршень нажали с силой 490 Н, и он опустился до высоты 13 см, считая от дна цилиндра. Каков был первоначальный объем газа? Атмосферное давление нормальное, температура постоянная.

9. Кислород находится при нормальных условиях. Определите коэффициент теплопроводности кислорода, если эффективный диаметр его молекул равен 0,36 нм.

Тема 10. Основы термодинамики.

1. Азот массой 10 г находится при температуре 290 К. Определите среднюю кинетическую энергию одной молекулы азота и среднюю кинетическую энергию вращательного движения всех молекул азота. Газ считать идеальным.

2. Найти отношение c_p/c_v для газовой смеси, состоящей из 8 г гелия и 16 г кислорода.

3. При изобарном расширении 80 г кислорода с температурой 300 К его объем увеличился в 1,5 раза. Определить количество теплоты, израсходованной на нагревание кислорода, работу, совершенную для его расширения, и изменение внутренней энергии газа.

4. Найти показатель адиабаты смеси водорода и неона, если массовые доли обоих газов в смеси одинаковы и равны 0,5.

5. Кислород массой 10 г находится при давлении 300 кПа и температуре 10°C. После нагревания при постоянном давлении газ занял объем 10 л. Найти количество теплоты, полученное газом, изменение внутренней энергии газа и работу, совершенную газом при расширении.

6. Азот массой 10,5 г изотермически расширяется при температуре -23°C , причем его давление изменяется 250 кПа до 100 кПа. Найти работу, совершённую газом при расширении.

7. Азот массой 280 г расширяется в результате изобарного процесса при давлении 1 МПа. Определите: работу расширения; конечный объем газа, если на расширение затрачена теплота 5 кДж, а начальная температура азота К.

8. Масса 10 г кислорода, находящегося при нормальных условиях, сжимается до объема 1,4 л. Найти давление и температуру кислорода после сжатия, если кислород сжимается изотермически и адиабатически. Найти, работу сжатия в

каждом из этих случаев.

9. Идеальный газ совершает цикл Карно. Работа изотермического расширения газа равна 5 Дж. Определить работу изотермического сжатия, если термический к. п. д. цикла равен 0,2.

10. Масса 10 г кислорода нагревается от температуры 50°C до 150°C. Найти изменение энтропии, если нагревание происходит: изохорически; изобарически.

Тема 11. Реальные газы, жидкости и твердые тела.

1. Постоянные Ван-дер-Ваальса для неона равны: $0,209 \text{ м}^4 \cdot \text{Н/моль}$ и $1,7 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3/\text{моль}$. Найдите критические значения параметров состояния (температура, давление и молярный объем).

2. Некоторый газ 0,25 кмоль занимает объем 1 м^3 . При расширении газа до объема $1,2 \text{ м}^3$ была совершена работа против сил межмолекулярного притяжения, равная 1,42 кДж. Определите поправку a , входящую в уравнение Ван-дер-Ваальса.

3. Стальной шарик диаметром 1 мм падает с постоянной скоростью 0,185 см/с в большом сосуде, наполненном касторовым маслом. Найти динамическую вязкость касторового масла.

4. В сосуде вместимостью 10 л находится азот массой 0,25 кг. Определить: внутреннее давление газа: собственный объем молекул.

5. Стальной шарик плотностью 9 г/см^3 имеющий диаметр 0,8 см падает с постоянной скоростью в касторовом масле плотностью $0,96 \text{ г/см}^3$ и динамической вязкостью $0,99 \text{ Па} \cdot \text{с}$. Учитывая, что критическое значение числа Рейнольдса $Re_{кр} = 0,5$, определите характер движения масла, обусловленный падением в нем шарика.

6. По трубе течет машинное масло. Максимальная скорость при которой движение масла в этой трубе остается еще ламинарным, равна 3,2 см/с. При какой скорости движение глицерина в той же трубе переходит из ламинарного в турбулентное?

7. Используя закон Дюлонга и Пти, определите удельные теплоемкости натрия и алюминия.

8. Для нагревания металлического шарика массой 10 г от 20 до 50 °C затратили количество теплоты, равное 62,8 Дж. Пользуясь законом Дюлонга и Пти, определите материал шарика.

Практические занятия (третий семестр)

Тема 12. Основы электродинамики.

1. Расстояние между свободными зарядами 180 нКл и 720 нКл равно 60 см. Определить точку на прямой, проходящей через заряды, в которой нужно поместить третий заряд так, чтобы система зарядов находилась в равновесии. Определить величину и знак заряда. Устойчивое или неустойчивое будет равновесие?

2. Прямой металлический стержень диаметром 5 см и длиной 4 м несет равномерно распределенный по его поверхности заряд 500 нКл. Определить напряженность поля в точке, находящейся против середины стержня на расстоянии 1 см от его поверхности.

3. Две параллельные, бесконечно длинные прямые нити несут заряд, равномерно распределенный по длине с линейными плотностями $0,1 \text{ мкКл/м}$ и

0,2 мкКл/м. Определить силу взаимодействия, приходящуюся на отрезок нити длиной 1 м. Расстояние между нитями равно 10 см.

4. По тонкому кольцу радиусом 10 см равномерно распределен заряд с линейной плотностью 10 нКл/м. Определить потенциал в точке, лежащей на оси кольца, на расстоянии 5 см от центра.

5. Определите напряженность поля, создаваемого диполем с электрическим моментом 10^{-9} Кл·м на расстоянии 25 см от центра диполя в направлении, перпендикулярном оси диполя.

6. Кольцо радиусом 5 см из тонкой проволоки равномерно заряжено с линейной плотностью 14 нКл/м. Определите напряженность поля на оси, проходящей через центр кольца, в точке удаленной на расстояние 10 см от центра кольца.

7. Два шарика массой 0,1 кг каждый подвешены в одной точке на нитях длиной 20 см каждая. Получив одинаковый заряд, шарики разошлись так, что нити образовали между собой угол 60° . Найти заряд каждого шарика.

8. Тонкий длинный стержень равномерно заряжен с линейной плотностью 10 мкКл/м. Какова сила, действующая на точечный заряд 10 нКл, находящийся на расстоянии 20 см от стержня, вблизи его середины?

9. Конденсатор электроемкостью 0,6 мкФ был заряжен до разности потенциалов 300 В и соединен со вторым конденсатором электроемкостью 0,4 мкФ, заряженным до разности потенциалов 150 В. Найти заряд, перетекший с пластин первого конденсатора на второй.

10. Электроемкость батареи конденсаторов, образованной двумя последовательно соединенными конденсаторами 100 пФ, а заряд 20 нКл. Определите электроемкость второго конденсатора, а также разности потенциалов на обкладках каждого конденсатора, если емкость первого 200 пФ.

11. Электрическое поле создано заряженной сферой радиус которой 10 см и заряд 0,1 мкКл. Какова энергия поля, заключенная в объеме, ограниченном сферой и концентрической с ней сферической поверхностью, радиус которой в два раза больше радиуса сферы.

Тема 13. Законы постоянного тока.

1. Плотность тока в медном проводнике равна 3 А/мм². Найти напряженность электрического поля в проводнике.

2. Определить плотность тока, текущего по резистору длиной 5 м, если на концах его поддерживается разность потенциалов 2 В. Удельное сопротивление материала $2 \cdot 10^{-8}$ Ом·м.

3. Определите энергию, выделяющуюся в проводнике сопротивлением 10 Ом за время 5 с, если сила тока изменялась равномерно от 6 А до 10 А.

4. Источник постоянного тока с внутренним сопротивлением 0,4 Ом подсоединён к параллельно соединённым резисторам 10 Ом, 2 Ом и конденсатору ёмкости 5 мкФ. Определите э. д. с. источника, если энергия электрического поля конденсатора 10 мкДж.

5. Сопротивление вольфрамовой нити электрической лампы в накаливаемом состоянии в 10 раз больше, чем при температуре 15°C. Найти температурный коэффициент сопротивления вольфрама, если температура накала нити равна 1950°C.

6. Э. д. с. источника тока 1,5 В. Определить сопротивление нагрузки, при которой сила тока в цепи будет 0,6 А, если при коротком замыкании она равна 2,5 А.

7. Источник постоянного тока один раз подсоединяется к резистору сопротивлением 9 Ом, другой раз – 16 Ом. В первом и втором случаях количество теплоты, выделяющееся на резисторах заодно и то же время, одинаково. Определить внутреннее сопротивление источника тока.

8. При силе тока 3 А во внешней цепи батареи аккумуляторов выделяется мощность 18 Вт, при силе тока 1 А – соответственно 10 Вт. Определить э. д. с. и внутреннее сопротивление батареи.

9. Электролитическое серебрение изделия протекало при плотности тока 0,5 А/дм². Сколько времени потребуется для того, чтобы на изделии образовался слой серебра толщиной 7 мкм, если выход по току равен 85%?

10. Найдите силу тока насыщения в ионизационной камере, если ионизатор образует каждую секунду 10^9 пар ионов в 1 см³. Площадь каждого электрода 1 дм², расстояние между ними 5 см.

Тема 14. Магнитное поле.

1. По прямому бесконечно длинному проводнику течет ток силой 50 А. Определить магнитную индукцию в точке, удаленной на расстояние 5 см от проводника.

2. Сколько витков на сантиметре длины должен содержать соленоид без сердечника, чтобы индукция магнитного поля внутри него была не менее $8,2 \cdot 10^{-3}$ Тл при силе тока 4,3 А?

3. Проводник с током перемещается в однородном магнитном поле с индукцией 1,2 Тл перпендикулярно к линиям индукции на расстояние 0,25 м. Какая при этом совершается работа? Длина проводника равна 0,4 м, сила тока в нем равна 21 А.

4. По двум параллельным прямым проводам длиной 2,5 м каждый, находящимися на расстоянии 20 см друг от друга, текут одинаковые токи силой 1 кА. Вычислить силу взаимодействия между проводами.

5. Проволочный виток радиусом 5 см находится в однородном магнитном поле напряженностью 2 кА/м. Плоскость витка образует угол 60° с направлением поля. По витку течет ток 4 А. Найти механический момент, действующий на виток.

6. Определить напряженность магнитного поля, создаваемого током 6 А, текущим по проводу, согнутому в виде прямоугольника со сторонами 6 см и 30 см, в его центре.

7. Во сколько раз изменятся индуктивность и потокосцепление катушки без сердечника, если число витков в ней увеличить в два раза без изменения линейных размеров? Силу тока считать постоянной.

8. Электрон, влетающий в однородное магнитное поле под углом 60° к линиям магнитной индукции, движется по спирали диаметром 10 см с периодом обращения $6 \cdot 10^{-5}$ с. Определить скорость электрона, магнитную индукцию поля и шаг спирали.

9. Электрон движется по окружности в однородном магнитном поле напряженностью 10 кА/м. Вычислить период вращения электрона.

10. Вычислить плотность энергии магнитного поля в железном сердечнике замкнутого соленоида, если напряженность намагничивающего поля равна 1,2 кА/м.

Тема 15. Электромагнитная индукция.

1. Проволочная прямоугольная рамка со сторонами 16 см и 5 см расположена в однородном магнитном поле перпендикулярно к линиям магнитной индукции. Определить индукцию этого поля если при его исчезновении за 0,015 с в рамке наводится средняя э. д. с. $5 \cdot 10^{-3}$ В.

2. Прямой провод длиной 40 см движется в однородном магнитном поле со скоростью 5 м/с перпендикулярно линиям индукции. Разность потенциалов между концами провода 0,6 В. Вычислить индукцию магнитного поля.

3. Проволочный виток радиусом 4 см, имеющий сопротивление 0,01 Ом, находится в однородном магнитном поле с индукцией 0,04 Тл. Плоскость рамки составляет угол 30° с линиями индукции поля. Какое количество электричества протечет по витку, если магнитное поле исчезнет?

4. Индуктивность катушки без сердечника 0,02 Гн. Какое потокосцепление создается, когда по обмотке течет ток 5 А?

5. Соленоид содержит 1000 витков. Площадь сечения сердечника 10 см^2 . По обмотке течет ток, создающий поле с индукцией 1,5 Тл. Найти среднюю э. д. с. индукции, возникающей в соленоиде, если ток уменьшится до нуля за 500 мкс.

6. На длинном сердечнике сечением 1 см^2 находится намотка с плотностью витков 15 см^{-1} . Поверх намотки надета короткая катушка с числом витков 100. Вычислите взаимную индуктивность этой системы. Магнитная проницаемость материала сердечника 200.

7. Если сила тока, проходящего в соленоиде, изменяется на 50 А в секунду, то на концах обмотки соленоида возникает э. д. с. самоиндукции 0,08 В. Определить индуктивность соленоида.

