

**ПРИЛОЖЕНИЕ А**  
**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**  
**ПО ДИСЦИПЛИНЕ «Физика»**

*1. Перечень оценочных средств для компетенций, формируемых в результате освоения дисциплины*

Код контролируемой компетенции	Способ оценивания	Оценочное средство
<b>ОПК-1: Способен решать задачи профессиональной деятельности на основе использования теоретических и практических основ естественных и технических наук, а также математического аппарата</b>	Экзамен	Комплект контролирующих материалов для экзамена

*2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, описание шкал оценивания*

Оцениваемые компетенции представлены в разделе «Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций» рабочей программы дисциплины «Физика».

При оценивании сформированности компетенций по дисциплине «Физика» используется 100-балльная шкала.

Критерий	Оценка по 100-балльной шкале	Оценка по традиционной шкале
Студент освоил изучаемый материал (основной и дополнительный), системно и грамотно излагает его, осуществляет полное и правильное выполнение заданий в соответствии с индикаторами достижения компетенций, способен ответить на дополнительные вопросы.	75-100	<i>Отлично</i>
Студент освоил изучаемый материал, осуществляет выполнение заданий в соответствии с индикаторами достижения компетенций с непринципиальными ошибками.	50-74	<i>Хорошо</i>
Студент демонстрирует освоение только основного материала, при выполнении заданий в соответствии с индикаторами достижения компетенций допускает отдельные ошибки, не способен систематизировать материал и делать выводы.	25-49	<i>Удовлетворительно</i>
Студент не освоил основное содержание изучаемого материала, задания в соответствии с индикаторами достижения компетенций	<25	<i>Неудовлетворительно</i>

не выполнены или выполнены неверно.

**3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки уровня достижения компетенций в соответствии с индикаторами**

**1. Задачи на применение соответствующего математического аппарата**

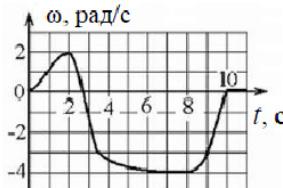
Компетенция	Индикатор достижения компетенции
ОПК-1 Способен решать задачи профессиональной деятельности на основе использования теоретических и практических основ естественных и технических наук, а также математического аппарата	ОПК-1.1 Решает задачи с применением математического аппарата

**Применяя соответствующий математический аппарат, решить задачи на следующие темы:**

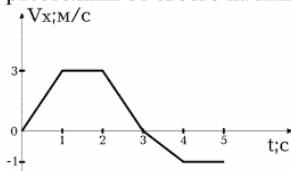
1. Кинематика поступательного и вращательного движения.
2. Динамика поступательного движения. Силы в механике.
3. Динамика вращательного движения твердого тела.
4. Законы сохранения энергии, импульса, момента импульса.
5. Термодинамика. Законы термодинамики. Циклы. КПД тепловых двигателей.
6. Электростатическое поле в вакууме.
7. Постоянный электрический ток. Работа и мощность электрического тока. Закон Джоуля-Ленца. Правила Кирхгофа.
8. Электромагнитная индукция. Самоиндукция.
9. Свободные, затухающие и вынужденные колебания. Электромагнитные волны.

## 1. Кинематика поступательного и вращательного движения

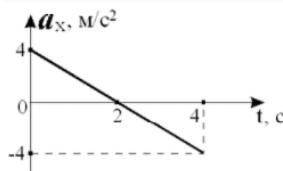
- 1.1. Движение материальной точки описывается уравнением  $\vec{r}(t) = (4t^2 - 1)\vec{i} + (1 - 5t^2)\vec{j} + 3t\vec{k}$ . Определить, вдоль каких осей оно является равнозамедленным.
- 1.2. Угловое перемещение тела меняется с течением времени  $t$  по закону  $\varphi = (2t^2 - 2t + 5)$  (рад). Определить угловое ускорение тела.
- 1.3. Твердое тело начинает вращаться вокруг оси  $Z$  с угловой скоростью, проекция которой изменяется во времени, как показано на графике. Определить, в какой момент времени угол поворота тела относительно начального положения будет наибольшим.



- 1.4. В начальный момент времени тело находилось в начале координат и начало движение с переменной скоростью, график зависимости проекции которой от времени, изображен на рисунке. Определить, в какой момент времени данное тело находилось на наибольшем расстоянии от своего начального положения.



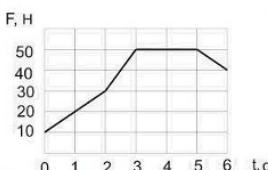
- 1.5. Тело, имеющее начальную скорость 3 м/с, начинает двигаться с ускорением, которое изменяется с течением времени так, как показано на рисунке.



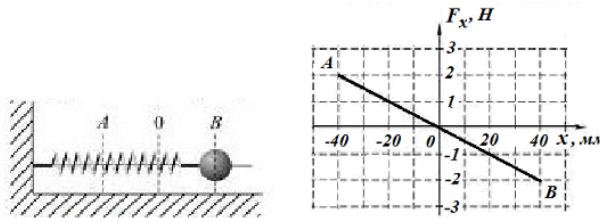
Определить проекцию скорости (в м/с) через 4 с.

## 2. Динамика поступательного движения. Силы в механике

- 2.1. На рисунке приведен график зависимости силы, действующей на тело, от времени. Определить изменение импульса тела за первые 3 секунды движения.



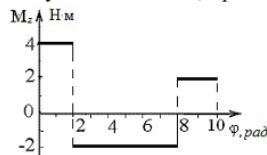
- 2.2. Тело массой 10 кг под действием силы упругости изменяет свою координату по закону:  $x = 12 + 3t + 2t^2$  (м). Определить коэффициент трения, если жесткость пружины 60 кН/м, а абсолютное удлинение пружины 1 мм.
- 2.3. Потенциальная энергия частицы задается функцией  $U = 5x^2 + 7y^2 - 3z^2$ . Определить, чему равна компонента  $F_z$  вектора силы, действующей на частицу, в точке A(3,1,2).
- 2.4. Тело массой 8 кг брошено вертикально вверх, при этом его координата с течением времени изменяется по закону:  $y = 6t - 4t^2$  (м). Определить кинетическую энергию тела через секунду после начала движения.
- 2.5. Шарик, прикрепленный к пружине и насаженный на горизонтальную направляющую, совершает гармонические колебания. На графике построена зависимость проекции силы упругости пружины на положительное направление оси X от координаты шарика.



