

**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
ОПК-1: Способен решать задачи профессиональной деятельности на основе использования теоретических и практических основ естественных и технических наук, а также математического аппарата	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 не принципиальными 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**

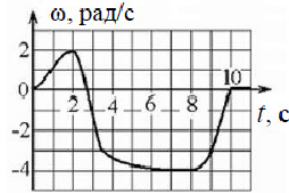
Компетенция	Индикатор достижения компетенции
ОПК-1 Способен решать задачи профессиональной деятельности на основе использования теоретических и практических основ естественных и технических наук, а также математического аппарата	ОПК-1.1 Решает задачи с применением математического аппарата

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

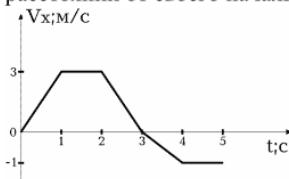
1. Кинематика поступательного и вращательного движения.
2. Динамика поступательного движения. Силы в механике.
3. Динамика вращательного движения твердого тела.
4. Законы сохранения энергии, импульса, момента импульса.
5. Термодинамика. Законы термодинамики. Циклы. КПД тепловых двигателей.
6. Электростатическое 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

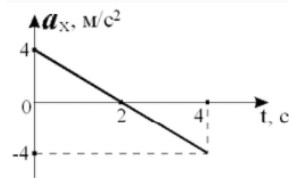
- 1.1. Движение материальной точки описывается уравнением  $\vec{r}(t) = (4t^2 - 1)\vec{i} + (1 - 5t^2)\vec{j} + 3t\vec{k}$ . Определить, вдоль каких осей оно является равнозамедленным.
- 1.2. Угловое перемещение тела меняется с течением времени  $t$  по закону  $\varphi = (2t^2 - 2t + 5)$  (рад). Определить 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.



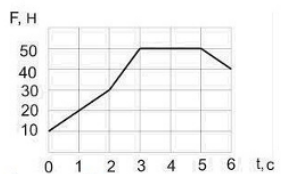
- 1.5. Тело, имеющее начальную скорость  $3$  м/с, начинает двигаться с ускорением, которое изменяется с течением времени так, как показано на рисунке.



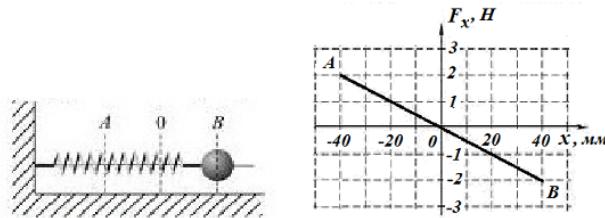
Определить проекцию скорости (в м/с) через  $4$  с.

## 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.



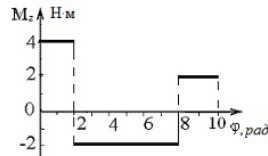
- 2.2. Тело массой  $10$  кг под действием силы упругости изменяет свою координату по закону:  $x = 12 + 3t + 2t^2$  (м). Определить коэффициент трения, если жесткость пружины  $60$  кН/м, а абсолютное удлинение пружины  $1$  мм.
- 2.3. Потенциальная энергия частицы задается функцией  $U = 5x^2 + 7y^2 - 3z^2$ . 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.



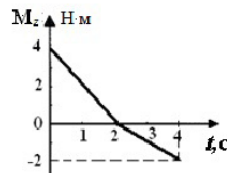
Определить работу силы упругости (в Дж) на этапе **О-А-В**.

### 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  $3\text{ с}^{-2}$ .
- 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?

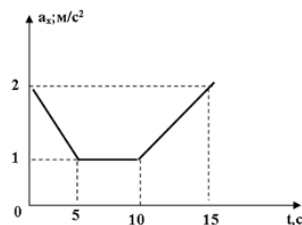


- 3.5. На графике приведена зависимость проекции момента силы, действующей на тело, от времени. Определить, какой момент импульса будет иметь тело к концу четвертой секунды движения, если в начальный момент времени тело покоилось.