8. По длинному прямолинейному проводнику течет ток 3 А. Определите, как убывает объемная плотность энергии магнитного поля с расстоянием от прямого тока. Найдите объемную плотность энергии на расстоянии 5 см от прямого тока. Среда – воздух.

Тема 16. Электромагнитные колебания.

1. Максимальное напряжение в колебательном контуре, состоящем из катушки индуктивностью 5000 см и конденсатора емкостью 12000 см, равно 1,2 В. Сопротивление ничтожно мало. Определить эффективную величину тока в контуре, максимальное значение магнитного потока, если число витков катушки 28.

2. Колебательный контур содержит соленоид длиной 5 см, площадью поперечного сечения $1,5 \text{ см}^2$, который содержит 500 витков и плоский конденсатор расстояние между пластинами которого 1,5 мм, с площадью 100 см^2 . Определите частоту собственных колебаний контура.

3. Энергия свободных незатухающих колебаний, происходящих в колебательном контуре, составляет 0,2 мДж. При медленном раздвигании пластин конденсатора частота колебаний увеличилась в 2 раза. Определите работу, совершенную против сил электрического поля.

4. В цепь переменного тока напряжением 220 В и частотой 50 Гц последовательно включены резистор сопротивлением 100 Ом, катушка индуктивностью 0,5 Гн и конденсатор электроемкостью 10 мкФ. Определите силу тока в цепи, падение напряжения на активном сопротивлении, падение напряжения

на конденсаторе, падение напряжения на катушке.

5. Колебательный контур состоит из конденсатора емкостью 3 нФ и катушки индуктивности (соленоида), намотанной вплотную из медной проволоки диаметром 0,5 мм. Длина катушки 30 см. Внутри катушки – воздух. Найдите логарифмический декремент затухания. Удельное сопротивление меди задано.

6. Цепь переменного тока состоит из последовательно соединенных катушки, конденсатора и резистора. Амплитудное значение суммарного напряжения на катушке и конденсаторе 173 В, а амплитудное значение напряжения на резисторе 100 В. Определите сдвиг фаз между силой тока и внешним напряжением.

7. Сила тока в колебательном контуре, содержащем катушку индуктивностью 0,1 Гн и конденсатор, со временем изменяется согласно уравнению $i = 0,1 \sin 200\pi t$, А. Определите: период колебаний, емкость конденсатора, максимальное напряжение на обкладках конденсатора, максимальную энергию магнитного поля, максимальную энергию электрического поля.

Практические занятия (четвёртый семестр)

Тема 17. Волновые процессы

1. Найти длину волны колебания, период которого равен 10^{-14} сек. Скорость распространения колебаний $3 \cdot 10^8$ м/с.

2. Определить длину стоячей волны и частоту колебаний вибратора, если расстояние между первым и третьим узлами равно 77,8 см, а скорость распространения колебаний составляет 342 м/с.

3. Поезд проходит со скоростью 54 км/ч мимо неподвижного приемника и подает звуковой сигнал. Приемник воспринимает скачок частотой 53 Гц. Принимая скорость звука равной 340 м/с, определите частоту тона звукового сигнала гудка поезда.

4. Длина электромагнитной волны в вакууме, на которую настроен колебательный контур, равна 12 м. Пренебрегая активным сопротивлением контура, определите максимальный заряд на обкладках конденсатора, если максимальная сила тока в контуре 1 А.

5. В вакууме вдоль оси распространяется плоская электромагнитная волна. Амплитуда напряженности электрического поля волны равна 10 В/м. Определите амплитуду напряженности магнитного поля волны.

6. На какую длину волны будет резонировать контур, состоящий из катушки индуктивностью 4 мкГн и конденсатора емкостью 1,11 нФ?

7. Индуктивность L колебательного контура равна 0,5 мГн. Какова должна быть емкость контура, чтобы он резонировал на длину волны 300 м?

Тема 18. Волновая оптика.

1. На пути световой волны, идущей в воздухе, поставили стеклянную пластинку толщиной 1 мм. На сколько изменится оптическая длина пути, если волна падает на пластинку нормально и под углом 30° .

2. В опыте Юнга расстояние между щелями равно 0,8 мм. На каком расстоянии от щелей следует расположить экран, чтобы ширина интерференционной полосы оказалась равной 2 мм?

3. На мыльную пленку, находящуюся в воздухе, падает нормально пучок

лучей белого света. При какой наименьшей толщине пленки отраженный свет с длиной волны 0,56 мкм окажется максимально усиленным в результате интерференции?

4. Установка для получения колец Ньютона освещается монохроматическим светом, падающим по нормали к поверхности пластинки. Наблюдение ведется в отраженном свете. Радиусы двух соседних темных колец 4 мм и 4,38 мм. Радиус кривизны линзы 6,4 м. Найти порядковые номера колец и длину волны падающего света.

5. Расстояние между двумя щелями в опыте Юнга 0,5 мм, длина волны падающего излучения 0,6 мкм. Определите расстояние от щелей до экрана, если ширина интерференционных полос равна 1,2 мм.

6. Дифракционная решетка, имеющая 500 штрихов на 1 мм, образует спектр на экране, отстоящем от линзы на 1 м. Определите, на каком расстоянии друг от друга будут находиться фиолетовые границы спектров второго порядка.

7. Определите угловую дисперсию дифракционной решетки для длины волны 589 нм в спектре первого порядка. Постоянная решетки $2,5 \cdot 10^{-4}$ см.

8. На пути плоской световой волны длиной 580 нм поставили диафрагму с круглым отверстием и на расстоянии 85 см от нее – экран. При каком минимальном значении радиуса отверстия центр дифракционной картины на экране имеет минимальную освещенность?

9. На щель шириной 2 мкм падает параллельный пучок монохроматического света с длиной волны 589 нм. Под какими углами будут наблюдаться дифракционные минимумы света?

10. Сколько штрихов на каждый миллиметр содержит дифракционная решетка, если при наблюдении в монохроматическом свете с длиной волны 0,6 мкм максимум пятого порядка отклонен на угол 18° ?

11. Определите радиус четвертой зоны Френеля, если радиус второй зоны Френеля для плоского волнового фронта равен 2 Мм.

12. Степень поляризации частично поляризованного света равна 0,5. Во сколько раз отличается максимальная интенсивность света, прошедшего через анализатор, от минимальной интенсивности?

13. Предельный угол полного внутреннего отражения на границе жидкости с воздухом 43° . Определить угол Брюстера для луча, падающего из воздуха на поверхность этой жидкости.

14. На николю падает пучок частично-поляризованного света. При некотором положении николя интенсивность света, прошедшего через него, стала минимальной. Когда плоскость пропускания николя повернули на угол 45° , интенсивность света возросла в 1,5 раза. Определить степень поляризации света.

Тема 19. Основы квантовой физики.

1. Энергетическая светимость черного тела 10 кВт/м^2 . Определите длину волны, соответствующую максимуму спектральной плотности энергетической светимости этого тела.

2. На какую длину волны приходится максимум излучательной способности абсолютно черного тела, имеющего температуру, равную температуре человеческого тела, т. е. 37°C .

3. При нагревании абсолютно черного тела длина волны, на которую приходится максимум спектральной плотности энергетической светимости, изменилась от 600 нм до 500 нм. Во сколько раз при этом изменилась энергетическая светимость тела?

4. Определить температуру черного тела, при которой максимум спектральной плотности энергетической светимости приходится на красную границу видимого спектра с длиной волны 750 нм, на фиолетовую с длиной волны 380 нм.

5. Энергетические светимости черного и серого тел одинаковы и равны 500 Вт/м^2 . Найдите температуры этих тел. Коэффициент поглощения серого тела 0,5.

6. Определить максимальную скорость фотоэлектронов, вылетающих из металла под действием γ -излучения с длиной волны 0,3 нм.

7. Найти максимальный импульс, передаваемый поверхности металла при вылете каждого электрона, если они вырываются из поверхности металла с работой выхода 4,5 эВ под действием фотонов с энергией 4,9 эВ.

8. Какую энергию должен иметь фотон, чтобы его масса была равна массе покоя электрона?

9. На поверхность 2 м^2 перпендикулярно ей за 1 с падает $3,87 \cdot 10^{21}$ фотонов излучения с длиной волны 0,64 мкм. Определить световое давление на зеркальную поверхность, черную поверхность и поверхность с коэффициентом отражения 0,6?

10. На идеально отражающую поверхность площадью 5 см^2 за 3 мин нормально падает монохроматический свет, энергия которого 9 Дж. Определите облученность поверхности и световое давление, оказываемое на эту поверхность.

11. Угол рассеяния рентгеновских лучей с длиной волны 5 пм равен 30° , а электроны отдачи движутся под углом 60° к направлению падающих лучей. Найти импульсы электронов отдачи и фотонов рассеянных лучей.

12. Рентгеновский фотон с энергией 0,511 МэВ рассеян на свободном электроне. Энергия рассеянного фотона 0,2 МэВ. Определить угол рассеянного фотона.

Тема 20. Физика атомов и конденсированного состояния вещества.

1. Представьте: 1) уравнение Шредингера для стационарных состояний электрона, находящегося в атоме водорода; 2) собственные значения энергии, удовлетворяющие уравнению; 3) график потенциальной энергии взаимодействия электрона с ядром; 4) возможные дискретные значения энергии на этом графике.

2. Заполненной электронной оболочке соответствует главное квантовое число $n = 3$. Найдите число электронов в этой оболочке, которые имеют одинаковые следующие квантовые числа: 1) $m_s = -1/2$; 2) $m_l = 0$; 3) $m_l = -1$, $m_s = 1/2$.

3. Запишите квантовые числа, определяющие внешний, или валентный, электрон в основном состоянии атома натрия.

4. Пользуясь Периодической системой элементов, запишите символически электронную конфигурацию атома меди в основном состоянии.

5. В атоме вольфрама электрон перешел с M -оболочки на L -оболочку. Принимая постоянную экранирования $\sigma = 5,63$, определите энергию испущенного фотона.

Тема 21. Основы физики твердого тела.

1. Объясните, как изменится энергетический спектр валентных электронов, если число образующих кристалл атомов увеличить в 3 раза.
2. Чем объясняется возникновение при контакте двух металлов: 1) внешней контактной разности потенциалов? 2) внутренней контактной разности потенциалов?
3. Объясните для контакта металл-полупроводник механизм возникновения пропускного и запирающего направлений (для тока).
4. Объясните, в каком направлении не могут проходить через запирающий слой контакта полупроводников n - и p -типа: 1) свободные электроны; 2) дырки.
5. Объясните принцип устройства и действия полупроводникового триода (транзистора). Сравните работу транзистора и лампового триода.

Тема 22. Физика атомного ядра.

1. Определите, какая энергия в электронвольтах соответствует дефекту массы $3 \cdot 10^{-20}$ мг.
2. Энергия связи ядра, состоящего из трех протонов и четырех нейтронов, равна 39,3 МэВ. Определите массу нейтрального атома, обладающего этим ядром.
3. Определите период полураспада радиоактивного изотопа, если $\frac{5}{8}$ начального количества ядер этого изотопа распалось за 849 с.
4. Первоначальная масса радиоактивного изотопа иода ${}_{53}^{131}I$ (период полураспада $T_{1/2} = 8$ сут) равна 1 г. Определите начальную активность изотопа и его активность через 3 сут.
5. Определите удельную активность (число распадов в 1 с на 1 кг вещества) изотопа ${}_{92}^{238}U$, если период его полураспада $4,5 \cdot 10^9$ лет.
6. Покоившееся ядро радона ${}_{86}^{222}Rn$ испускает α -частицу, имеющую скорость 16 Мм/с. Зная, что масса дочернего ядра составляет $3,62 \cdot 10^{-25}$ кг, определите импульс α -частицы, кинетическую энергию α -частицы, импульс отдачи дочернего ядра и кинетическую энергию отдачи дочернего ядра.
7. Определите, во сколько раз увеличится число нейтронов в цепной ядерной реакции за время 10 с, если среднее время жизни одного поколения составляет 80 мс, а коэффициент размножения нейтронов 1,002.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству практическая работа

Шкала оценивания	Критерий оценивания
отлично (5)	Студент правильно выполнил задание. Показал отличные владения навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на все дополнительные вопросы на защите.
хорошо (4)	Студент выполнил задание с небольшими неточностями. Показал хорошие владения навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов на защите.
удовлетворительно (3)	Студент выполнил задание с существенными неточностями. Показал удовлетворительное владение навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы на защите было допущено много неточностей.
неудовлетворительно (2)	При выполнении задания студент продемонстрировал недостаточный уровень владения умениями и навыками при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы на защите было допущено множество неточностей.

Лабораторные работы (второй семестр)

Лабораторная работа №1.