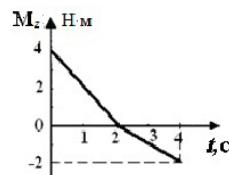
Определить работу силы упругости (в Дж) на этапе О-А-В.

### 3. Динамика вращательного движения твердого тела

- 3.1. Момент импульса тела изменяется по закону  $L=2t^2-4t+8$  (СИ). Определить время, за которое момент внешних сил станет равным нулю.
- 3.2. Момент внешних сил, действующих на тело, изменяется по закону  $M=2+t+4t^2$  (СИ). Определить изменение момента импульса тела за первые 2 с.
- 3.3. Величина момента импульса тела изменяется с течением времени по закону  $L=2t^2 + 7t - 5$  (в единицах СИ). Определить момент инерции тела, если в момент времени 2 с угловое ускорение составляет  $3 \text{ c}^{-2}$ .
- 3.4. На рисунке представлен график зависимости проекции вращательного момента силы, действующей на тело, от угла поворота. Чему равна работа сил, действующих на тело, при повороте его на угол 10 рад?

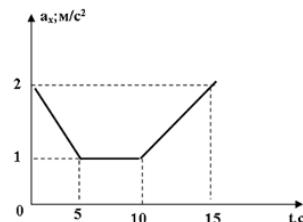


- 3.5. На графике приведена зависимость проекции момента силы, действующей на тело, от времени. Определить, какой момент импульса будет иметь тело к концу четвертой секунды движения, если в начальный момент времени тело поконилось.

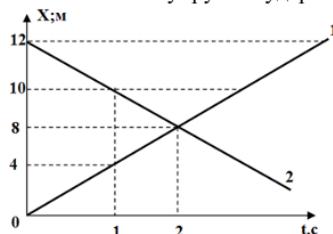


### 4. Законы сохранения энергии, импульса, момента импульса

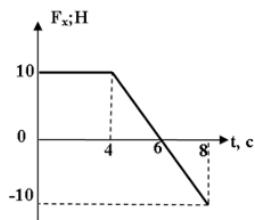
- 4.1. Два тела, массы которых 8 кг и 1 кг, изменяют свои координаты по законам:  $x_1 = 7+2t$  (м),  $x_2 = -8+20t$  (м). Определить скорость этих тел после абсолютно неупругого удара.
- 4.2. Тело массой 200 г движется с переменным ускорением, которое изменяется с течением времени так, как показано на рисунке. Определить величину проекции изменения импульса этого тела за первые 15 с своего движения.



- 4.3. Два тела массы, которых  $m_1=2$  кг и  $m_2=1$  кг, изменяют свои координаты с течением времени так, как показано на рисунке. Определить их скорости после абсолютно неупругого удара.

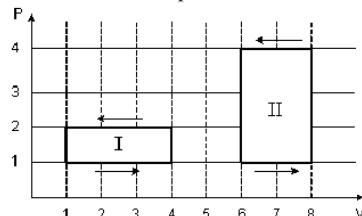


- 4.4. Тело массой 8 кг брошено вертикально вверх, при этом его координата с течением времени изменяется по закону:  $y=6t-4t^2$  (м) Определить кинетическую энергию тела через секунду после начала движения.
- 4.5. На покоящееся тело массой 2 кг, начинает действовать сила, проекция которой изменяется с течением времени так, как показано на рисунке. Определить кинетическую энергию этого тела в конце восьмой секунды.



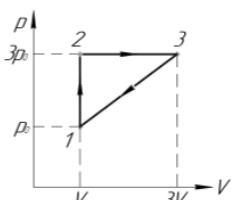
## 5. Термодинамика. Законы термодинамики. Циклы. КПД тепловых двигателей

- 5.1. На  $(p,V)$ -диаграмме изображены два циклических процесса.



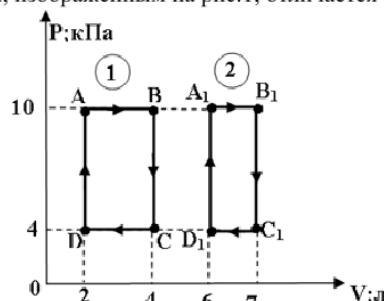
Определить отношение работ  $A_I / A_{II}$ , совершенных в этих циклах.

- 5.2. На рисунке показан круговой процесс, совершаемый над идеальным газом постоянной массы. Определить работу газа на участке 3-1.

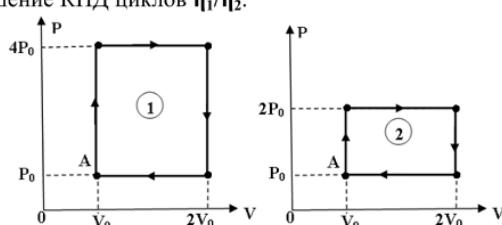


- 5.3. Некоторая масса идеального газа, изменяет своё давление по закону  $P=a-\beta V$ , где  $a=\text{const}$ ,  $\beta=1 \text{ кПа}/\text{м}^3$ . Определить работу внешних сил при изменении давления от 4 кПа до 2 кПа.

- 5.4. На рисунках показаны процессы, проведённые над идеальным газом. Определить, на сколько килоджоулей количество теплоты над процессом, изображённым на рис.1, отличается от количеством теплоты на рис.2.

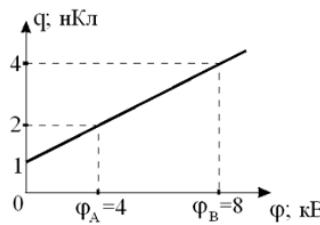


- 5.5. На рисунках изображены циклы над одноатомным идеальным газом в количестве одного моля (начало процессов в точке А.) Определить отношение КПД циклов  $\eta_1/\eta_2$ .

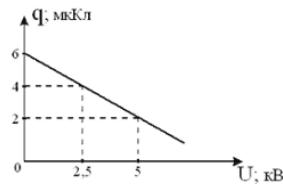


## 6. Электростатическое поле в вакууме

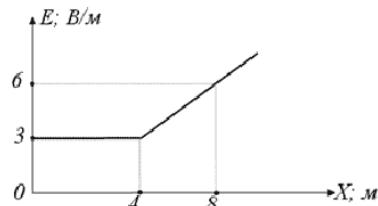
- 6.1. В некоторой точке пространства создано электрическое поле, зависимость потенциала которого от декартовой координаты  $y$  описывается уравнением  $\phi(y)=7y^2+10y-8$ , В. Определить напряженность электрического поля в точке  $y=2$ .
- 6.2. Величина заряда маленького шарика непрерывно изменяется при движении его в электрическом поле. Используя информацию приведенную на рисунке, определить какую работу необходимо совершить, чтобы переместить этот заряд из точки А в точку В.