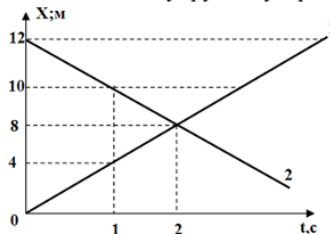


### 4. Законы сохранения энергии, импульса, момента импульса

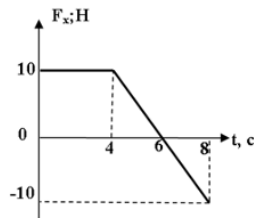
- 4.1. Два тела, массы которых 8 кг и 1 кг, изменяют свои координаты по законам:  $x_1=7+2t$  (м),  $x_2=-8+20t$  (м). Определить скорость этих тел после абсолютно неупругого удара.
- 4.2. Тело массой 200 г движется с переменным ускорением, которое изменяется с течением времени так, как показано на рисунке.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

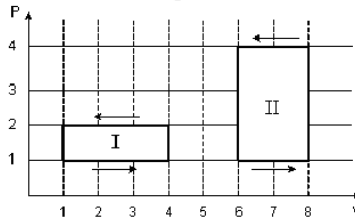


- 4.4. Тело массой 8 кг брошено вертикально вверх, при этом его координата с течением времени изменяется по закону:  $y=6t-4t^2$  (м) Определить кинетическую энергию тела через секунду после начала движения.
- 4.5. На покоящееся тело массой 2 кг, начинает действовать сила, проекция которой изменяется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



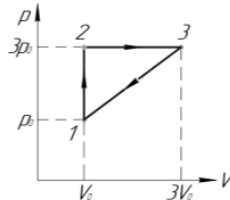
## 5. Термодинамика. Законы термодинамики. Циклы. КПД тепловых двигателей

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



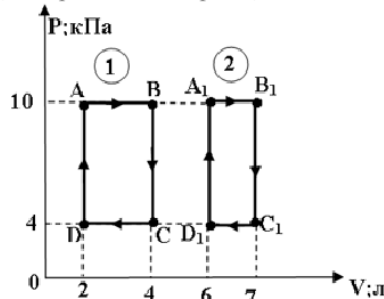
Определить отношение работ  $A_I / A_{II}$ , совершенных в этих циклах.

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

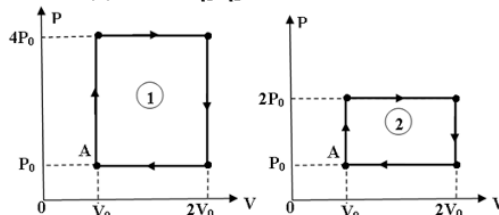


5.3. Некоторая масса идеального газа, изменяет своё давление по закону  $P = \alpha - \beta V$ , где  $\alpha = \text{const}$ ,  $\beta = 1 \text{ кПа/м}^3$ . Определить работу внешних сил при изменении давления от 4 кПа до 2 кПа.

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.



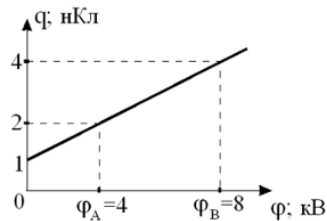
5.5. На рисунках изображены циклы над одноатомным идеальным газом в количестве одного моля (начало процессов в точке А.) Определить отношение КПД циклов  $\eta_1 / \eta_2$ .



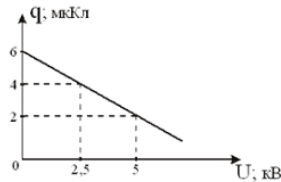
## 6. Электростатическое поле в вакууме

6.1. В некоторой точке пространства создано электрическое поле, зависимость потенциала которого от декартовой координаты  $y$  описывается уравнением  $\varphi(y) = 7y^2 + 10y - 8$ , В. Определить напряженность электрического поля в точке  $y = 2$ .

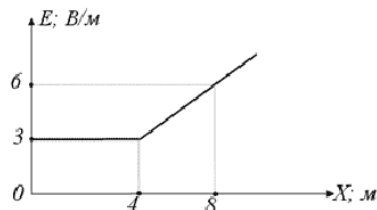
6.2. Величина заряда маленького шарика непрерывно изменяется при движении его в электрическом поле. Используя информацию приведенную на рисунке, определить какую работу необходимо совершить, чтобы переместить этот заряд из точки А в точку В.