Тема: Изучение кинематики и динамики поступательного движения с помощью машины Атвуда.

Порядок выполнения работы:

1. Подготовить машину Атвуда к работе: надеть на блок нить с двумя закреплёнными на ней грузами и проверить, находятся ли они в равновесии.
2. Установить верхний кронштейн на определённую высоту так, чтобы он находился строго вертикально над нижним и верхним кронштейнами.
3. Нажать кнопку "СЕТЬ".
4. Привести кнопку "ПУСК" в отжатое состояние. При этом должны высветиться нули на табло миллисекундомера и зажечься лампочка обоих фотоэлектрических датчиков.
5. Выставить средний кронштейн примерно на высоту 40 см по шкале прибора.
6. Выставить правый груз так, чтобы его нижняя поверхность находилась на одном уровне с чертой верхнего кронштейна.
7. Зафиксировать выставленное положение отжатием кнопки "ПУСК".
8. Положить на груз перегрузок $m = 6,5 \text{ г}$.
9. Нажать кнопку "ПУСК". При этом система грузов должна прийти в движение.
10. Снять показания миллисекундомера и занести в таблицу 1.
11. Нажать кнопку "СБРОС" и обнулить миллисекундомер.
12. Измерения повторить не менее 5 раз с одним и тем же перегрузком массой m .
13. Измерения повторить для всех перегрузок m , имеющихся в комплекте к прибору и занести в таблицу 1.
14. Сделать все необходимые расчёты. Оценить погрешности измерений
15. Записать окончательный результат и сравнить экспериментальное значение $g_э$ с теоретическим $g_т$.

Таблица 1.

№ п/п	M	ΔM	m	Δm	S	S_0	τ	$\Delta \tau$	g	E_g	Δg
1											
2											
3											
4											
5											

Лабораторная работа №2.

Тема: Определение центра тяжести физического маятника

Порядок выполнения работы:

1. Установить маятник ножевой опорой на «подушки». Включить установку.
2. Отклонить маятник на небольшой угол и отпустить.
3. Нажать кнопку «Пуск». На экране начнется счет числа полных колебаний N .
4. При $N = 9$ нажать кнопку «Стоп» и определить время 10 полных колебаний t_1 .

5. Аналогичные измерения проделать еще 4 раза.
6. Выключить установку. Снять маятник, перевернуть его и установить на «подушки» второй ножевой опорой.
7. Провести аналогичные измерения для определения t_2 .
8. Вычислить периоды колебаний T_1 и T_2 по формуле $T = t/10$.
9. Снять маятник, положить его на треугольную призму и, добившись равновесия, измерить линейкой расстояния от центра тяжести до ножевых опор l'_1 и l'_2 , а также расстояние между точками подвеса (ножевыми опорами) l .
10. Вычислить приведенные длины физического маятника:

$$L_1 = \frac{gT_1^2}{4\pi^2}; \quad L_2 = \frac{gT_2^2}{4\pi^2}.$$

11. Вычислить координаты центра тяжести по формулам: $l_1 = \frac{l(l - L_2)}{2l - L_1 - L_2}$;
 $l_2 = l - l_1$.
 и сравнить их с l'_1 и l'_2 , т.е. найти погрешности определения l_1 и l_2 относительно истинных значений l'_1 и l'_2 :

$$\varepsilon_{l_1} = \frac{|l'_1 - l_1|}{l'_1} \cdot 100\%; \quad \varepsilon_{l_2} = \frac{|l'_2 - l_2|}{l'_2} \cdot 100\%.$$

12. Вычислить моменты инерции маятника (масса маятника указана на чечевице): $J_1 = mL_1 l'_1$; $J_2 = mL_2 l'_2$.

13. Оценить погрешности измерений. Результаты измерений и вычислений занести в таблицу:

n	t_1 , с	Δt_1 , с	ε_{t_1} , %	T_1 , с	ΔT_1 , с	ε_{T_1} , %	t_2 , с	Δt_2 , с	ε_{t_2} , %	T_2 , с	ΔT_2 , с	ε_{T_2} , %
1												
2												
3												
4												
5												
ср												

Лабораторная работа №3.

Тема: Изучение законов вращательного движения. Маятник Максвелла

Порядок выполнения работы:

1. Включить установку в сеть.
2. На маховичок наложить произвольно выбранное кольцо, прижимая его до упора.
3. На ось маятника намотать нить подвески, обращая внимание на то, чтобы она наматывалась равномерно, виток к витку.
4. Зафиксировать маятник в верхнем кронштейне отжатием клавиши "ПУСК" секундомера.
5. Нажать клавишу "СБРОС" секундомера.

6. Нажать клавишу "ПУСК", при этом электронный секундомер начнет отсчет времени движения маятника до нижнего кронштейна. Измерения повторить 5 раз и занести в соответствующую колонку таблицы.

7. По шкале на вертикальной колонке определить длину h маятника.

8. Измерения времени (пункт 6) повторить для разных насадных колец и занести в таблицу.

9. Определить общую массу маятника. Значения масс отдельных элементов указаны на них.

10. По формуле 10:

$$I = mD_0^2 \left(\frac{gt^2 - 2h}{8h} \right)$$

вычислить момент инерции $I_{\text{э}}$ – маятника для всех серий измерений.

11. Вычислить относительную и абсолютную погрешности определения момента инерции по полученным самостоятельно формулам. Формула дифференциала имеет вид:

$$dI = \frac{mD^2gt^2}{8h^2}dh + \frac{D^2(gt^2 - 2h)}{8h}dm + \frac{2md(gt^2 - 2h)}{8h}dD + \frac{mD^2}{8h}(t^2dg + 2gtdt)$$

12. Вычислить теоретические значения моментов инерции маятника по формулам (11) и сравнить с вычисленным по формулам (10):

$$I_{\text{т}} = I_0 + I_g + I_{\text{к}}, \quad (11)$$

где $I_0 = \frac{1}{8}m_0D_0^2$ – момент инерции оси маятника.

m_0 – масса оси маятника,

D_0 – диаметр оси

$I_g = \frac{1}{8}m_g(D_g^2 + D_0^2)$ – момент инерции диска.

m_g – масса диска,

D_g – внешний диаметр диска

$I_{\text{к}} = \frac{1}{8}m_{\text{к}}(D_{\text{к}}^2 + D_g^2)$ – момент инерции насадного кольца.

$m_{\text{к}}$ – масса кольца,

$D_{\text{к}}$ – внешний диаметр кольца.

13. Окончательные результаты определения моментов инерции маятника представить в следующем виде:

$$I_{\text{э}} = \langle I_{\text{э.р.}} \rangle \pm \Delta I_{\text{э}}, I_{\text{т}} = \dots\dots\dots$$

14. По полученным результатам сделать выводы

Таблица результатов

№,	t_1 , с	t_2 , с	t_3 , с	$m_{\text{к1}}$, кг	$m_{\text{к2}}$, кг	$m_{\text{к3}}$, кг	m_g , кг	m_0 , кг	D_0 , м	$D_{\text{к}}$, м	D_g , м	h , м

n/n												
1												
2												
.....												
5												
Ср. знач.												
	$\Delta t_{cp}, c$				$\Delta m, кг$				$\Delta D, м$			$\Delta h, м$

Лабораторная работа №4.

Тема: Определение свободного падения при помощи математического маятника

Порядок выполнения работы:

1. Установить на краю стола штатив.
2. У его верхнего конца укрепить с помощью муфты кольцо и повесить к нему шарик на нити. Шарик должен висеть на расстоянии 1-2 см от пола.
3. Измерить лентой длину l маятника.
4. Возбудить колебания маятника, отклонив шарик в сторону на 5-8 см и отпустив его.
5. Измерить в нескольких экспериментах время t 50 колебаний маятника и вычислить t_{cp} :

$$t_{cp} = \frac{t_1 + t_2 + \dots + t_n}{n}$$

6. Вычислить среднюю абсолютную погрешность измерения времени и результаты занести в таблицу.

$$\Delta t_{cp} = \frac{|t_1 - t_{cp}| + |t_2 - t_{cp}| + \dots + |t_n - t_{cp}|}{n}$$

7. Результаты измерений и вычислений занести в таблицу:

№	t, c	t_{cp}, c	$\Delta t, c$	$\Delta t_{cp}, c$	$l, м$
1					
2					
3					
4					
5					
6					

8. Вычислить ускорение свободного падения по формуле:

$$g_{cp} = 4\pi^2 \frac{l \cdot N}{t_{cp}^2}$$

9. Определить относительную погрешность измерения времени, длину по формуле:

$$\varepsilon_t = \frac{\Delta t}{t}$$

$$\varepsilon_l = \frac{\Delta l}{l}$$

где $\varepsilon_l = \frac{\Delta l_l + \Delta l_{отс}}{l}$

Вычислить относительную погрешность измерения g по формуле

$$\varepsilon_g = \varepsilon_l + 2\varepsilon_t$$

Записать результат измерения в виде: $g = g_{cp} \pm \Delta g$ и сделать вывод.

Лабораторная работа №5.

Тема: Определение момента инерции твердых тел при помощи крутильных весов

Порядок выполнения работы:

1. Выбрать оси симметрии Ox , Oy , Oz параллелепипеда и штангенциркулем измерить величину соответствующих рёбер (a , b , c – размеры параллелепипеда по осям x , y , z соответственно). Результаты занести в таблицу.

2. Включить установку клавишей «СЕТЬ». При этом происходит включение электромагнита и загорается табло индикации.

3. Измерить время t_p десяти полных колебаний свободной рамки. Для этого:

- отклонить рамку от положения равновесия против часовой стрелки до фиксации электромагнитом;

- нажать «ПУСК» на электронном блоке: при этом размыкается сеть питания электромагнита, включается таймер и система регистрации числа колебаний (правое и левое табло соответственно);

- нажать «СТОП» на электронном блоке, когда рамка сделает заданное число колебаний ($N = 10$); занести в таблицу показания прибора.

4. Опыт проделать еще два раза, повторяя действия п. 3.

5. Установить в рамке параллелепипед таким образом, чтобы одна из его осей симметрии (по указанию преподавателя) совпала с осью подвеса рамки (для удобства установки рекомендуется предварительно отклонить рамку от положения равновесия до фиксации электромагнитом). Закрепить параллелепипед, используя подвижную перекладину 8 рамки и винты крепления.

6. Измерить время t_1 десяти полных колебаний рамки с параллелепипедом, повторяя действия п. 3. Проделать опыт ещё два раза.

7. Отключить лабораторную установку от сети, нажав «СЕТЬ». Снять параллелепипед.

Таблица 5.1

№ п/п	N	t_p , с	$\langle t_p \rangle$, с	Δt_p , с	$\langle T_p \rangle$, с	ΔT_p , с
1						
2						
3						
№	N	t_1 , с	$\langle t_1 \rangle$, с	Δt_1 , с	$\langle T_1 \rangle$, с	ΔT_1 , с

п/п						
1						
2						
3						

Таблица 5.2

J_T	ΔJ_T	ε_T	m	a	b	c	$(J_T)_{теор}$
J_p							

8. Рассчитать абсолютную и относительную погрешность
9. Записать окончательный результат в стандартном виде.

Лабораторная работа №6.

Тема: Определение коэффициента трения методом наклонного маятника

Порядок выполнения работы:

1. Установите в наклонный маятник стальную подложку.
2. Отклоните наклонную плоскость на 45° от вертикального положения.
3. Измерьте не менее трех раз диаметр стального шарика D . Данные занесите в таблицу.
4. Расположите нить маятника против нулевого штриха наклонной шкалы.
5. При выбранном наклоне плоскости отклоните маятник от положения равновесия на угол 11° по шкале кронштейна.

Выбранный угол отклонения φ_0 запишите в таблицу. Затем без толчка отпустите маятник и с этого момента начните отсчет полных колебаний. После того, как маятник совершит 15 полных колебаний, измерьте угол отклонения конечного колебания маятника φ_{n1} (φ_{n1} измеряется на ходу). Измерения повторите три раза. Результаты измерений занесите в таблицу.

Таблица 6

№ п/п	β , град	D , мм	ΔD , мм	φ_0 , град	φ_{n1} , град	φ_{n2} , град	φ_{n3} , град	N
1				11				
2				11				
3				11				
				11				

6. Рассчитать значения коэффициента трения по формуле:

$$\lambda_1 = 57,3 \operatorname{tg} \beta \frac{\cos \varphi_n - \cos \varphi_0}{N(\varphi_0 + \varphi_{n1})} D.$$

7. Определите относительную и абсолютную ошибки определения λ для первого случая.

8. Запишите окончательный результат в виде:

$$\lambda_c = \lambda_1 \pm \Delta \lambda.$$

9. Сделать вывод.