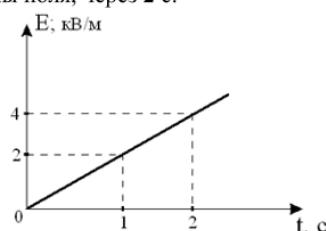
- 6.3. На рисунке представлена зависимость заряда шарика движущегося в слабо проводящей среде от разности потенциалов. Определить изменение кинетической энергии этого шарика к моменту времени, когда он пролетел ускоряющую разность потенциалов **5 кВ**.



- 6.4. Напряженность электрического поля изменяется с расстоянием так, как показано на рисунке. Определить разность потенциалов между точками, отстоящими друг от друга на расстоянии **8 м**, в которых напряженность равна **3 В/м** и **6 В/м**.

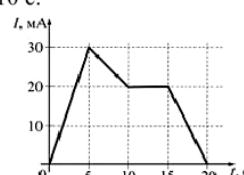


- 6.5. Маленький шарик, заряд которого **5 мКл**, находится в электрическом поле, напряженность которого изменяется с течением времени так, как показано на рисунке. Определить, какой импульс приобретет шарик под действием силы, действующей на него со стороны поля, через **2 с**.

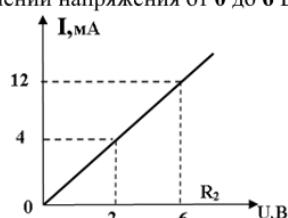


## 7. Постоянный электрический ток. Работа и мощность электрического тока. Закон Джоуля-Ленца. Правила Кирхгофа

- 7.1. На рисунке показана зависимость силы тока в электрической цепи от времени. Определить заряд, прошедший по проводнику в интервале времени от 0 до 10 с.



- 7.2. На рисунке показана зависимость силы тока от напряжения на некотором резисторе. Определить выделившуюся мощность на этом резисторе при увеличении напряжения от **0** до **6 Вольт**.



- 7.3. Сила тока в проводнике равномерно увеличивается от  $I_0=0$  до некоторого максимального значения в течение времени 10 с. За это время в проводнике выделилось количество теплоты 2 кДж. Определить скорость

нарастания тока в проводнике, если его сопротивление равно 3 Ом.

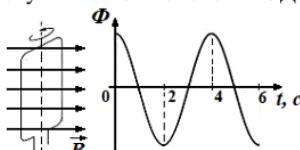
- 7.4. По проводу сопротивлением  $R=1$  Ом течет переменный электрический ток. Сила тока изменяется по закону

$$I = A \sqrt{\left(\frac{t}{2\tau}\right)^3}, \text{ где } A = 1 \text{ А, } \tau = 1 \text{ с. Определить количество теплоты, выделившееся в проводе за промежуток времени } t=2 \text{ с.}$$

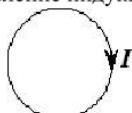
- 7.5. Сила тока на резисторе равномерно возрастает от нуля до 2 А за 4 с. Определить величину заряда, прошедшего через поперечное сечение резистора за это время.

## 8. Электромагнитная индукция. Самоиндукция

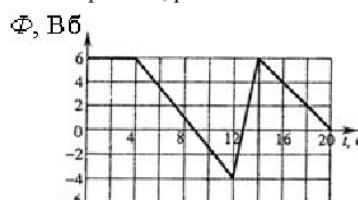
- 8.1. Проводящая рамка вращается с постоянной угловой скоростью в однородном магнитном поле вокруг оси, лежащей в плоскости рамки и перпендикулярной вектору индукции  $\mathbf{B}$  (см. рис.). На рисунке также представлен график зависимости от времени потока вектора магнитной индукции, пронизывающего рамку. Максимальное значение магнитного потока 2 мВб. Получить закон изменения ЭДС индукции со временем.



- 8.2. Сила тока в проводящем круговом контуре индуктивностью 100 мГн изменяется с течением времени по закону  $I = (3 - 0,1t^3)$  (в единицах СИ) и направлена как показано на рисунке. Определить абсолютную величину ЭДС самоиндукции в момент времени 2 с и направление индукционного тока.



- 8.3. Магнитный поток через контур с сопротивлением, равным 5 Ом, меняется так, как показано на графике. Определить индукционный ток в момент времени, равный 10 с.



- 8.4. Замкнутая накоротко катушка диаметром 10 см, имеющая 100 витков, находится в магнитном поле, индукция которого увеличивается от 2 Тл до 8 Тл в течение 0,1 с. Плоскость витков перпендикулярна силовым линиям поля. Определить среднее значение ЭДС индукции в катушке.

- 8.5. В катушке индуктивности возникает ЭДС самоиндукции, равная 10 В, при равномерном увеличении тока от 4 до 20 А за 0,2 с. Определить индуктивность катушки.

## 9. Свободные, затухающие и вынужденные колебания. Электромагнитные волны

- 9.1. Уравнение гармонических колебаний материальной точки  $y = 0,2 \sin 5t$  (в СИ). Определить максимальное ускорение колеблющейся точки.

- 9.2. Шарик массой 5 г колеблется по закону  $x = 0,04 \sin \left( 2\pi \left( \frac{t}{T} \right) + 0,5 \right)$ , м. Период колебаний 4 с. Определить максимальное значение силы, действующей на шарик.

- 9.3. В идеальном колебательном контуре заряд на конденсаторе изменяется по закону  $q = -2 \cos \omega t$ , Кл. Определить амплитуду силы тока в этом контуре.

- 9.4. Уравнение плоской синусоидальной волны, распространяющейся вдоль оси ОХ со скоростью, имеет вид  $\xi = 0,3 \sin (10^3 t - x)$ , м. Определить модуль максимального ускорения частиц среды.

- 9.5. В идеальном колебательном контуре сила тока изменяется по закону  $I = 3 \sin \omega t$ , мА. Определить амплитуду заряда на конденсаторе.