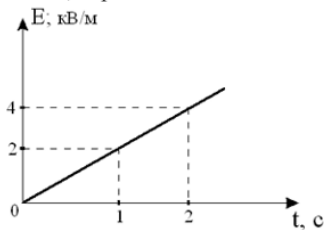
- 6.3. На рисунке представлена зависимость заряда шарика движущегося в слабо проводящей среде от разности потенциалов. Определить изменение кинетической энергии этого шарика к моменту времени, когда он пролетел ускоряющую разность потенциалов **5 кВ**.



- 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**.

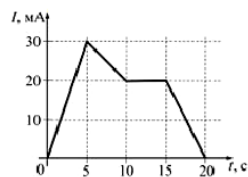


- 6.5. Маленький шарик, заряд которого **5 мКл**, находится в электрическом поле, напряженность которого изменяется с течением времени так, как показано на рисунке. Определить, какой импульс приобретет шарик под действием силы, действующей на него со стороны поля, через **2 с**.

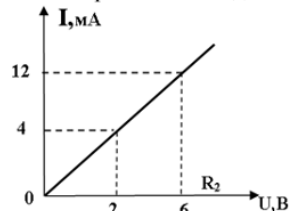


## 7. Постоянный электрический ток. Работа и мощность электрического тока. Закон Джоуля-Ленца. Правила Кирхгофа

- 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.

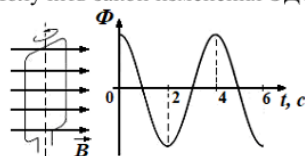
- 7.4. По проводу сопротивлением  $R=1$  Ом течет переменный электрический ток. Сила тока изменяется по закону

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

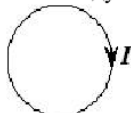
- 7.5. Сила тока на резисторе равномерно возрастает от нуля до 2 А за 4 с. Определить величину заряда, прошедшего через поперечное сечение резистора за это время.

### 8. Электромагнитная индукция. Самоиндукция

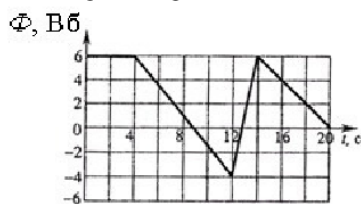
- 8.1. Проводящая рамка вращается с постоянной угловой скоростью в однородном магнитном поле вокруг оси, лежащей в плоскости рамки и перпендикулярной вектору индукции  $\mathbf{B}$  (см. рис.). На рисунке также представлен график зависимости от времени потока вектора магнитной индукции, пронизывающего 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  $q = -2\cos\pi t$ , Кл. Определить амплитуду силы тока в этом контуре.
- 9.4. Уравнение плоской синусоидальной волны, распространяющейся вдоль оси OX 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  $I=3\sin\pi t$ , mA. 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

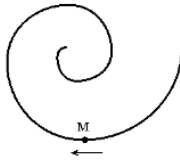
**Применяя теоретические знания и методику решения практических задач по дисциплине решить задачи на следующие темы:**

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



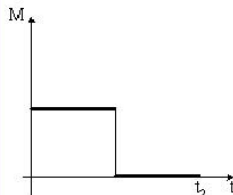
- 1.2. Тело брошено с поверхности Земли со скоростью 10 м/с под углом  $45^\circ$  к горизонту. Определить радиус кривизны траектории в верхней точке. Сопротивлением воздуха пренебречь.
- 1.3. Точка движется по окружности согласно уравнению  $\varphi = 5t^2$  (рад). Нормальное ускорение точки в момент времени  $t = 4$  с равно  $36 \text{ м/с}^2$ . Определить радиус окружности.
- 1.4. Вентилятор вращается с частотой 900 об/мин. После выключения вентилятор, 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  $36 \text{ км/ч}$ .