Лабораторная работа №7.

Тема: Определение влажности воздуха

Порядок выполнения работы:

1. Вычислить скорости шариков через 1, 1,5, 2 с после начала падения,

используя формулы $h = at^2/2$ и $U = at$. Построить график $U = f(t)$.

2. Из графика определить момент времени, начиная с которого скорость падения шарика не изменяется. Рассчитать для этого момента высоту h и установить на цилиндре верхнюю отметку. Нижнюю отметку установить симметрично. Измерить l .

3. Перевернуть цилиндр и измерить время t за которое шарик проходит расстояние между отметками. Для каждого шарика измерения провести 3-5 раз.

4. Вычислить значения коэффициентов динамической вязкости по формуле (4): $\eta = 2gr^2(\rho_{\omega} - \rho_*)/9U$, где $U = l/t$.

5. Рассчитать погрешность коэффициента вязкости по методике расчёта погрешностей для косвенных измерений.

6. Результаты измерений и расчётов записать в таблицу.

№ опыт а	$\rho_{ш}$	$\Delta\rho_{ш}$	$\rho_{ж}$	$\Delta\rho_{ж}$	l	Δl	t	Δt	r_1	Δr_1	r_2	Δr_2	η	$\frac{\Delta\eta}{\eta}$	$\Delta\eta$
1															
2															
3															
4															
5															

7. Измерить радиус R и высоту сосуда H и определить поправочный коэффициент.

8. Полученные значения коэффициента вязкости η сравнить с табличными значениями. Сделать вывод.

Лабораторная работа №8.

Тема: Исследования поверхностного слоя жидкости и определение коэффициента поверхностного натяжения

Порядок выполнения работы:

1. Изучите устройство динамометра ДПН.

2. Подготовьте прибор к выполнению измерений. Для этого наденьте на открытый зацеп, петлю. Придерживая установочный винт, отверните стопорный винт. Вращая стакан и нажимая на головку винта, установите стрелку динамометра на нулевое деление шкалы. Завинтите стопорный винт.

3. Налейте в чашку дистиллированную воду и установите ее на подставку. Вращая винт держателя, поднимите чашку с жидкостью до такого уровня, чтобы петля полностью погрузилась в воду.

4. Медленно опускайте чашку с водой. Для этого выворачивайте винт держателя до тех пор, пока не разорвется пленка жидкости, тянущаяся за петлей. Заметьте по шкале динамометра, при каком значении силы происходит разрыв пленки.

5. Вычислите коэффициент поверхностного натяжения.

6. Повторите измерения 3 раза. Вычислите среднее значение поверхностного

натяжения.

7. Результаты измерений и вычислений занесите в отчетную таблицу.

Таблица 8

№ опыта	l , м	F , Н	σ , Н/м	$\sigma_{\text{ср}}$, Н/м
1				
2				
3				

8. Исследуйте влияние на поверхностное натяжение воды растворенного в ней мыла.

9. Сделать вывод.

Лабораторные работы (третий семестр)

Лабораторная работа №1.

Тема: Определение ёмкости конденсаторов

Порядок выполнения работы:

1. Составить электрическую цепь с одним из конденсаторов известной емкости.

2. Зарядить конденсатор, соединив его переключателем с источником электрического тока.

3. Сосредоточив внимание на шкале миллиамперметра, быстро замкнуть конденсатор на прибор и определить показания миллиамперметра, соответствующее максимальному отклонению стрелки; для большей достоверности результата, опыт повторить несколько раз. Рассчитать среднее значение тока и среднее число делений.

4. Разобрать электрическую цепь и собрать вновь, установив конденсатор неизвестной емкости C_x .

5. Найти электроемкость данного конденсатора.

6. Определить относительную погрешность измерений δ , %

7. Результаты измерений и вычислений занести в таблицу.

8. Сделать вывод.

Лабораторная работа №2.

Тема: Измерение ЭДС и внутреннего сопротивления источника тока

Порядок выполнения работы:

1. Соберите электрическую цепь по схеме. Курсором наводим на ключ и замыкаем цепь.

2. Курсором наводим на реостат, двигаем ползунок реостата.

3. Установите ползунок реостата приблизительно в среднее положение, измерьте силу тока и напряжение .

4. Передвиньте ползунок реостата, измерьте силу тока и напряжение.

5. Вычислите внутреннее сопротивление и ЭДС источника тока.

6. Результаты измерений и вычислений запишите в таблицу.

7. Сделать вывод.

Лабораторная работа №3.

Тема: Расчет и измерение общего сопротивления параллельно включенных резисторов

Порядок выполнения работы:

1. Собрать электрическую цепь с параллельным соединением резисторов.
2. С помощью амперметров измерить общий ток и токи ветвей, с помощью вольтметра – падения напряжений на отдельных ее участках цепи двух положений движков реостатов.
3. Результаты измерений занести в таблицу.
4. Вычислить эквивалентное сопротивление цепи, воспользовавшись законом Ома для всей цепи.
5. Определить общий ток в цепи по свойствам параллельного соединения резисторов.
6. Сравнить с измеренным значением тока.
7. Вычислить сопротивления резисторов по закону Ома для участка цепи.
8. Определить проводимости элементов и эквивалентную проводимость цепи.
9. Вычислить эквивалентную проводимость цепи по свойству параллельного соединения резисторов. Сравнить с результатом в п. 7.
10. Вычислить отношения R_1/R_2 , R_2/R_3 и I_2/I_1 , I_3/I_2 для двух опытов. Сделать вывод о распределении токов при параллельном соединении резисторов.
11. Определить внутреннее сопротивление источника тока, используя Закон Ома для замкнутой цепи.
12. Проверить справедливость первого закона Кирхгофа.
13. Сделать вывод.

Лабораторная работа №4.

Тема: Измерение мощности лампы накаливания

Порядок выполнения работы:

1. Соберите цепь из источника питания, лампы, амперметра и ключа, соединив все последовательно.
2. Измерьте вольтметром напряжение на лампе.
3. Начертите схему собранной цепи и запишите показания приборов.
4. Вычислите мощность тока в лампе.
5. Заметьте время включения и выключения лампы. По времени ее горения и мощности определите работу тока в лампе.
6. Проверьте, совпадает ли полученное значение мощности с мощностью, обозначенной на лампе. Если значения не совпадут, объясните причину этого.
7. Сделать вывод.

Лабораторная работа №5.

Тема: Изучение явления электромагнитной индукции

Порядок выполнения работы:

1. Приставьте сердечник к одному из полюсов U -образного магнита и вдвиньте внутрь катушки, наблюдая одновременно за стрелкой гальванометра.
2. Повторите наблюдение, выдвигая сердечник из катушки, а также меняя полюсы магнита.

3. Зарисуйте схему опыта и проверьте выполнение правила Ленца в каждом случае.
4. Наденьте вторую катушку или витки проволоки на первую катушку так, чтобы их оси совпадали. Замкните гальванометр на витки или вторую катушку.
5. Вставьте в обе катушки железный сердечник и присоедините первую катушку через выключатель и реостат к источнику питания.
6. Замыкая и размыкая ключ, наблюдайте за отклонением стрелки гальванометра.
7. Зарисуйте схему опыта и проверьте выполнение правила Ленца.
8. Сделать вывод.

Лабораторная работа №6.

Тема: Проверка Закона Ампера

Порядок выполнения работы:

1. Уравновесить весы, когда на проводник действует только сила тяжести, измерить массу проводника M_1 .
2. Включить электрический ток в проводнике.
3. Создать магнитное поле, включив ток в цепи электромагнита.
4. Уравновесить весы, когда на проводник действует сила тяжести и сила Ампера, измерить соответствующую им массу M_2 .
5. Определить экспериментальное значение силы Ампера.
6. Проведите исследование зависимости силы Ампера от длины проводника. При этом индукция магнитного поля и сила тока в проводнике остаются неизменными.
7. Проведите исследование зависимости силы Ампера от силы тока при постоянной длине проводника и неизменной индукции магнитного поля.
8. Проведите исследование силы Ампера от величины индукции магнитного поля.
9. Результаты измерений и вычислений запишите в таблицу.
10. По результатам экспериментов, п. 1, 2, 3, постройте графики исследуемых зависимостей, сделайте вывод о справедливости закона Ампера.
11. Сделать вывод.

Лабораторная работа №7.

Тема: Определение вынужденных колебаний в электрическом контуре

Порядок выполнения работы:

1. Изучить теорию работы, разобраться в устройстве лабораторного стенда и методике измерений.
2. Генератор подключить к лабораторному стенду, включить и настроить на частоту выходного сигнала 10 кГц с амплитудой примерно 1 В.
3. Изменяя емкость переменного конденсатора колебательного контура, добиться резонанса в контуре (наблюдая на осциллографе резонанс напряжений в контуре). При этом собственная частота колебаний в контуре окажется равной частоте внешнего сигнала, т. е. 10 кГц.
4. Изменяя частоту генератора в диапазоне от 5 до 15 кГц, снять резонансные кривые для исследуемого контура при различных значениях активного

сопротивления.

6. С помощью осциллографа намерить амплитудные значения напряжений в контуре при резонансе. Вычислить индуктивность контура из формулы Томсона.

6. Рассчитать добротность контура.

7. Рассчитать волновое сопротивление контура.

8. Сделать вывод.

Лабораторная работа №8.

Тема: Проверка Закона Ома для переменного тока

Порядок выполнения работы:

1. Соберите электрическую цепь по схеме. Включите генератор переменного напряжения и установите с помощью ручки регулятора напряжение на выходе 5 В.

2. Изменяйте частоту подаваемого переменного напряжения от 100 до 2000 Гц ступенями по 100 Гц. При каждом значении частоты снимайте показания миллиамперметра. Результаты измерений занесите в отчетную таблицу.

Таблица 8

ν , Гц		100	200	300	...	1900	2000
I , мА	с резистором						
	без резистора						

3. Постройте график зависимости силы тока в цепи от частоты.

4. Определите частоту ν_0 собственных свободных колебаний в контуре.

5. Измерьте напряжения на катушке и на конденсаторе при достижении электрического резонанса.

6. Сделать вывод об условии электрического резонанса в последовательной цепи.

7. Сделать выводы.

Лабораторные работы (четвёртый семестр)

Лабораторная работа №1.

Тема: Изучение явления интерференции света

Порядок выполнения работы:

1. Расположите на расстоянии 1-2 см от выходного окна лазера пластину с отверстиями, а на расстоянии 4-10 м от него – экран. Диаметры отверстий 0,1-0,2 мм, а расстояние между их центрами 0,4-0,6 мм.

2. Включите лазер.

Внимание! Нельзя направлять луч света лазера непосредственно в глаз! Это может вызвать серьезную травму!

3. Уберите экран и поместите на его месте фотоэлемент, присоединенный к гальванометру. Картина интерференции должна проецироваться на светочувствительную поверхность фотоэлемента. Сделайте отсчет показаний n гальванометра.

4. Не меняя положения лазера, пластины с отверстиями и фотоэлемента, шторкой, зажатой в лапке штатива, закройте одно отверстие. Для контроля можно перед фотоэлементом поставить экран и по исчезновению интерференционных полос судить о перекрытии отверстия. Убрав экран, сделайте отсчет показаний n_1 гальванометра, соответствующих действию света от второго отверстия.

5. Закройте свет, идущий от второго отверстия, и сделайте отсчет показаний гальванометра n_2 при действии на фотоэлемент света от первого отверстия.
6. По окончании измерений выключите лазер.
7. Результаты измерений занесите в таблицу.
8. Сделайте вывод о выполнении закона сохранения энергии при интерференции света.

Лабораторная работа №2.

Тема: Изучение явления дифракции света

Порядок выполнения работы:

1. Включить лазер.
2. Направить луч лазера на щель из ряда C в объекте МОЛ-1. Для попадания луча на щель, необходимо крутить объект МОЛ-1 в правую или левую сторону и регулировать его высоту.
3. Добиться наилучшей видимости дифракционной картины. При этом отраженные лучи должны идти обратно в выходное окно лазера.
4. Определить угол φ_1 , измерив расстояние между первыми главными минимумами Δx и расстояние между щелью и экраном L .
5. Вычислить тангенса угла φ_1 .
6. Из условия первого дифракционного максимума $b \sin \varphi_1 = m\lambda$, ($m = 1$), приняв $\operatorname{tg} \varphi \approx \sin \varphi$ и где $\lambda = 650$ нм, определить b .
7. Измерения необходимо проводить для значений $L = 60$ см, 50 см, 40 см (для значений 40 см, 50 см использовать добавочный экран).
8. Сравнить полученные значения b .
9. Опыты повторить для другой щели из ряда C при трех различных значениях L .
10. Результаты измерений занесите в таблицу.
11. Сделайте выводы.