## 2.Задачи на применение теоретических и практических основ физики

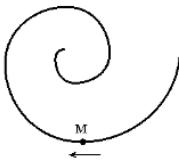
Компетенция	Индикатор достижения компетенции
ОПК-1 Способен решать задачи профессиональной деятельности на основе использования теоретических и практических основ естественных и технических наук, а также математического аппарата	ОПК-1.2 Применяет теоретические и практические основы естественных и технических наук для решения задач профессиональной деятельности

**Применяя теоретические знания и методику решения практических задач по дисциплине решить задачи на следующие темы:**

1. Кинематика поступательного и вращательного движения.
2. Динамика поступательного движения. Силы в механике.
3. Динамика вращательного движения твердого тела.
4. Законы сохранения энергии, импульса, момента импульса.
5. Молекулярно-кинетическая теория идеальных газов. Уравнение состояния идеального газа. Закон Максвелла о распределении молекул идеального газа по скоростям.
6. Термодинамика. Законы термодинамики. Циклы. КПД тепловых двигателей.
7. Электростатическое поле в вакууме. Принцип суперпозиции. Теорема Гаусса для электростатического поля в вакууме.
8. Диэлектрики и проводники в электрическом поле. Энергия электростатического поля.
9. Постоянный электрический ток. Работа и мощность электрического тока. Закон Джоуля-Ленца. Правила Кирхгофа.
10. Магнитное поле в вакууме. Принцип суперпозиции магнитных полей. Сила Лоренца и сила Ампера. Теорема Гаусса для магнитного поля в вакууме.
11. Магнитное поле в веществе. Электромагнитная индукция. Самоиндукция. Энергия магнитного поля.
12. Теория Максвелла для электромагнитного поля. Система уравнений Максвелла в интегральной и дифференциальной форме.
13. Свободные, затухающие и вынужденные колебания. Электромагнитные волны. Энергия и импульс электромагнитного поля. Вектор Умова-Пойнтинга.
14. Интерференция и дифракция световых волн. Дифракционная решетка.
15. Поляризация света. Закон Малюса. Закон Брюстера. Поглощение и дисперсия волн. Нормальная и аномальная дисперсия.
16. Квантовая свойства электромагнитного излучения. Законы теплового излучения. Фотоэффект. Фотоны. Давление света. Эффект Комптона.
17. Элементы атомной физики и квантовой механики. Постулаты Бора. Гипотеза де Броиля. Принцип неопределенности. Уравнение Шредингера. Волновая функция, и ее статистическое толкование. Правила отбора для квантовых переходов.
18. Элементы ядерной физики: состав и характеристики атомного ядра. Виды радиоактивного излучения. Ядерные реакции. Элементарные частицы. Типы взаимодействия.

## 1. Кинематика поступательного и вращательного движения

- 1.1. Точка М движется по спирали с постоянной по величине скоростью в направлении, указанном стрелкой. Определить, как изменяется величина нормального ускорения и тангенциального ускорения.



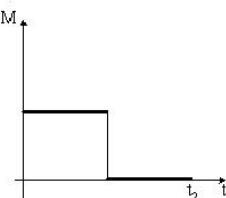
- 1.2. Тело брошено с поверхности Земли со скоростью 10 м/с под углом  $45^0$  к горизонту. Определить радиус кривизны траектории в верхней точке. Сопротивлением воздуха пренебречь.
- 1.3. Точка движется по окружности согласно уравнению  $\varphi=5t^2$  (рад). Нормальное ускорение точки в момент времени  $t=4$  с равно  $36 \text{ м/с}^2$ . Определить радиус окружности.
- 1.4. Вентилятор вращается с частотой 900 об/мин. После выключения вентилятора, вращаясь равнозамедленно, сделал до остановки 100 оборотов. Определить время, которое прошло с момента выключения вентилятора до полной остановки.
- 1.5. Вертолет начал снижаться вертикально с ускорением  $0,2 \text{ м/с}^2$ . Определить число оборотов лопасти за время снижения вертолета на 40 м, если частота вращения лопастей 300 Гц.

## 2. Динамика поступательного движения. Силы в механике

- 2.1. На горизонтальном полу стоит ящик массой 10 кг. Коэффициент трения скольжения между полом и ящиком равен 0,25. К ящику в горизонтальном направлении прикладывают силу 30 Н. Определить ускорение ящика.
- 2.2. Через невесомый блок перекинута невесомая нить. К концам нити привязаны два груза. Масса первого груза 4 кг, масса второго груза – 1 кг. Определить ускорение грузов.
- 2.3. Четыре шарика расположены вдоль прямой. Массы шариков слева направо: 2 г, 1 г, 4 г, 3 г. Расстояния между соседними шариками по 20 см. Определить положение центра масс системы.
- 2.4. Динамометр с грузом, закрепленный на потолке неподвижного лифта, показывает значение силы тяжести груза, равное 14 Н. Определить вес тела в лифте, движущемся равноускоренно вниз с ускорением  $2 \text{ м/с}^2$ .
- 2.5. В аттракционе человек массой 50 кг движется на тележке по рельсам и совершает «мертвую» петлю в вертикальной плоскости по круговой траектории радиусом 6 м. Определить силу давления человека на сидение тележки при скорости прохождения нижней точки 36 км/ч.

## 3. Динамика вращательного движения твердого тела

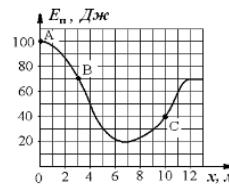
- 3.1. Диску придали угловое ускорение, приложив силу 10 Н по касательной к ободу диска на расстоянии 10 см от оси вращения в течение 0,4 с. Определить, на сколько увеличился момент импульса диска.
- 3.2. Диск начинает вращаться под действием момента сил, график временной зависимости которого представлен на рисунке. Изобразить график, правильно отражающий зависимость угловой скорости диска от времени.



- 3.3. При выстреле орудия снаряд вылетел из ствола, расположенного под углом  $\alpha=60^0$  к горизонту, вращаясь вокруг своей продольной оси с угловой скоростью  $\omega=100 \text{ рад/с}$ . На ствол орудия во время выстрела действует момент сил  $150 \text{ кН}\cdot\text{м}$ , время движения снаряда в стволе  $t=2\cdot10^{-2} \text{ с}$ . Определить момент инерции снаряда относительно этой оси.
- 3.4. Момент инерции стержня длиной  $L=0,6 \text{ м}$  и массой  $m=1 \text{ кг}$  относительно оси, проходящей через центр масс, равен  $0,05 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$ . Определить момент инерции относительно параллельной оси, проходящей через стержень на расстоянии  $L/6$  от его конца.
- 3.5. Кинетическая энергия равномерно вращающегося шара с угловой скоростью 4 рад/с равна 40 Дж. Определить момент импульса этого шара.