## 3. Динамика вращательного движения твердого тела

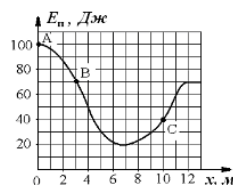
- 3.1. Дыску придали угловое ускорение, приложив силу 10 Н по касательной к ободу диска на расстоянии 10 см от оси вращения в течение 0,4 с. Определить, на сколько увеличился момент импульса диска.
- 3.2. Диск начинает вращаться под действием момента сил, график временной зависимости которого представлен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



- 3.3. При выстреле орудия снаряд вылетел из ствола, расположенного под углом  $\alpha = 60^\circ$  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  $t = 2 \cdot 10^{-2} \text{ с}$ . 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

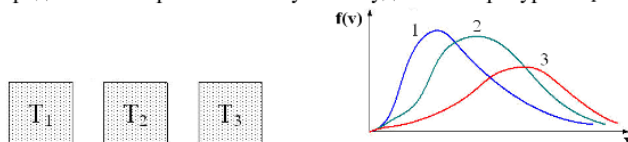
- 4.1. Небольшое тело массой 100 г начинает движение без начальной скорости по гладкой ледяной горке из точки А. Трение отсутствует. Зависимость потенциальной энергии тела от координаты  $x$  изображена на графике  $E_n(x)$ . Определить скорость тела в точке С.



- 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  $T_1$ .



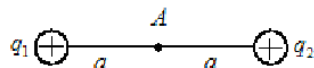
- 5.2. Определить, как изменится концентрация молекул газа, имеющего начальную температуру 350 К и начальное давление 150 кПа, если газ изобарически нагреть до 700 К?
- 5.3. Идеальный газ постоянной массы, находящийся в цилиндре, переходит из одного состояния в другое, так что давление возрастает в 3 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**

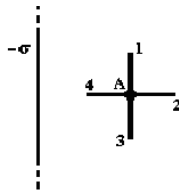
- 6.1. Молярная теплоемкость молекулы идеального газа при постоянном объеме равна  $C_V = 8R/2$ , где  $R$  – универсальная газовая постоянная. Определить число вращательных степеней свободы молекулы.
- 6.2. 2 моля идеального газа при температуре 400 К увеличил свой объем в 2 раза. Определить работу 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**

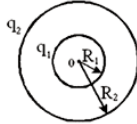
- 7.1. Электрическое поле создано двумя точечными зарядами  $q_1 = +q$  и  $q_2 = +2q$ . Определить напряженность и потенциал поля в точке А.



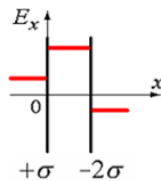
- 7.2. Поле создано бесконечной равномерно заряженной плоскостью с поверхностной плотностью заряда  $-\sigma$ . Укажите направление вектора напряженности электрического поля  $E$  и градиента потенциала  $\nabla\phi$  в точке А.



- 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  $R_2 = 2R_1$ .



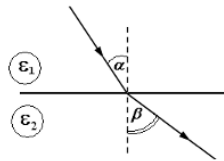
- 7.4. Электрическое поле создано двумя бесконечными параллельными плоскостями, заряженными с поверхностными плотностями  $+\sigma$  и  $-3\sigma$ . На рисунке показана качественная зависимость проекции напряженности поля  $E_x$  от координаты  $x$  вне пластин и между пластинами. Изобразить зависимость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



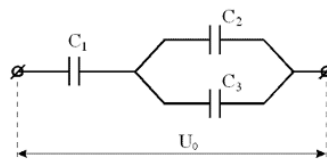
- 7.5. Металлический шар имеет электрический заряд  $q$ , радиус шара 10 см. Напряженность электрического поля на расстоянии  $r=10$  см от поверхности вне шара равна  $E = 20$  В/м. Определить значения напряженности  $E_1$  и потенциала  $\phi_1$  электрического поля на расстоянии  $r_1=5$  см от центра 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  $\epsilon_1 = 2$ , а углы  $\alpha = 30^\circ$  и  $\beta = 45^\circ$ , определить диэлектрическую проницаемость второй среды  $\epsilon_2$ .



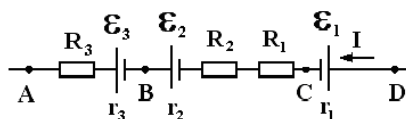
- 8.2. Определить поток вектора электрического смещения через поверхность куба с длиной ребра 1 см, в центре которого находится заряд 2 мкКл.
- 8.3. Конденсатор с диэлектриком с относительной диэлектрической проницаемостью 6 присоединен к источнику тока. Энергия электрического поля этого конденсатора 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.