Лабораторная работа №3.

Тема: Определения работы выхода электрона из металла

Порядок выполнения работы:

1. Ознакомиться с работой экспериментальной установки.
2. Подключают установку к сети переменного напряжения 220 В.
3. Выбирают один из светодиодов и, меняя интенсивность свечения с помощью потенциометра, снимают зависимость запирающего напряжения U_0 от интенсивности I (измеренной в относительных единицах) излучения светодиода в пределах. Производится не менее 10 измерений.
4. Результаты заносятся в таблицу.
5. Подключить поочередно светодиоды на вход фотоэлемента, снять зависимость запирающего напряжения U_0 от длины волны излучения.
6. Перевести значения длин волн, указанные на светодиодах в единицы частоты, используя формулу $\nu = c/\lambda$. При этом полученные значения частоты записать в терагерцах.
7. Занести результаты измерений в таблицу.
8. Сделать вывод.

Лабораторная работа №4.

Тема: Определение длины волны излучения с помощью интерференции от двух щелей

Порядок выполнения работы:

1. Собрать оптическую схему. Поставить линзу на расстояние 3-5 см от лазера, а двойную щель – на расстояние 40-50 см от лазера.
2. Включить лазер.
3. Выставить элементы оптической схемы по высоте так, чтобы свет проходил все элементы и падал на экран.
4. Установить вторую линзу так, чтобы на экране четко наблюдались увеличенные изображения двух щелей (10-15 см от щелей).
5. С помощью линейки измерить расстояния:
от щелей до центра второй линзы, от центра второй линзы до экрана, между серединами изображений двух щелей.
6. Вычислить расстояние между щелями.
7. Вычислить расстояние от щелей до экрана.
8. Убрать вторую линзу из ползунка-штатива (или опустить ее на 5-10 см). На экране появится четкая интерференционная картина.
9. С помощью линейки измерить расстояние между 7-10 темными или светлыми полосами на экране.
10. Вычислить длину волны источника света.
11. Повторить опыт при другой двойной щели.
12. Найти погрешности прямых и косвенных измерений.
13. Результаты измерений и вычислений записать в таблицу.
14. Сделать вывод.

Лабораторная работа №5.

Тема: Проверка Закона Малюса

Порядок выполнения работы:

1. Включить осветитель. Вращая анализатор, определить минимальное показание гальванометра.
2. Добиться вращением анализатора максимального показания гальванометра. Угол, соответствующий этому показанию, условный шкалы.
3. Изменяя угол в пределах полного оборота шкалы на 10° , записать показания гальванометра для этих углов в таблицу.
4. Заполнить таблицу согласно приведенным формулам.
5. По указанию преподавателя построить графики зависимости силы света от угла между поляризатором и анализатором.
6. Определив значения I_T/I_0 и I_Δ/I_0 , построить графики функций $I_T/I_0 = f(\varphi)$ и $I_\Delta/I_0 = f(\varphi)$ в полярных координатах.
7. Результаты измерений и вычислений записать в таблицу.
8. Сделать вывод.

Лабораторная работа №6.

Тема: Измерение длины волны с помощью дифракционной решетки

Порядок выполнения работы:

1. Включить источник света. Установить красный светофильтр.
2. Установить экран на расстоянии 10-15 см от источника света.
3. Установить дифракционную решетку на расстоянии от экрана так, чтобы на экране (глядя через дифракционную решетку) получалось четкое изображение центральной полосы и максимумов 1-го и 2-го порядков.
4. Измерить на экране расстояния между серединами максимумов 1-го порядка, между серединами максимумов второго порядка.
5. Установить дифракционную решетку на другом расстоянии от экрана и проделать аналогичные измерения.
6. Поменять светофильтр и повторить пункты 3-5.
7. Вычислить длину световых волн.
8. Найти погрешности каждого измерения. Результаты всех измерений и вычислений занести в таблицу.
9. Сделать вывод.

Лабораторная работа №7.

Тема: Исследование зависимости тока фотоэлемента от освещенности

Порядок выполнения работы:

1. Ознакомьтесь с устройством прибора.
2. Расположите фотоэлемент прибора перпендикулярно к оси трубы и соедините его зажимы с микроамперметром.
3. Присоедините к источнику тока через выключатель и реостат электрическую лампу и установите ее внутри прибора на расстоянии 10 см от фотоэлемента; реостатом подберите такой накал нити, чтобы стрелка микроамперметра отклонилась на всю шкалу.
5. Увеличивайте расстояние между лампой и фотоэлементом и через каждые 2 см измеряйте силу тока.
6. Для каждого случая рассчитайте освещенность E фотоэлемента.
7. Результаты измерений запишите в таблицу.
8. Постройте график зависимости силы фототока от освещенности.
9. По результатам эксперимента сделайте вывод.

Лабораторная работа №8.

Тема: Снятие характеристики счетчика Гейгера-Мюллера по космическому излучению

Порядок выполнения работы:

1. Подготовить лабораторную установку к работе, проверив работоспособность источника питания, секундомера и счетчика импульсов. Установить минимально возможное напряжение питания счетчиков (250 В).
2. Дважды снять счетную характеристику счетчика при разном потоке излучения. Возможные варианты:
 - а) максимальная интенсивность потока излучения (источник β -частиц открыт полностью), работают оба счетчика;
 - б) облучается левый счетчик (пластина закрывает излучение, идущее на правый счетчик);
 - в) облучается правый счетчик (пластина закрывает излучение, идущее на левый счетчик);

г) источник излучения убран из свинцового домика (счетчик измеряет фоновое излучение).

3. Для экономии времени рекомендуется снятие счетной характеристики проводить только для напряжений, превышающих пороговое.

4. Пороговое напряжение определите по началу счета при плавном увеличении напряжения питания счетчиков. Дальнейшие измерения проводите шагом 25 В. Время измерения каждой точки 5-10 мин.

5. При увеличении счета на 20% по отношению к уровню плато измерения прекращают во избежание выхода счетчика из строя и уменьшают напряжение.

6. Определите фон N_ϕ , для чего закрыть кювету с источником излучения алюминиевой пластинкой толщиной не менее 2 мм и определить счет за $t_\phi = 5-10$ минут.

7. Результаты записать в таблицу.

8. Результаты измерений представить графически в виде $n = f(U)$ с учетом погрешностей измерений. За абсолютную погрешность проведенных измерений принять среднестатистическую ошибку

$$\Delta n_i = \sqrt{\frac{N_i}{t^2} + \frac{N_\phi}{t_\phi^2}}$$

9. Определить пороговое напряжение, протяженность плато, его наклон в процентах на 100 В. Выбрать рабочую точку счетчика.

10. Сделать вывод.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству лабораторная работа

Шкала оценивания	Критерий оценивания
отлично (5)	Студент правильно выполнил задание. Показал отличные владения навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на все дополнительные вопросы на защите.
хорошо (4)	Студент выполнил задание с небольшими неточностями. Показал хорошие владения навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов на защите.
удовлетворительно (3)	Студент выполнил задание с существенными неточностями. Показал удовлетворительное владение навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы на защите было допущено много неточностей.
неудовлетворительно (2)	При выполнении задания студент продемонстрировал недостаточный уровень владения умениями и навыками при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы на защите было допущено множество неточностей.

Оценочные средства для промежуточной аттестации.

Вопросы к экзамену (второй семестр)

1. Предмет механики.
2. Классическая, релятивистская и квантовая механики.
3. Физические модели.
4. Понятие про механическое движение.
5. Системы отсчета.
6. Классическое представление об пространстве и времени.
7. Кинематика материальной точки.
8. Перемещение, путь.
9. Скорость и ускорение как производные от радиус-вектора по времени.
10. Нормальное и тангенциальное ускорение.
11. Кинематика абсолютно твердого тела.
12. Представление о степени свободы движения.
13. Поступательное и вращательное движения.
14. Угловая скорость и ускорение, их связь с линейными величинами.
15. Первый закон Ньютона и инерциальные системы отсчета.
16. Масса.
17. Сила.
18. Второго закон Ньютона как уравнения движения.
19. Сила как производная от импульса точки.
20. Третий закон Ньютона.
21. Система материальных точек.
22. Закон сохранения импульса как фундаментальный закон природы, его связь с однородностью пространства.
23. Реактивное движение.
24. Центр инерции.
25. Теорема про движение центра инерции.
26. Работа и мощность.
27. Кинетическая энергия поступательного движения.
28. Потенциальная энергия.
29. Энергия упруго деформированного тела.
30. Закон сохранения энергии в механике, его связь с однородностью времени.
31. Общефизический закон сохранения энергии.
32. Закон сохранения и симметрия пространства и времени.
33. Упругие и неупругие удары тел и частиц.
34. Момент силы.
35. Момент инерции материальной точки и абсолютно твердого тела относительно оси.
36. Уравнение динамики вращательного движения.
37. Момент силы как производная момента импульса тела.
38. Закон сохранения момента импульса для системы тел и для абсолютно твердого тела как фундаментальный закон природы, его связь с изотропностью пространства.
39. Представление о гироскопы.

40. Закон всемирного притяжения.
41. Гравитационное поле как один из видов материи.
42. Напряженность поля.
43. Сила притяжения и вес тела.
44. Невесомость.
45. Потенциальная энергия материальной точки в гравитационном поле.
46. Напряженность как градиент потенциала.
47. Консервативные и неконсервативные силы.
48. Идеальная и вязкая жидкости.
49. Сила вязкого трения.
50. Давление в жидких газах.
51. Уравнение непрерывности и Бернули для стационарного течения идеальной жидкости.
52. Гидродинамика вязкой жидкости.
53. Течение по трубам.
54. Ламинарная и турбулентные течения, критерий Рейнольдса.
55. Движение тел в жидкостях и газах.
56. Принцип относительности в классической механике.
57. Преобразования координат Галилея.
58. Абсолютные и относительные скорости.
59. Инварианты преобразований Галилея.
60. Постулаты Эйнштейна.
61. Преобразования координат Лоренца.
62. Релятивистский закон сложения скоростей.
63. Относительность длины и промежутка времени.
64. Основной закон релятивистской динамики.
65. Взаимосвязь массы и энергии.
66. Классическая механика как предельный случай релятивистской механики.
67. Механические гармонические колебания и их характеристики.
68. Гармонические осцилляторы.
69. Механические затухающие колебания.
70. Вынужденные колебания.
71. Резонанс.
72. Понятия автоколебаний.
73. Основы классической статистики.
74. Атомно-молекулярное строение вещества.
75. Статистический и термодинамический методы исследования.
76. Уравнения состояния вещества.
77. Идеальный газ его уравнение состояния.
78. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории идеального газа и следствия из него.
79. Распределение молекул газа по скоростям.
80. Распределение Больцмана.
81. Барометрическая формула.
82. Столкновения молекул и средняя длина свободного пробега молекул.
83. Понятие о вакууме.
84. Явления переноса в термодинамически неравновесных системах –

диффузия, теплопроводимость, внутреннее трение.

85. Число степеней свободы молекул.
86. Закон равномерного распределения энергии по степеням свободы молекул.
87. Внутренняя энергия идеального газа.
88. Теплота и работа.
89. Первый закон термодинамики.
90. Теплоемкость.
91. Применение первого закона термодинамики к изопроцесса.
92. Термодинамические диаграммы.
93. Термодинамические потенциалы.
94. Адиабатический процесс.
95. Политропный процесс.
96. Обратимые и необратимые процессы.
97. Термодинамические циклы и их К.П.Д. Цикл Карно, его К.П.Д. Второй закон термодинамики.
98. Сила и потенциальная энергия взаимодействия молекул.
99. Агрегатные состояния вещества.
100. Реальные газы, их уравнения состояния.
101. Критическое состояние вещества.
102. Насыщенный и не насыщенный пар.
103. Влажность воздуха.
104. Строение и свойства жидкостей.
105. Поверхностное натяжение, смачивание, капиллярность.
106. Особенности твердого состояния вещества.
107. Физические типы кристалльных решеток.
108. Дефекты в кристаллах.
109. Механические и тепловые свойства твердых тел.

Задачи (второй семестр)

1. Кинематические уравнения движения двух материальных точек имеют вид $x_1 = A_1t + B_1t^2 + C_1t^3$ и $x_2 = A_2t + B_2t^2 + C_2t^3$, где $B_1 = 4 \text{ м/с}^2$, $C_1 = -3 \text{ м/с}^3$, $B_2 = -2 \text{ м/с}^2$, $C_2 = 1 \text{ м/с}^3$. Определите момент времени, для которого ускорения этих точек будут равны.