## 4. Законы сохранения энергии, импульса, момента импульса

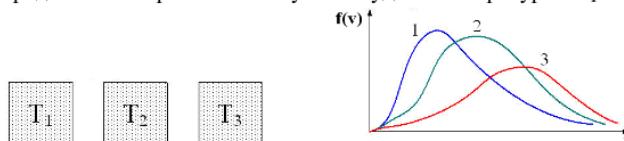
- 4.1. Небольшое тело массой 100 г начинает движение без начальной скорости по гладкой ледяной горке из точки *A*. Трение отсутствует. Зависимость потенциальной энергии тела от координаты *x* изображена на графике  $E_p(x)$ . Определить скорость тела в точке *C*.



- 4.2. Маленький мяч движется со скоростью 6 м/с. Навстречу ему движется массивная плита. Скорость мяча после абсолютно упругого удара о плиту равна по модулю 10 м/с. Определить скорость плиты.
- 4.3. Лыжник массой 75 кг спускается с горы высотой 18 м и проезжает по горизонтальной лыжне до остановки 100 м. Определить силу трения скольжения по горизонтальной поверхности, считая, что по склону горы лыжник скользит без трения.
- 4.4. Человек вращается на скамье Жуковского с угловой скоростью 1 рад/с. При этом суммарный момент инерции 4 кг·м<sup>2</sup>. Человек переходит ближе к центру, так что момент инерции уменьшается до 2 кг·м<sup>2</sup>. Определить, чему станет равной угловая скорость вращения.
- 4.5. Шар и полый цилиндр, имеющие одинаковые массы и радиусы, вкатываются по инерции без проскальзывания на горку. Начальные скорости тел одинаковы. Определить отношение высоты подъема шара к высоте подъема полого цилиндра.

## 5. Молекулярно-кинетическая теория идеальных газов. Уравнение состояния идеального газа. Закон Максвелла о распределении молекул идеального газа по скоростям

- 5.1. В трех одинаковых сосудах находится одинаковое количество газа, причем  $T_1 > T_2 > T_3$ . Определить какая кривая будет описывать распределение скоростей молекул в сосуде с температурой  $T_1$ .



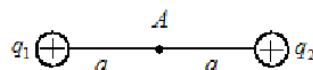
- 5.2. Определить, как изменится концентрация молекул газа, имеющего начальную температуру 350 К и начальное давление 150 кПа, если газ изобарически нагреть до 700 К?
- 5.3. Идеальный газ постоянной массы, находящийся в цилиндре, переходит из одного состояния в другое, так что давление возрастает в 3 раза, а объем уменьшается в 2 раза. В начальном состоянии температура равна 300 К. Определить конечную температуру газа.
- 5.4. При температуре 200 К наиболее вероятная скорость молекул равна 300 м/с. Определить среднюю арифметическую скорость молекул газа при температуре 800 К.
- 5.5. Один баллон объемом 10 л содержит кислород под давлением 1,5 МПа, а другой баллон объемом 15 л содержит азот под давлением 2,0 МПа. Когда баллоны соединили, оба газа смешались, образовав однородную смесь. Определить полное давление смеси.

## 6. Термодинамика. Законы термодинамики. Циклы. КПД тепловых двигателей

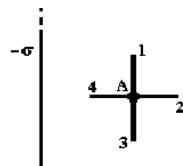
- 6.1. Молярная теплоемкость молекулы идеального газа при постоянном объеме равна  $C_V = 8R/2$ , где  $R$  – универсальная газовая постоянная. Определить число вращательных степеней свободы молекулы.
- 6.2. 2 моля идеального газа при температуре 400 К увеличил свой объем в 2 раза. Определить работу изотермического расширения.
- 6.3. 10 моль идеального одноатомного газа при постоянном давлении нагрели так, что его температура изменилась на 50 К. Определить количество теплоты, подведенное к газу.
- 6.4. 3 моля двухатомного идеального газа при постоянной температуре увеличил свой объем в 4 раза. Определить изменение энтропии газа.
- 6.5. Идеальная тепловая машина за цикл совершает работу 500 Дж и отдает холодильнику количество теплоты, равное 200 Дж. Определить КПД тепловой машины.

## 7. Электростатическое поле в вакууме. Принцип суперпозиции. Теорема Гаусса для электростатического поля в вакууме

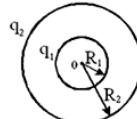
- 7.1. Электрическое поле создано двумя точечными зарядами  $q_1 = +q$  и  $q_2 = +2q$ . Определить напряженность и потенциал поля в точке А.



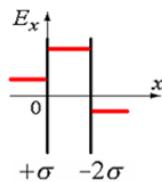
- 7.2. Поле создано бесконечной равномерно заряженной плоскостью с поверхностной плотностью заряда  $-\sigma$ . Укажите направление вектора напряженности электрического поля  $E$  и градиента потенциала  $\nabla\phi$  в точке А.



- 7.3. Изобразить график зависимости напряженности электростатического поля от расстояния (отсчитываемого от их центра), созданного двумя концентрическими сферами с зарядами  $q_1 = 2q$ ,  $q_2 = -q$  и  $R_2=2R_1$ .



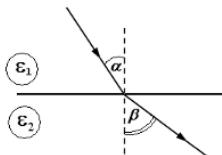
- 7.4. Электрическое поле создано двумя бесконечными параллельными плоскостями, заряженными с поверхностными плотностями  $+σ$  и  $-3σ$ . На рисунке показана качественная зависимость проекции напряженности поля  $E_x$  от координаты  $x$  вне пластин и между пластинами. Изобразить зависимость потенциала поля  $φ$  от координаты  $x$  вне пластин и между пластинами.



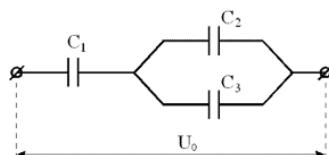
- 7.5. Металлический шар имеет электрический заряд  $q$ , радиус шара 10 см. Напряженность электрического поля на расстоянии  $r=10$  см от поверхности вне шара равна  $E=20$  В/м. Определить значения напряженности  $E_1$  и потенциала  $φ_1$  электрического поля на расстоянии  $r_1=5$  см от центра шара?