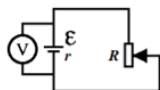
- 8.5. Сила притяжения между пластинами плоского конденсатора 18 мН. Определить объемную плотность энергии электростатического поля этого конденсатора, если площадь каждой из обкладок 3 см<sup>2</sup>.

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

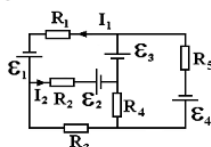
- 9.1. На участке неразветвленной цепи протекает ток  $I$  заданного направления. Определить разность потенциалов между точками АС.



- 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?

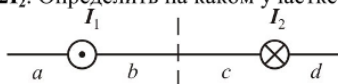


- 9.3. Резисторы сопротивлением  $R_1 = 100$  Ом и  $R_2 = 90$  Ом включены последовательно в сеть. Определить, какое количество теплоты выделится в резисторе  $R_2$ , если в резисторе  $R_1$  выделилось 10 кДж теплоты?
- 9.4. Сила тока в проводнике равномерно увеличивается от  $I_0=0$  до некоторого 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  $\varepsilon_1$ .

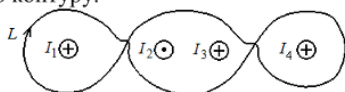


### 10. Магнитное поле в вакууме. Принцип суперпозиции магнитных полей. Сила Лоренца и сила Ампера. Теорема Гаусса для магнитного поля в вакууме

- 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.



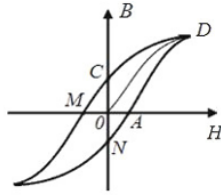
- 10.4. Определить поток вектора магнитной индукции поля величиной 10 Тл через поверхность куба с длиной ребра 5 см.
- 10.5. Определить силу, действующую на каждый метр длины воздушных проводов троллейбусной линии, расположенных на расстоянии 40 см друг от друга при силе тока в проводах 1500 А.

### 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. Контур помещен 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

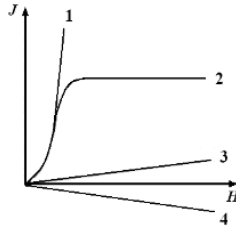
- 12.1. На рисунке приведена петля гистерезиса. Здесь  $\mathbf{B}$  – магнитная индукция поля в веществе,  $\mathbf{H}$  – напряженность внешнего магнитного поля. Выбрать отрезки на графике, соответствующие коэрцитивной силе.



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

$$\left\{ \begin{array}{l} \oint_L \vec{E} d\vec{l} = -\int_s \frac{\partial \vec{B}}{\partial t} d\vec{S} \\ \oint_L \vec{H} d\vec{l} = \int_s \left( \vec{j} + \frac{\partial \vec{D}}{\partial t} \right) d\vec{S} \\ \vec{B} = \mu\mu_0 \vec{H} \\ \oint_s \vec{D} d\vec{S} = \int_v \rho dV \\ \vec{D} = \varepsilon\varepsilon_0 \vec{E} \\ \oint_s \vec{B} d\vec{S} = 0 \end{array} \right.$$

- 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:

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

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

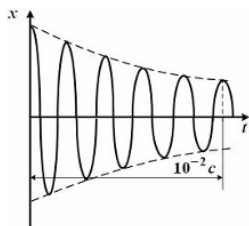
- 12.5. Полная система уравнений Максвелла в дифференциальной форме для электромагнитного поля имеет вид:

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

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

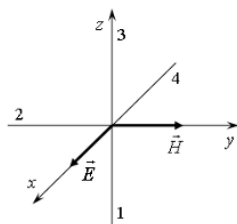
### 13. Свободные, затухающие и вынужденные колебания. Электромагнитные волны. Энергия и импульс электромагнитного поля. Вектор Умова-Пойнтинга

- 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:

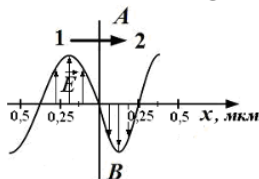


Определить циклическую частоту затухающих колебаний.

- 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.