2. Пешеход часть пути прошел со скоростью 3 км/ч, затратив на это $\frac{2}{3}$ времени своего движения. За оставшуюся треть времени он прошел остальной путь со скоростью 6 км/ч. Какова средняя скорость на всем пути?

3. Движение точки описывается уравнением: $s = 2t - 10t^2 + 8$. Найти скорость и ускорение точки в момент времени 4 с. Построить график скорости и ускорения.

4. Точка движется по окружности радиусом 4 м. Закон ее движения выражается уравнением $s = A + Bt^2$, где $A = 8 \text{ м}$, $B = -2 \text{ м/с}^2$. Определить момент времени, когда нормальное ускорение точки равно 9 м/с^2 . Найти скорость, тангенциальное и полное ускорения точки в тот же момент времени.

5. Поезд въезжает на закругленный участок пути с начальной скоростью 54 км/ч и проходит равноускоренно расстояние 600 м за 30 с. Радиус закругления 1 км. Найти скорость и полное ускорение поезда в конце этого участка пути.

6. Линейная скорость точки, находящейся на ободу вращающегося диска, в

три раза больше, чем линейная скорость точки, находящейся на 6 см ближе к его оси. Определите радиус диска.

7. Тело брошено под углом к горизонту с начальной скоростью 10 м/с. Найти скорость тела в момент, когда оно оказалось на высоте 3 м.

8. Поезд массой 500 т после прекращения тяги паровоза под действием силы трения 98 кН останавливается через 1 мин. С какой скоростью шел поезд?

9. Тело скользит по наклонной плоскости, составляющей с горизонтом угол 45° . Пройдя путь 36,4 см, тело приобретает скорость 2 м/с. Найти коэффициент трения тела о плоскость.

10. Груз массой 1 кг подвешенный на невесомом стержне, отклоняют на угол 90° и отпускают. Найти силу натяжения стержня в момент прохождения грузом положения равновесия.

11. На какой высоте от поверхности Земли ускорение свободного падения 1 м/с^2 ?

12. Две гири с массами 2 кг и 1 кг соединены нитью и перекинуты через невесомый блок. Найти ускорение, с которым движутся гири, и силу натяжения нити. Трением в блоке пренебречь.

13. По наклонной плоскости с углом наклона к горизонту, равным 30° , скользит тело. Определите скорость тела в конце второй секунды от начала скольжения, если коэффициент трения 0,15.

14. На толкание ядра, брошенного под углом 30° к горизонту, затрачена работа 216 Дж. Через какое время и на каком расстоянии от места бросания ядро упадет на землю? Масса ядра 2 кг.

15. Найти работу A , которую надо совершить, чтобы сжать пружину на 20 см, если известно, что сила пропорциональна сжатию и жесткость пружины 2,94 кН/м.

16. Лодка массой 150 кг и длиной 2,8 м неподвижна в стоячей воде. Рыбак массой 90 кг в лодке переходит с носа на корму. Пренебрегая сопротивлением воды, определите, на какое расстояние при этом сдвинется лодка.

17. Тело массой 3 кг движется со скоростью 4 м/с и ударяется о неподвижное тело такой же массы. Считая удар центральным и неупругим, найти количество теплоты, выделившееся при ударе.

18. Тело массой 10 г движется по окружности радиусом 6,4 см. Найти тангенциальное ускорение тела, если известно, что к концу второго оборота после начала движения его кинетическая энергия 0,8 мДж.

19. Из орудия массой 5 т вылетает снаряд массой 100 кг. Кинетическая энергия снаряда при вылете 7,5 МДж. Какую кинетическую энергию получает орудие вследствие отдачи?

20. Пуля массой 15 г, летящая с горизонтальной скоростью 0,5 км/с, попадает в баллистический маятник массой 6 кг и застревает в нем. Определите высоту, на которую поднимется маятник, оттолкнувшись после удара.

21. К ободу однородного диска радиусом 0,2 м приложена касательная сила 98,1 Н. При вращении на диск действует момент сил трения $4,9 \text{ Н} \cdot \text{м}$. Найти массу диска, если известно, что диск вращается с угловым ускорением 100 рад/с^2 .

22. Диск массой 2 кг катится без скольжения по горизонтальной плоскости со скоростью 4 м/с. Найти кинетическую энергию диска.

23. Карандаш длиной 15 см, поставленный вертикально, падает на стол.

Какую угловую скорость и линейную скорость будут иметь в конце падения середина и верхний конец карандаша?

24. Человек, стоящий на скамье Жуковского, держит в руках стержень длиной 2,5 м и массой 8 кг, расположенный вертикально вдоль оси вращения скамейки. Эта система (скамья и человек) обладает моментом инерции $10 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$ и вращается с частотой 12 мин^{-1} . Определите частоту вращения системы, если стержень повернуть в горизонтальное положение.

25. Какому изменению массы соответствует изменение энергии на 4,19 Дж?

26. Каким импульсом обладает электрон, движущийся со скоростью $4/5 \text{ с}$?

27. Какую электрическую разность потенциалов должен пройти первоначально покоившийся протон, чтобы его полная энергия стала в 11 раз больше энергии покоя? Во сколько раз возрастет при этом его масса?

28. Уравнение движения точки дано в виде $x = \sin \frac{\pi}{6} t$. Найти моменты времени, в которые достигаются максимальная скорость и максимальное ускорение.

29. Определить длину математического маятника, совершившего 50 полных колебаний за 1 мин 40 с, если ускорение свободного падения равно $9,81 \text{ м/с}^2$. На сколько нужно изменить длину маятника, чтобы частота его колебаний увеличилась в два раза?

30. Найти период колебаний стержня предыдущей задачи, если ось вращения проходит через точку, находящуюся на расстоянии 10 см от его верхнего конца.

31. Определить длину стоячей волны и частоту колебаний вибратора, если расстояние между первым и третьим узлами равно 77,8 см, а скорость распространения колебаний составляет 342 м/с.

32. Поезд проходит со скоростью 54 км/ч мимо неподвижного приемника и подает звуковой сигнал. Приемник воспринимает скачок частотой 53 Гц. Принимая скорость звука равной 340 м/с, определите частоту тона звукового сигнала гудка поезда.

33. На сколько увеличился уровень громкости звука, если интенсивность звука возросла: в 3000 раз; в 30 000 раз?

34. Два поезда движутся навстречу друг другу, имея скорости 72 км/ч и 54 км/ч. Первый поезд дает сигнал частотой 0,6 кГц. Найти частоту звуковых колебаний, воспринимаемых пассажиром второго поезда до встречи и после встречи поездов. Скорость звука принять равной 340 м/с.

35. Определить давление, при котором 1 м^3 газа, имеющего температуру 60°C , содержит $2,4 \cdot 10^{26}$ молекул.

36. Определить среднюю длину свободного пробега молекулы азота в сосуде вместимостью 5 л. Масса газа 0,5 г.

37. Найти коэффициент диффузии водорода при нормальных условиях, если средняя длина свободного пробега 0,16 мкм.

38. В сосуде объемом 2 л находится масса 10 г кислорода при давлении 90,6 кПа. Найти среднюю квадратичную скорость молекул газа, число молекул, находящихся в сосуде, и плотность газа.

39. На какой глубине радиус пузырька воздуха вдвое меньше, чем у поверхности воды, если атмосферное давление у поверхности воды 10^5 Па ? Изменение температуры воды с глубиной не учитывайте.

40. В вертикально поставленном цилиндре под поршнем находится 300 см^3

газа. Масса поршня 6,75 кг, его площадь 25 см². На поршень поставили гири, и он опустился, сжав газ до объема 212 см³. Найти массу гирь. Процесс изотермический, атмосферное давление нормальное.

41. Определите коэффициент теплопроводности азота, если коэффициент динамической вязкости для него при тех же условиях равен 10 мкПа · с.

42. Азот массой 10 г находится при температуре 290 К. Определите среднюю кинетическую энергию одной молекулы азота и среднюю кинетическую энергию вращательного движения всех молекул азота. Газ считать идеальным.

43. В закрытом сосуде объемом 10 л находится воздух при давлении 0,1 МПа. Какое количество теплоты надо сообщить воздуху, чтобы повысить давление в сосуде в 5 раз?

44. Объем кислорода массой 160 г, температура которого 27°C, при изобарном нагревании увеличился вдвое. Найти работу газа при расширении, количество теплоты, которое пошло на нагревание кислорода, изменение внутренней энергии.

45. Найти показатель адиабаты смеси водорода и неона, если массовые доли обоих газов в смеси одинаковы и равны 0,5.

46. Газ, находящийся при давлении 140 кПа, изобарно нагрели так, что его объем увеличился в четыре раза. При этом была совершена работа 8,4 кДж. Определить первоначальный объем газа.

47. Гелий, находящийся при нормальных условиях, изотермически увеличил объем в 2 раза. Найти работу, совершенную газом при расширении, и количество теплоты, сообщенное газу.

48. Объем 1 кмоль азота, находящегося при нормальных условиях, расширяется адиабатически в 5 раз. Найти изменение внутренней энергии газа и работу, совершенную газом при расширении.

49. Идеальный газ совершает цикл Карно. Работа изотермического расширения газа равна 5 Дж. Определить работу изотермического сжатия, если термический к. п. д. цикла равен 0,2.

50. Массу 640 г расплавленного свинца, взятого при температуре плавления, вылили на лед, имеющий температуру 0°C. Найти изменение энтропии при этом процессе.

51. Постоянные Ван-дер-Ваальса для неона равны: 0,209 м⁴ · Н/моль и 1,7 · 10⁻⁵ м³/моль. Найдите критические значения параметров состояния (температура, давление и молярный объем).

52. Кислород 1 моль (реальный газ), занимавший при температуре 400 К и объемом 1 л, расширяется изотермически в 2 раза. Определите: работу при расширении; изменение внутренней энергии газа. Поправки *a* и *b* принять равными соответственно 0,136 Н · м⁴/моль² и 3,17 · 10⁻³⁵ м³/моль.

53. Используя закон Дюлонга и Пти, определите удельную теплоемкость натрия и алюминия.

54. в сосуде вместимостью 10 л находится азот массой 0,25 кг. Определить: внутреннее давление газа; собственный объем молекул.

55. Объем углекислого газа массой 0,1 кг увеличился от 10³ л до 10⁴ л. Найти работу внутренних сил взаимодействия молекул при этом расширении газа.

56. По трубе радиусом 1,5 см течет углекислый газ плотностью 7,5 кг/м³. Определите скорость его течения, если за 20 мин через поперечное сечение трубы

протекает 950 г газа.

57. Азот 2 моль адиабатно расширяется в вакуум. Температура газа при этом уменьшается на 1 К. Определите работу, совершаемую газом против межмолекулярных сил притяжения.

58. Давление воздуха внутри мыльного пузыря на 200 Па больше атмосферного. Определите диаметр пузыря. Поверхностное натяжение мыльного раствора 40 мН/м.

Вопросы к экзамену (третий семестр)

1. Электрический заряд.
2. Закон Кулона.
3. Напряжённость электростатического поля.
4. Потенциал электростатического поля.
5. Напряжение
6. Теорема Гаусса и её применение.
7. Электрический диполь.
8. Диэлектрики в электрическом поле.
9. Вектор электрической индукции. Границы двух диэлектриков.
10. Проводники в электрическом поле.
11. Энергия электрического поля.
12. Емкость.
13. Конденсаторы. Соединение конденсаторов.
14. Энергия электрического поля.
15. Постоянный электрический ток. Плотность и сила тока.
16. Закон Ома для участка цепи.
17. Соединение проводников.
18. Электро движущая сила.
19. Закон Ома для неоднородного участка цепи.
20. Разветвлённые электрические цепи. Правила Кирхгофа.
21. Мощность тока.
22. Закон Джоуля-Ленца.
23. Примесная электропроводность.
24. Электронно-дырочный переход.
25. Полупроводниковые приборы.
26. Электрический ток в вакууме.
27. Электрический ток в растворах и расплавах.
28. Законы электролиза.
29. Электрический ток в газах. Плазма.
30. Контактная разность потенциалов. Работа выхода электронов.
31. Термоэлектрические явления.
32. Взаимодействие токов.
33. Магнитное поле.
34. Вектор магнитной индукции.
35. Действие магнитного поля на проводник с током.
36. Действие магнитного поля на движущийся заряд.
37. Магнитные свойства вещества.