### 8. Диэлектрики и проводники в электрическом поле. Энергия электростатического поля

- 8.1. При переходе из одной диэлектрической среды в другую линии напряженности  $E$  идут так, как показано на рисунке. Учитывая, что диэлектрическая проницаемость первой среды  $ε_1=2$ , а углы  $α=30^{\circ}$  и  $β=45^{\circ}$ , определить диэлектрическую проницаемость второй среды  $ε_2$ .



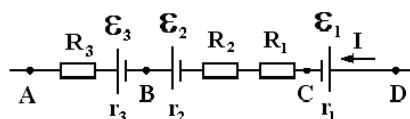
- 8.2. Определить поток вектора электрического смещения через поверхность куба с длиной ребра 1 см, в центре которого находится заряд 2 мКл.  
 8.3. Конденсатор с диэлектриком с относительной диэлектрической проницаемостью 6 присоединен к источнику тока. Энергия электрического поля этого конденсатора равна 32 Дж. Определить энергию электрического поля конденсатора после удаления диэлектрика.  
 8.4. Определить заряд третьего конденсатора, изображенного на рисунке, если:  $C_1=9$  нФ,  $C_2=3$  нФ,  $C_3=6$  нФ,  $U_0=20$  кВ.



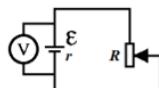
- 8.5. Сила притяжения между пластинами плоского конденсатора 18 мН. Определить объемную плотность энергии электростатического поля этого конденсатора, если площадь каждой из обкладок 3 см<sup>2</sup>.

### 9. Постоянный электрический ток. Работа и мощность электрического тока. Закон Джоуля-Ленца. Правила Кирхгофа

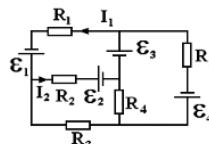
- 9.1. На участке неразветвленной цепи протекает ток  $I$  заданного направления. Определить разность потенциалов между точками АС.



- 9.2. ЭДС батареи представленной на рисунке – 5 В, ее внутренне сопротивление 1 Ом. При сопротивлении реостата  $R_1=4$  Ом идеальный вольтметр показывает 4 В. При каком сопротивлении реостата  $R_2$  идеальный вольтметр покажет 3 В?

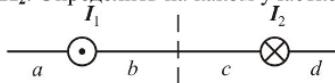


- 9.3. Резисторы сопротивлением  $R_1 = 100$  Ом и  $R_2 = 90$  Ом включены последовательно в сеть. Определить, какое количество теплоты выделится в резисторе  $R_2$ , если в резисторе  $R_1$  выделилось 10 кДж теплоты?
- 9.4. Сила тока в проводнике равномерно увеличивается от  $I_0=0$  до некоторого максимального значения в течение времени 10 с. За это время в проводнике выделилось количество теплоты 2 кДж. Определить скорость нарастания тока в проводнике, если его сопротивление равно 3 Ом.
- 9.5. В электрической схеме, представленной на рисунке,  $\varepsilon_2=2$  В,  $\varepsilon_3=4$  В,  $R_1=4$  Ом,  $R_2=6$  Ом,  $R_3=3$  Ом,  $I_1=3$  А,  $I_2=2$  А. Определить величину ЭДС источника тока  $\varepsilon_1$ .



## 10. Магнитное поле в вакууме. Принцип суперпозиции магнитных полей. Сила Лоренца и сила Ампера. Теорема Гаусса для магнитного поля в вакууме

- 10.1. На рисунке изображены сечения двух параллельных прямолинейных длинных проводников с противоположно направленными токами, причём  $I_1=2I_2$ . Определить на каком участке индукция магнитного поля равна нулю.



- 10.2. Проволочную рамку в виде кольца радиуса 10 см помещают в однородное магнитное поле с индукцией 0,1 Тл. При протекании по рамке тока 0,4 А она повернулась на угол  $60^\circ$ . Определить механический момент сил, действующий на рамку в начальный момент времени.
- 10.3. На рисунке показаны сечения 3-х длинных параллельных проводников с токами и замкнутый контур  $L$ , для которого указано направление обхода. Силы тока равны  $I_1=I_2=I_3=I_4=2$  А. Определить циркуляцию вектора напряженности магнитного поля по контуру.



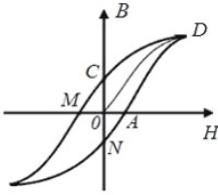
- 10.4. Определить поток вектора магнитной индукции поля величиной 10 Тл через поверхность куба с длиной ребра 5 см.
- 10.5. Определить силу, действующую на каждый метр длины воздушных проводов троллейбусной линии, расположенных на расстоянии 40 см друг от друга при силе тока в проводах 1500 А.

## 11. Электромагнитная индукция. Самоиндукция. Энергия магнитного поля

- 11.1. При движении проводника длиной 15 см со скоростью 4 м/с в однородном магнитном поле с индукцией 0,3 Тл возникает ЭДС индукции 0,18 В. Определить, чему будет равна ЭДС индукции при движении проводника длиной 30 см со скоростью 8 м/с в этом же магнитном поле.
- 11.2. Вертикальная рамка площадью  $200 \text{ см}^2$  имеет 100 витков и вращается в однородном горизонтальном магнитном поле с индукцией 4 Тл. Ось вращения перпендикулярна линиям магнитной индукции поля, максимальная ЭДС индукции, возникающая в рамке равна 62,8 В. Определить период обращения рамки.
- 11.3. Замкнутая накоротко катушка диаметром 10 см, имеющая 100 витков, находится в магнитном поле, индукция которого увеличивается от 2 Тл до 8 Тл в течение 0,1 с. Плоскость витков перпендикулярна силовым линиям поля. Определить среднее значение ЭДС индукции в катушке.
- 11.4. В катушке индуктивности возникает ЭДС самоиндукции, равная 10 В, при равномерном увеличении тока от 4 до 20 А за 0,2 с. Определить индуктивность катушки.
- 11.5. Плоский замкнутый контур сделан из куска тонкой проволоки сопротивлением 2 кОм. Контурмещен в магнитное поле, индукция которого меняется со временем по линейному закону. Определить время, в течение которого по контуру протек заряд 0,2 Кл и выделилось количество теплоты 5 кДж.

## 12. Магнитное поле в веществе. Теория Максвелла для электромагнитного поля. Система уравнений Максвелла в интегральной и дифференциальной форме

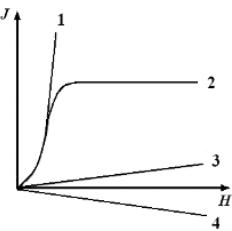
- 12.1. На рисунке приведена петля гистерезиса. Здесь  $\mathbf{B}$  – магнитная индукция поля в веществе,  $\mathbf{H}$  – напряженность внешнего магнитного поля. Выбрать отрезки на графике, соответствующие коэрцитивной силе.