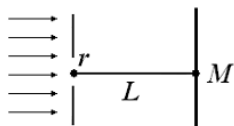


- 13.5. На рисунке представлена мгновенная «фотография» электрической составляющей электромагнитной волны, переходящей из среды **1** в среду **2** перпендикулярно границе раздела **AB**. Определить относительный показатель преломления среды **2** относительно среды **1**.



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

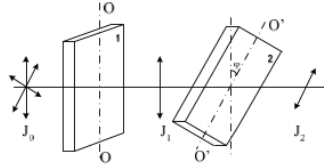
- 14.1. На поверхность стекла с показателем преломления  $n_{cm}=1,7$  нанесена тонкая пленка с показателем преломления  $n_{пл}=1,5$ . На пленку по нормали к ней падает свет с длиной волны 500 нм. Определить при какой минимальной толщине пленка будет "просветляющей"?
- 14.2. Установка для наблюдения 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?



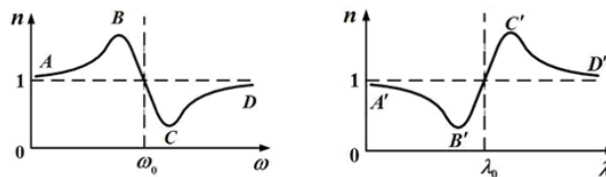
- 14.5. Пучок монохроматических ( $\lambda=0,6$  мкм) световых волн падает под углом  $60^\circ$  на находящуюся в воздухе мыльную пленку ( $n=1,3$ ). Определить, при какой наименьшей толщине пленки отраженные световые волны будут максимально усилены интерференцией?

#### 15. Поляризация света. Закон Малюса. 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. Пластина 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 пластинки, помещенной между николями, при которой данный монохроматический свет будет полностью гаситься.
- 15.3. На пути естественного света помещены две пластинки турмалина. После прохождения пластинки 1 свет полностью поляризован. Здесь  $J_1$  и  $J_2$  – интенсивности света, прошедшего пластинки 1 и 2 соответственно, угол между направлениями  $OO$  и  $O'O'$  равен  $\varphi=30^\circ$ . Определить отношение интенсивностей света  $J_1$  и  $J_2$ .

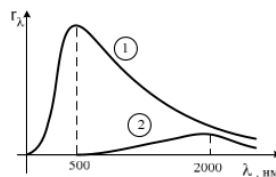


- 15.4. На поляризатор падает свет, представляющий собой смесь естественного и плоско поляризованного. Интенсивности естественного и плоско поляризованного света связаны соотношением  $I_e=2I_p$ . Определить степень поляризации такого света.
- 15.5. Графики дисперсионных кривых зависимостей показателя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

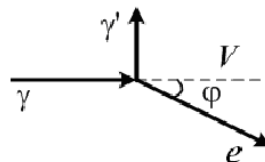


**16. Квантовая свойства электромагнитного излучения. Законы теплового излучения. Фотоэффект. Фотон. Давление света. Эффект Комптона**

- 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 каждую секунду при излучении света с длиной волны 600 нм?
- 16.4. Изолированная металлическая пластинка 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  $\varphi=30^\circ$ . Импульс падающего фотона  $3 (MэВ \cdot c)/m$ . Определить импульс электрона отдачи (в тех же единицах).

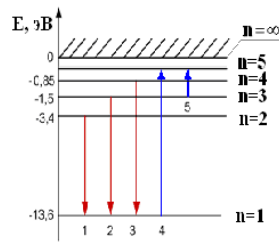


**17. Элементы атомной физики и квантовой механики. Постулаты Бора. Гипотеза де Бройля. Принцип неопределенности. Уравнение Шредингера. Волновая функция, и ее статистическое толкование. Правила отбора для квантовых переходов**

- 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.

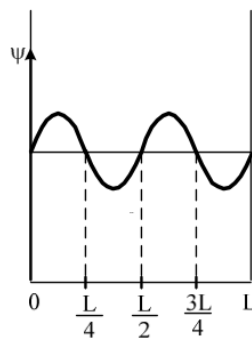
- 17.2. На рисунке представлена диаграмма энергетических уровней атома водорода. При каком переходе происходит поглощение фотона с наибольшей частотой?



- 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  $X + {}^4_2\text{He} \rightarrow {}^{17}_8\text{O} + {}^1_0\text{n}$ ?
- 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.**