38. Магнитный момент. Магнитная индукция.
39. Закон Ампера. Энергия контура с током в магнитном поле.
40. Действие магнитного поля на движущийся заряд. Сила Лоренца.
41. Экспериментальное определение удельного заряда частиц.
42. Эффект Холла.
43. Напряженность магнитного поля. Закон Био-Савара-Лапласа и его применение.
44. Закон полного тока. Напряженность магнитного поля соленоида и тороида.
45. Магнитные свойства вещества.
46. Самоиндукция. Индуктивность.
47. Основной закон электромагнитной индукции.
48. Взаимная индукция.
49. Явление электромагнитной индукции. Правило Ленца.
50. Электродвижущая сила индукции.
51. Вихревое электрическое поле.
52. Токи Фуко.
53. Явление самоиндукции. Индуктивность.
54. Ток при размыкании и замыкании цепи.
55. Взаимная индукция.
56. Энергия магнитного поля.
57. Электрический колебательный контур.
58. Превращение энергии при гармонических колебаниях.
59. Затухающее колебание.
60. Вынужденное колебание.
61. Амплитуда и фаза колебаний.
62. Резонанс.
63. Амплитуда и фаза колебаний.
64. Переменный ток.
65. Полное сопротивление в цепи переменного тока.
66. Мощность переменного тока.
67. Понятие о теории Максвелла. Ток смещения.

Задачи (третий семестр)

1. Два проводящих шарика массой по 4 г каждый подвешены в воздухе на непроводящих нитях длиной 20 см к одному крючку. Шарикам сообщили равные одноименные заряды, вследствие чего шарики разошлись на расстояние 90 см. Определить заряд каждого шарика.

2. Электрическое поле создано двумя точечными зарядами 40 нКл и -10 нКл, находящимися на расстоянии 10 см друг от друга. Определить напряженность поля в точке, удаленной от первого заряда на 12 см и от второго на 6 см.

3. Очень длинная тонкая прямая проволока несет заряд, равномерно распределенный по всей ее длине. Вычислить линейную плотность заряда, если напряженность поля на расстоянии 0,5 м от проволоки против ее середины равна 200 В/м.

4. Две прямоугольные одинаковые параллельные пластины, длины сторон которых 10 см и 15 см, расположены на малом (по сравнению с линейными размерами пластин) расстоянии друг от друга. На одной из пластин равномерно распределен заряд 50 нКл, на другой – заряд 150 нКл. Определить напряженность E электрического поля между пластинами.

5. Между пластинами плоского конденсатора находится точечный заряд 30 нКл. Поле конденсатора действует на заряд с силой 10 мН. Определить силу взаимного притяжения пластин если площадь каждой пластины равна 100 см².

6. Тонкие стержни образуют квадрат. Стержни заряжены с линейной плотностью 1,83 нКл/м. Найти потенциал в центре квадрата.

7. Точечные заряды 1 мкКл и 0,1 мкКл находятся на расстоянии 10 см друг от друга. Какую работу совершат силы поля, если второй заряд, отталкиваясь от первого, удалится от него на расстояние 10 м?

8. Расстояние между зарядами ± 2 нКл равно 20 см. Определите напряженность поля, созданного этими зарядами в точке, находящейся на расстоянии 15 см от первого и 10 см от второго заряда.

9. Полый шар несет на себе равномерно распределенный заряд. Определите радиус шара, если потенциал в центре шара равен 200 В, а в точке, лежащей от его центра на расстоянии 50 см, 40 В.

10. Два конденсатора емкостями 3 мкФ и 6 мкФ соединены между собой и присоединены к батарее с э. д. с. 120 В. Определить заряды конденсаторов и разности потенциалов между их обкладками, если конденсаторы соединены параллельно, последовательно.

11. Определите поверхностную плотность зарядов на пластинах плоского слюдяного конденсатора, заряженного до разности потенциалов 200 В, если расстояние между его пластинами равно 0,5 мм.

12. Найти энергию уединенной сферы радиусом 4 см, заряженной до потенциала 500 В.

13. Расстояние между зарядами $\pm 3,2$ нКл диполя равно 12 см. Найти напряженность и потенциал поля, созданного диполем в точке, удаленной на 8 см как от первого, так и от второго заряда.

14. Сила тока в проводнике сопротивлением 120 Ом равномерно возрастает от 0 А до 5 А за 15 с. Определите выделившееся за это время в проводнике количество теплоты.

15. Определите напряженность электрического поля в алюминиевом проводнике объемом 10 см³, если при прохождении по нему постоянного тока за 5 мин выделилось количество теплоты 2,3 кДж.

16. Определите ток короткого замыкания, если при внешнем сопротивлении 50 Ом ток в цепи 0,2 А, а при 110 Ом 0,1 А.

17. Элемент с ЭДС 6 В и внутренним сопротивлением 1,5 Ом замкнут на внешнее сопротивление 8,5 Ом. Найти: силу тока в цепи; падение напряжения во внешней цепи и внутри элемента; КПД элемента.

18. Определить толщину слоя меди, выделившейся за время 5 ч при электролизе медного купороса, если плотность тока 80 А/м².

19. При электролизе медного купороса за 1 ч выделилось 0,8 г меди. Площадь каждого электрода равна 100 см². Найдите плотность тока.

20. Найдите силу тока насыщения в ионизационной камере, если ионизатор

образует ежесекундно 10^9 пар ионов в 1 см^3 . Площадь каждого электрода 1 дм^2 , расстояние между ними 5 см .

21. По прямому бесконечно длинному проводнику течет ток силой 50 А . Определить магнитную индукцию в точке, удаленной на расстояние 5 см от проводника.

22. Определить магнитный поток и потокосцепление в соленоиде без сердечника, сила тока в котором равна $6,3 \text{ А}$. Соленоид имеет 1400 витков, длину $1,6 \text{ м}$ и радиус $4,8 \text{ см}$. Какова индуктивность соленоида?

23. По витку радиусом 5 см течет ток силой 10 А . Определить магнитный момент кругового тока.

24. При силе тока 5 А в катушке возникает магнитный поток 15 мВб . Сколько витков содержит катушка, если ее индуктивность равна 60 мГн .

25. Электрон движется по окружности в однородном магнитном поле напряженностью 10 кА/м . Вычислить период вращения электрона.

26. Найти плотность энергии магнитного поля в железном сердечнике соленоида, если напряженность намагничивающего поля равна $1,6 \text{ кА/м}$.

27. В однородном магнитном поле, индукция которого $0,1 \text{ Тл}$, движется проводник длиной 10 см . Скорость движения проводника 15 м/сек и направлена перпендикулярно магнитному полю. Чему равна индуцированная в проводнике э. д. с.?

28. Индуктивность соленоида длиной 1 м , намотанного в один слой на немагнитный каркас, равна $1,6 \text{ мГн}$. Площадь сечения соленоида 20 см^2 . Определить число витков на каждом сантиметре длины соленоида.

29. В катушке, состоящей из 75 витков, магнитный поток равен $4,8 \cdot 10^{-3} \text{ Вб}$. За какое время должен исчезнуть этот поток, чтобы в катушке возникла средняя э. д. с. индукции $0,74 \text{ В}$?

30. Соленоид содержит 1000 витков провода, по которому течет ток 20 А . Определить магнитный поток и потокосцепление, если индуктивность соленоида $0,5 \text{ Гн}$.

31. По катушке длиной 20 см и диаметром 3 см , имеющей 400 витков, течет ток силой 2 А . Найти индуктивность катушки и магнитный поток, пронизывающий сечение катушки.

32. Напряженность магнитного поля тороида со стальным сердечником возросла от 200 А/м до 800 А/м . Во сколько раз изменилась объемная плотность энергии магнитного поля, если известно, что магнитная индукция соответственно имела значения $0,5 \text{ Тл}$ и $1,25 \text{ Тл}$?

33. Катушка имеет сопротивление 10 Ом и индуктивность $0,144 \text{ Гн}$. Через сколько времени после включения в катушке установится ток, равный половине постоянного?

34. Контур состоит из катушки индуктивностью 30000 см и сопротивлением 1 Ом и из конденсатора емкостью 2000 см . Какую мощность должен потреблять контур, чтобы в нем поддерживались незатухающие колебания, при которых максимальное напряжение на конденсаторе равно $0,5 \text{ В}$?

35. В цепь переменного тока напряжением 220 В и частотой 50 Гц последовательно включены резистор сопротивлением 100 Ом , катушка индуктивностью $0,5 \text{ Гн}$ и конденсатор электроемкостью 10 мкФ . Определите силу

тока в цепи, падение напряжения на активном сопротивлении, падение напряжения на конденсаторе, падение напряжения на катушке.

36. Сила электрического тока низкой частоты изменяется по закону $i = 0,564 \sin 12,56 t$. Какое количество теплоты выделится в проводнике с активным сопротивлением 15 Ом за время, равное 10 периодам?

37. Колебательный контур состоит из конденсатора емкостью 6 мкФ и катушки индуктивности индуктивностью 0,3 Гн. Определите амплитуду силы тока в контуре, если амплитуда напряжения на обкладках конденсатора 100 В. Активное сопротивление контура не учитывать.

38. Колебательный контур состоит из катушки индуктивностью 0,2 мГн и конденсатора с площадью пластин 155 см², расстояние между которыми 1,5 мм. Зная, что контур резонирует на длину волны 630 м, определите диэлектрическую проницаемость среды, заполненной пространство между пластинами конденсатора.

39. Колебательный контур состоит из конденсатора емкостью 800 мкФ и катушки, индуктивность которой равна $2 \cdot 10^{-3}$ Гн. На какую длину волны настроен контур? Сопротивлением контура пренебречь.

40. Скорость распространения электромагнитных волн в некоторой среде составляет 250 Мм/с. Определите длину волны электромагнитных волн в этой среде, если их частота в вакууме 1 МГц.

41. Определить логарифмический декремент затухания контура с емкостью 2000 см и индуктивностью см 150000 см, если на поддержание в этом контуре незатухающих колебаний с максимальным напряжением 0,9 В, требуется мощность 10 мкВт.

Вопросы к экзамену (четвёртый семестр)

1. Механизм образования механических волн в упругой среде.
2. Продольные и поперечные волны.
3. Бегущие волны.
4. Фронт волны.
5. Длина волны.
6. Распространение волн в средах с дисперсией.
7. Волновой пакет, групповая скорость.
8. Принцип суперпозиции.
9. Поток энергии волны. Вектор Умова.
10. Стоячие волны.
11. Интерференция волн.
12. Дифракция волн.
13. Звук.
14. Эффект Доплера.
15. Ударные волны и автоволны
16. Когерентность.
17. Характеристика звуковых волн.
18. Ультразвук и его использование.
19. Электромагнитные волны.
20. Дифференциальное уравнение электромагнитной волны.
21. Вектор Пойтинга.

22. Шкала электромагнитных волн.
23. Оптическая длина пути.
24. Когерентность и монохроматичность световых волн.
25. Применение интерференции света.
26. Интерференция света в тонких пластинках. Просветление оптики.
27. Дифракция световых волн. Принцип Гюйгенса-Френеля.
28. Дифракция Френеля на круглом отверстии и диске.
29. Дифракция Фраунгофера.
30. Дифракционная решетка как спектральный прибор.
31. Основы рентгено-структурного анализа.
32. Представление о голографии.
33. Дисперсия.
34. Поляризация световых волн. Естественный поляризованный свет. Закон Малюса.
35. Поляризация света при отражении и преломлении.
36. Двойное лучепреломление в кристаллах. Эффект Керра.
37. Поляризационные призмы и поляроиды.
38. Применение поляризованного света.
39. Геометрическая оптика как предельный случай волновой оптики.
40. Абберации линз.
41. Лупа.
42. Оптическая система микроскопа.
43. Дисперсия света. Групповая скорость волн.
44. Поглощение света.
45. Рассеяние света.
46. Электронная теория дисперсии.
47. Поглощение света.
48. Характеристики теплового излучения. Черное тело.
49. Закон Кирхгофа.
50. Излучение абсолютно черного тела, распределение энергии в его спектре.
51. Формула Рэлея-Джинса.
52. Квантовая гипотеза и формула Планка для спектра абсолютно черного тела.
53. Законы излучения черного тела.
54. Оптическая пирометрия.
55. Эффект Комптона и его теория.
56. Фотоны, их масса и импульс.
57. Корпускулярно-волновой дуализм вещества.
58. Формула де-Бройля.
59. Границы применения классической механики.
60. Волновая функция и ее статистический смысл.
61. Стационарное уравнение Шредингера. Электрон в потенциальной яме.
62. Применение уравнения Шредингера к атому водорода. Квантовые числа.
63. Понятие о теории Бора.
64. Энергетические уровни молекул.
65. Тормозное рентгеновское излучение. Характеристики рентгеновского излучения.