12.2. Укажите уравнения, которые являются дополнительными к полной системе уравнений Максвелла в интегральной форме для электромагнитного поля.

$$\left\{ \begin{array}{l} \int_L \vec{E} d\vec{l} = - \int_S \frac{\partial \vec{B}}{\partial t} d\vec{S} \\ \int_L \vec{H} d\vec{l} = \int_S \left( \vec{j} + \frac{\partial \vec{D}}{\partial t} \right) d\vec{S} \\ \vec{B} = \mu \mu_0 \vec{H} \\ \int_S \vec{D} d\vec{S} = \int_V \rho dV \\ \vec{D} = \epsilon \epsilon_0 \vec{E} \\ \int_S \vec{B} d\vec{S} = 0 \end{array} \right.$$

12.3. На рисунке представлены графики, отражающие характер зависимости величины намагниченности  $J$  вещества (по модулю) от напряженности магнитного поля  $H$ . Укажите зависимость, соответствующую ферромагнетикам.



12.4. Как известно, полная система уравнений Максвелла для электромагнитного поля имеет вид:

$$\left\{ \begin{array}{l} \int_L \vec{E} d\vec{l} = - \int_S \frac{\partial \vec{B}}{\partial t} d\vec{S} \\ \int_L \vec{H} d\vec{l} = \int_S \left( \vec{j} + \frac{\partial \vec{D}}{\partial t} \right) d\vec{S} \\ \int_S \vec{D} d\vec{S} = \int_V \rho dV \\ \int_S \vec{B} d\vec{S} = 0 \end{array} \right.$$

Записать систему уравнений для переменного электромагнитного поля в отсутствие заряженных тел.

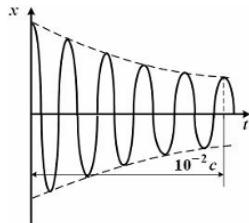
12.5. Полная система уравнений Максвелла в дифференциальной форме для электромагнитного поля имеет вид:

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{rot } \vec{E} = - \frac{\partial \vec{B}}{\partial t} \\ \text{rot } \vec{H} = \vec{j} + \frac{\partial \vec{D}}{\partial t} \\ \text{div } \vec{D} = \rho \\ \text{div } \vec{B} = 0 \end{array} \right.$$

Записать систему уравнений для переменного электромагнитного поля при наличии заряженных тел и токов проводимости.

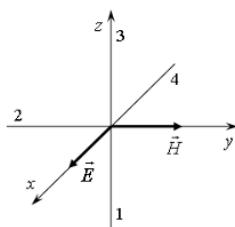
### 13. Свободные, затухающие и вынужденные колебания. Электромагнитные волны. Энергия и импульс электромагнитного поля. Вектор Умова-Пойнтинга

- 13.1. Уравнение колебаний груза на пружине жесткостью **100 Н/м** имеет вид:  $\ddot{x} + 25x = 0$  (в СИ). Определить массу груза.
- 13.2. Маятник совершает вынужденные колебания, которые описываются дифференциальным уравнением  $\frac{d^2x}{dt^2} + 0,5 \frac{dx}{dt} + 900x = 0,1 \cos 150t$ . Определить отношение частоты вынуждающей силы к частоте собственных колебаний.
- 13.3. График зависимости координаты  $x$  материальной точки от времени  $t$  для затухающих колебаний имеет вид, показанный на рисунке:

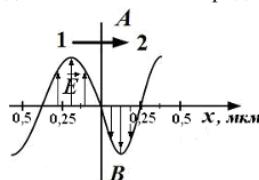


Определить циклическую частоту затухающих колебаний.

- 13.4. На рисунке показана ориентация векторов напряженности электрического ( $\vec{E}$ ) и магнитного ( $\vec{H}$ ) полей в электромагнитной волне. Определить направление вектора плотности потока энергии электромагнитного поля (вектор Умова-Пойнтинга). Ответ пояснить.

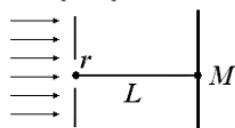


- 13.5. На рисунке представлена мгновенная «фотография» электрической составляющей электромагнитной волны, переходящей из среды 1 в среду 2 перпендикулярно границе раздела **AB**. Определить относительный показатель преломления среды 2 относительно среды 1.



#### 14. Интерференция и дифракция световых волн. Дифракционная решетка

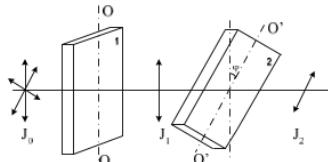
- 14.1. На поверхность стекла с показателем преломления  $n_{cm}=1,7$  нанесена тонкая пленка с показателем преломления  $n_{nx}=1,5$ . На пленку по нормали к ней падает свет с длиной волны 500 нм. Определить при какой минимальной толщине пленка будет "просветляющей"?
- 14.2. Установка для наблюдения колец Ньютона освещается монохроматическим светом длиной 0,4 мкм, падающим нормально. Определить толщину воздушного зазора между плосковыпуклой линзой и стеклянной пластинкой в том месте, где наблюдается пятое светлое кольцо в отраженном свете.
- 14.3. Определить общее число максимумов, которое дает дифракционная решетка с постоянной 10 мкм и освещенная монохроматическим светом с длиной волны 480 нм.
- 14.4. На диафрагму с круглым отверстием радиусом 2 мм падает нормально параллельный пучок света длиной волны 0,5 мкм. На пути лучей, прошедших через отверстие, на расстоянии 1 м помещают экран. Определить какое пятно будет наблюдаться в центре экрана в точке  $M$  и почему?



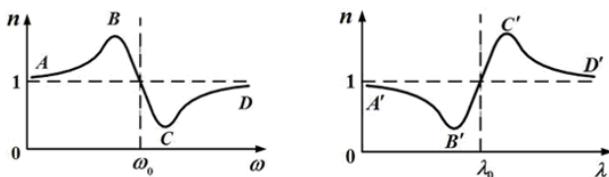
- 14.5. Пучок монохроматических ( $\lambda=0,6$  мкм) световых волн падает под углом  $60^\circ$  на находящуюся в воздухе мыльную пленку ( $n=1,3$ ). Определить, при какой наименьшей толщине пленки отраженные световые волны будут максимально усилены интерференцией?