66. Взаимодействие рентгеновского излучения с веществом.
67. Основные характеристики ядер.
68. Опыт Резерфорда. Строение ядра.
69. Ядерные силы. Энергия связи ядер.
70. Радиоактивность.
71. Основной закон радиоактивного распада. Активность.
72. Естественная и искусственная радиоактивность.
73. Период полураспада.
74. Альфа- и бета-распады, их закономерности.
75. Происхождение гамма-лучей.
76. Ядерные реакции, их механизм и классификация.
77. Законы сохранения в ядерных реакциях.
78. Методы регистрации излучения.
79. Цепная реакция деления ядер.
80. Строение и работа ядерного реактора.
81. Продукты деления ядерного топлива.
82. Преимущества и недостатки ядерной энергетики.
83. Реакции синтеза атомных ядер.
84. Проблема управляемой реакции синтеза.
85. Субатомные частицы, их классификация и основные свойства.
86. Частицы и античастицы.
87. Ускорители заряженных частиц и их применение.
88. Трудности классического объяснения строения и стабильности атомов.
89. Атом водорода.
90. Уравнение Шредингера для электрона в атоме водорода.
91. Главное, орбитальное и магнитные квантовые числа.
92. Спектр водорода и водородоподобных атомов.
93. Спин электрона.
94. Многоэлектронные атомы.
95. Принцип Паули, фермионы и бозоны.
96. Периодическая система элементов Менделеева.
97. Структура электронных уровней.
98. Распределение электронов в атомах по энергетическим состояниям.
99. Рентгеновские спектры атомов.
100. Спонтанное и вынужденное резонансное излучение.
101. Принцип действия лазеров.
102. Основные свойства излучения лазеров.
103. Практическое использование лазеров.
104. Представление о квантовой статистике.
105. Статистика Ферми.
106. Зонная структура энергетического спектра электронов в кристалле.
107. Уровень Ферми.
108. Заполнение электронами энергетических зон.
109. Металлы, диэлектрики и полупроводники с точки зрения зонной теории.
110. Собственная и примесная проводимость полупроводников.
111. Полупроводниковые приборы – диод, транзистор. Их применение в технике.

112. Размер, состав и заряд атомного ядра.
113. Массовое и зарядовое числа.
114. Общие характеристики ядер, изотопов и нуклонов.
115. Дефект массы и энергия связи.
116. Ядерные силы.
117. Модели ядер.
118. Радиоактивность.
119. Получение и использование радиоактивных нуклидов.
120. Дозиметры.
121. Взаимодействие ионизирующего излучения (альфа-, бета-, гамма- и нейтронов) с веществом.
122. Закон поглощения.

Задачи (четвёртый семестр)

1. Луч света выходит из скипидара в воздух. Предельный угол полного внутреннего отражения для этого луча $42^{\circ}23'$. Чему равна скорость распространения света в скипидаре?

2. Прямоугольная стеклянная пластинка толщиной 4 см имеет показатель преломления 1,6. На ее поверхность падает луч под углом 55° . Определить смещение луча относительно первоначального направления после его выхода из пластинки в воздух.

3. У линзы, находящейся в воздухе, фокусное расстояние 5 см, а погруженной в жидкость 20 см. Найдите показатель преломления жидкости. Стекло линзы – легкий крон.

4. Рассеивающая линза с оптической силой -2 дптр и собирающая с фокусным расстоянием 20 см сложены вплотную. Определить оптическую силу системы линз. Как и на сколько она изменится, если линзы раздвинуть на 40 см?

5. На высоте 3 м от поверхности земли висит лампа, сила света которой 300 кд. Найти освещенность точки на поверхности земли, находящейся на расстоянии 4 м от точки на земле под лампой.

6. Сколько длин волн монохроматического света с частотой колебаний $5 \cdot 10^{14}$ Гц уложится на пути длиной 1,2 мм в вакууме и в стекле?

7. Найти все длины волн видимого света (от 0,76 мкм до 0,38 мкм), которые будут максимально усилены и максимально ослаблены при оптической разности хода интерферирующих волн, равной 1,8 мкм.

8. На мыльную пленку, находящуюся в воздухе, падает нормально пучок лучей белого света. При какой наименьшей толщине пленки отраженный свет с длиной волны 0,56 мкм окажется максимально усиленным в результате интерференции?

9. Установка для получения колец Ньютона освещается монохроматическим светом, падающим по нормали к поверхности пластинки. Наблюдение ведется в отраженном свете. Радиусы двух соседних темных колец 4 мм и 4,38 мм. Радиус кривизны линзы 6,4 м. Найти порядковые номера колец и длину волны падающего света.

10. Определите длину отрезка на котором укладывается столько же длин волн монохроматического света в вакууме, сколько их укладывается на отрезке 5 мм в

стекле. Показатель преломления стекла 1,5.

11. Установка для получения колец Ньютона освещается белым светом, падающим нормально. Найти радиусы четвертого синего кольца, длина волны которого $4 \cdot 10^{-5}$ см и третьего красного кольца, длина волны которого $6,3 \cdot 10^{-5}$ см. Наблюдение производится в проходящем свете. Радиус кривизны линзы равен 5 м.

12. Вычислить радиусы первых пяти зон Френеля для случая плоской волны. Расстояние от волновой поверхности до точки наблюдения 1 м. Длина волны $5 \cdot 10^{-7}$ м.

13. На дифракционную решетку падает нормально свет. При этом максимум второго порядка для длины волны 0,65 мкм соответствует углу 45° . Найдите угол, соответствующий максимуму третьего порядка для 0,50 мкм.

14. Определите угловую дисперсию дифракционной решетки для длины волны 589 нм в спектре первого порядка. Постоянная решетки $2,5 \cdot 10^{-4}$ см.

15. Вычислить радиус пятой зоны Френеля для плоского волнового фронта с длиной волны 0,5 мкм, если построение делается для точки наблюдения, находящейся на расстоянии 1 м от фронта волны.

16. Определите угловую дисперсию дифракционной решетки для длины волны 589 нм в спектре первого порядка. Постоянная решетки $2,5 \cdot 10^{-4}$ см.

17. Найти показатель преломления стекла, если при отражении от него света отраженный луч будет полностью поляризован при угле преломления 30° .

18. Угол максимальной поляризации при отражении света от кристаллокаменной соли 57° . Определить скорость распространения света в этом кристалле.

19. Предельный угол полного отражения для пучка света на границе кристалла каменной соли с воздухом равен $40,5^\circ$. Определите угол Брюстера при падении света из воздуха на поверхность этого кристалла.

20. Максимум энергии излучения Солнца приходится на длину волны 470 нм. Считая, что Солнце излучает как абсолютно черное тело, определить температуру фотосферы.

21. Черное тело находится при температуре 3000 К. При остывании тела длина волны, соответствующая максимуму спектральной плотности энергетической светимости, изменилась на 8 мкм. Определите температуру, до которой тело охладилось.

22. Зачерненный шарик остывает от температуры 27°C до 20°C . Насколько изменилась длина волны, соответствующая максимуму его лучеиспускательной способности?

23. Поверхность тела нагрета до температуры 1000 К. Затем одна половина этой поверхности нагревается на 100 К, другая охлаждается на 100 К. Во сколько раз изменится энергетическая светимость поверхности этого тела?

24. На поверхность лития падает монохроматический свет длиной волны 310 нм). Чтобы прекратить эмиссию электронов, нужно приложить задерживающую разность потенциалов не менее 1,7 В. Определить работу выхода.

25. Максимальная скорость фотоэлектронов, вылетающих из металла при облучении его γ -фотонами, равна 291 Мм/с. Определить энергию γ -фотонов.

26. Определить постоянную Планка, если с увеличением частоты электромагнитного излучения в процессе фотоэффекта на $1,21 \cdot 10^{11}$ кГц

задерживающий потенциал возрос на 0,5 В.

27. При какой температуре кинетическая энергия молекулы двухатомного газа будет равна энергии фотона с длиной волны $5,89 \cdot 10^{-4}$ мм?

28. Во сколько раз возрастет световое давление, создаваемое излучением звезды, при повышении температуры ее поверхности в два раза?

29. Монохроматическое излучение с длиной волны 500 нм падает нормально на плоскую зеркальную поверхность и давит на нее с силой 10 нН. Определить число фотонов, ежесекундно падающих на эту поверхность.

30. Рентгеновский фотон с энергией, равной удвоенному значению энергии покоя электрона, был рассеян на свободном электроном на угол 120° . Определить энергию рассеянного фотона и кинетическую энергию электрона отдачи.

31. Какая доля энергии фотона при эффекте Комптона приходится на электрон отдачи, если фотон претерпел рассеяние на угол 180° ? Энергия фотона до рассеяния равна 0,255 МэВ.

32. Определите длину волны рентгеновского излучения, если при комптоновском рассеянии этого излучения под углом 60° длина волны рассеянного излучения оказалась равной 57 пм.

33. Фотон с энергией 16,5 эВ выбивает электрон из невозбужденного атома водорода. Какую скорость будет иметь электрон вдали от ядра?

34. Определите длину волны спектральной линии, излучаемой при переходе электрона с более высокого уровня энергии на более низкий уровень, если при этом энергия атома уменьшилась на 10 эВ.

35. Вычислить энергию фотона, испускаемого при переходе электрона в атоме водорода с третьего энергетического уровня на первый.

36. Найдите длину волны де Бройля для электрона, получившего ускорение в электрическом поле напряжением 10 кВ.

37. При некогерентном рассеянии под углом 90° происходит уменьшение длины волны излучения на величину $\Delta\lambda$. Определите соотношение если $\lambda_1 = 10^{-5}$ нм, $\lambda_2 = 80$ нм.

38. Кинетическая энергия электрона равна 0,6 МэВ. Определите длину волны де Бройля.

39. Определите, при какой кинетической энергии длина волны де Бройля электрона равна его комптоновской длине волны.

40. За один год начальное количество радиоактивного изотопа уменьшилось в три раза. Во сколько раз оно уменьшится за два года?

41. Определите, во сколько раз начальное количество ядер радиоактивного изотопа уменьшится за три года, если за один год оно уменьшилось в 4 раза.

42. Какая доля радиоактивного стронция ${}_{38}^{90}\text{Sr}$, период полураспада которого 28 лет, распадается за полгода? Определить постоянную распада для стронция.

43. Как изменится активность препарата кобальта в течение двух лет? Период полураспада 5,2 года.

44. Определите, выделяется или поглощается энергия при ядерной реакции ${}_{7}^{14}\text{N} + {}_{2}^{4}\text{He} \rightarrow {}_{1}^{1}\text{H} + {}_{8}^{17}\text{O}$.

45. Определите энергию, которую можно получить при расщеплении 1 г урана ${}_{92}^{235}\text{U}$, если при расщеплении каждого ядра урана выделяется энергия 200 МэВ.

**Критерии и шкала оценивания по оценочному средству
промежуточный контроль (экзамен)**

Шкала оценивания	Характеристика знания предмета и ответов
отлично (5)	Студент глубоко и в полном объеме владеет программным материалом. Грамотно, исчерпывающе и логично его излагает в устной или письменной форме. При этом знает рекомендованную литературу, проявляет творческий подход в ответах на вопросы и правильно обосновывает принятые решения, хорошо владеет умениями и навыками при выполнении практических задач.
хорошо (4)	Студент знает программный материал, грамотно и по сути излагает его в устной или письменной форме, допуская незначительные неточности в утверждениях, трактовках, определениях и категориях или незначительное количество ошибок. При этом владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических задач.
удовлетворительно (3)	Студент знает только основной программный материал, допускает неточности, недостаточно четкие формулировки, непоследовательность в ответах, излагаемых в устной или письменной форме. При этом недостаточно владеет умениями и навыками при выполнении практических задач. Допускает до 30% ошибок в излагаемых ответах.
неудовлетворительно (2)	Студент не знает значительной части программного материала. При этом допускает принципиальные ошибки в доказательствах, в трактовке понятий и категорий, проявляет низкую культуру знаний, не владеет основными умениями и навыками при выполнении практических задач. Студент отказывается от ответов на дополнительные вопросы.

Экспертное заключение

Представленный фонд оценочных средств (далее – ФОС) по дисциплине «Физика» соответствует требованиям ФГОС ВО.

Предлагаемые формы и средства текущего и промежуточного контроля адекватны целям и задачам реализации основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки 23.03.01 Технология транспортных процессов.

Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины представлены в полном объеме.

Виды оценочных средств, включенные в представленный фонд, отвечают основным принципам формирования ФОС.

Разработанный и представленный для экспертизы фонд оценочных средств рекомендуется к использованию в процессе подготовки бакалавров по указанному направлению подготовки.

Председатель учебно-методической
комиссии Антрацитовского института
геосистем и технологий



И.В. Савченко

Лист изменений и дополнений

№ п/п	Виды дополнений и изменений	Дата и номер протокола заседания кафедры (кафедр), на котором были рассмотрены и одобрены изменения и дополнения	Подпись (с расшифровкой) заведующего кафедрой (заведующих кафедрами)