- 15. Поляризация света. Закон Малиуса. Закон Брюстера. Поглощение и дисперсия волн. Нормальная и аномальная дисперсия**

- 15.1. При падении света из воздуха на диэлектрик отраженный луч полностью поляризован. Угол преломления равен  $30^\circ$ . Определить угол падения луча.
- 15.2. Пластинка кварца толщиной  $d_1=2,5$  мм поместили между двумя параллельными николями, в результате чего плоскость поляризации света повернулась на угол  $30^\circ$ . Определить толщину  $d_2$  кварцевой пластиинки, помещенной между николями, при которой данный монохроматический свет будет полностью гаситься.
- 15.3. На пути естественного света помещены две пластиинки турмалина. После прохождения пластиинки 1 свет полностью поляризован. Здесь  $J_1$  и  $J_2$  – интенсивности света, прошедшего пластиинки 1 и 2 соответственно, угол между направлениями  $\mathbf{OO}'$  и  $\mathbf{O}'\mathbf{O}''$  равен  $\phi=30^\circ$ . Определить отношение интенсивностей света  $J_1$  и  $J_2$ .

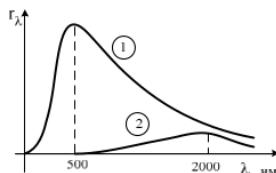


- 15.4. На поляризатор падает свет, представляющий собой смесь естественного и плоско поляризованного. Интенсивности естественного и плоско поляризованного света связаны соотношением  $I_e=2I_n$ . Определить степень поляризации такого света.
- 15.5. Графики дисперсионных кривых зависимостей показателя преломления среды от частоты  $\omega$  и длины волны  $\lambda$  света имеют вид, представленный на рисунках. Определить каким видам дисперсии соответствуют участки кривых  $CD$  и  $A'B'$ ?

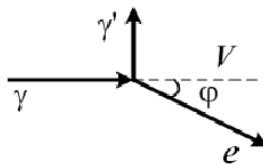


## 16. Квантовые свойства электромагнитного излучения. Законы теплового излучения. Фотоэффект. Фотоны. Давление света. Эффект Комптона

- 16.1. На рисунке показаны кривые зависимости спектральной плотности энергетической светимости абсолютно черного тела от длины волны при разных температурах. Кривая 1 соответствует спектру излучения абсолютно черного тела при температуре 2000 К. Определить, какой температуре (в К) соответствует кривая 2?



- 16.2. Определить энергетическую светимость абсолютно черного тела, если его термодинамическая температура  $T=400$  К.
- 16.3. Ртутная лампа имеет мощность 150 Вт. Сколько примерно квантов света испускается ежесекундно при излучении света с длиной волны 600 нм?
- 16.4. Изолированная металлическая пластиинка непрерывно освещается светом с длиной волны 450 нм. В результате фотоэффекта, она заряжается до потенциала 0,76 В. Определить работу выхода электронов из металла.
- 16.5. На рисунке показаны направления падающего фотона ( $\gamma$ ), рассеянного фотона ( $\gamma'$ ) и электрона отдачи ( $e$ ). Угол рассеяния  $90^\circ$ , направление движения электрона отдачи составляет с направлением падающего фотона угол  $\phi=30^\circ$ . Импульс падающего фотона  $3(M\cdot B \cdot c)/M$ . Определить импульс электрона отдачи (в тех же единицах).

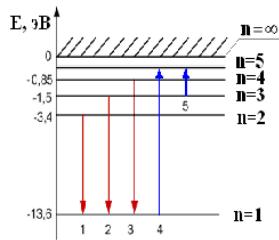


## 17. Элементы атомной физики и квантовой механики. Постулаты Бора. Гипотеза де Бройля. Принцип неопределенности. Уравнение Шредингера. Волновая функция, и ее статистическое толкование. Правила отбора для квантовых переходов

- 17.1. В опыте Дэвиссона и Джермера исследовалась дифракция электронов, прошедших ускоряющее напряжение, на микрокристалле никеля. Определить, как изменится длина волны де Бройля электрона, если ускоряющее

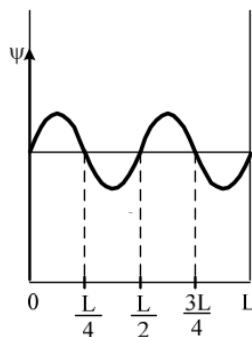
напряжение уменьшить в 8 раз.

- 17.2. На рисунке представлена диаграмма энергетических уровней атома водорода. При каком переходе происходит поглощение фотона с наибольшей частотой?



- 17.3. Положение пылинки массой  $1 \cdot 10^{-9}$  кг определено с неопределенностью 0,1 мкм. Определить неопределенность скорости  $\Delta V$ .

- 17.4. Вероятность обнаружить электрон на участке (a,b) одномерного потенциального ящика с бесконечно высокими стенками вычисляется по формуле  $W = \int_a^b \omega dx$ , где  $\omega$  – плотность вероятности, определяемая  $\Psi$ -функцией, вид которой приведен на рисунке. Определить вероятность обнаружить электрон на участке  $\frac{L}{8} < x < \frac{L}{2}$ .



- 17.5. Определить потенциальную энергию электрона, находящегося на третьей боровской орбите атома водорода. Радиус первой боровской орбиты атома водорода 53 пм. Энергия электрона в основном состоянии равна -13,6 эВ.

## **18. Элементы ядерной физики: состав и характеристики атомного ядра. Виды радиоактивного излучения. Ядерные реакции. Элементарные частицы. Типы взаимодействия**

- 18.1. Определите, ядро какого изотопа углерода (обозначенного символом X) участвует в ядерной реакции  $X + {}_2^4He \rightarrow {}_{-8}^{17}O + {}_0^1n$ ?
- 18.2. Период полураспада радиоактивного элемента 3 часа. Определить через сколько времени распадется 75% радиоактивных атомов?
- 18.3. Назвать частицы, которые являются участниками сильного взаимодействия.
- 18.4. В природе существует четыре типа фундаментальных взаимодействий. В каком взаимодействии участвуют протоны и нейтроны.
- 18.5. Известно четыре вида фундаментальных взаимодействий. Какое взаимодействие характеризуется сравнительной интенсивностью  $\approx 1$ , а радиус его действия равен  $\approx 10^{-15}$  м?

**4. Файл и/или БТЗ с полным комплектом оценочных материалов прилагается.**