

Компонент ОПОП  
направленность  
(профиль)

09.03.01 Информатика и вычислительная техника  
Технологии разработки программного обеспечения  
наименование ОПОП

Б1.О.09  
шифр дисциплины

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Дисциплины  
(модуля)

Физика

Разработчик (и):  
Сорокин О.М.

ФИО  
доцент

К. пед. н.  
ученая степень,  
звание

Утверждено на заседании кафедры  
Высшей математики и физики

наименование кафедры  
протокол № 6 от 19.02.2026

Заведующий кафедрой  
Высшей математики и физики

  
Левитес Вера Владимировна  
подпись ФИО

# 1. Критерии и средства оценивания компетенций и индикаторов их достижения, формируемых дисциплиной (модулем)

| Код и наименование компетенции                                                                                                                                                                            | Код и наименование индикатора(ов) достижения компетенции                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Результаты обучения по дисциплине (модулю)                                                                             |                                                                                                                                   |                                                                                     | Оценочные средства текущего контроля                                                                                                                                                                                                   | Оценочные средства промежуточной аттестации                            |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | <i>Знать</i>                                                                                                           | <i>Уметь</i>                                                                                                                      | <i>Владеть</i>                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                        |
| ОПК-1.<br>Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности | ИД-1 <sub>ОПК-1</sub><br>Способен применять знания основ математики, физики, вычислительной техники и программирования<br>ИД-2 <sub>ОПК-1</sub><br>Способен решать стандартные профессиональные задачи с применением естественнонаучных и общеинженерных знаний, методов математического анализа и моделирования<br>ИД-3 <sub>ОПК-1</sub><br>Способен применять методы теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности | основные законы физики, методы теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности | применять основные законы физики и методы теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности | навыками решения стандартных профессиональных задач с применением физических знаний | - комплект заданий для выполнения лабораторных работ;<br>- комплект заданий для составления конспектов;<br>- тестовые задания;<br>- типовые задания по вариантам для выполнения расчетно-графических работ;<br>- посещаемость занятий. | Экзаменационные билеты. Тестовые задания. Результаты текущего контроля |

## 2. Оценка уровня сформированности компетенций (индикаторов их достижения)

| Показатели оценивания компетенций (индикаторов их достижения) | Шкала и критерии оценки уровня сформированности компетенций (индикаторов их достижения)                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|---------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                               | Ниже порогового<br>(«неудовлетворительно»)                                                                                                                                                                                         | Пороговый<br>(«удовлетворительно»)                                                                                                                                                                                                                                  | Продвинутый<br>(«хорошо»)                                                                                                                                                                                                                          | Высокий<br>(«отлично»)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| <b>Полнота знаний</b>                                         | Уровень знаний ниже минимальных требований.<br>Имели место грубые ошибки.<br>Не набрал минимального балла выполнения контрольных точек.                                                                                            | Минимально допустимый уровень знаний.<br>Допущены не грубые ошибки.<br>Набрал балл достаточный для удовлетворительной оценки выполнения контрольных точек                                                                                                           | Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки.<br>Допущены некоторые погрешности.<br>Набрал балл достаточный для оценки хорошо выполнения контрольных точек                                                                        | Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки.<br>Набрал балл достаточный для оценки отлично выполнения контрольных точек                                                                                                                                                                                                                         |
| <b>Наличие умений</b>                                         | При выполнении стандартных заданий не продемонстрированы основные умения.<br>Имели место грубые ошибки.<br>Не набрал минимального балла выполнения контрольных точек                                                               | Продemonстрированы основные умения.<br>Выполнены типовые задания с не грубыми ошибками.<br>Выполнены все задания, но не в полном объеме (отсутствуют пояснения, неполные выводы) Набрал балл достаточный для удовлетворительной оценки выполнения контрольных точек | Продemonстрированы все основные умения.<br>Выполнены все основные задания с некоторыми погрешностями. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами.<br>Набрал балл достаточный для оценки хорошо выполнения контрольных точек  | Продemonстрированы все основные умения.<br>Выполнены все основные и дополнительные задания без ошибок и погрешностей.<br>Задания выполнены в полном объеме без недочетов. Набрал балл достаточный для оценки отлично выполнения контрольных точек                                                                                                                 |
| <b>Наличие навыков (владение опытом)</b>                      | При выполнении стандартных заданий не продемонстрированы базовые навыки.<br>Имели место грубые ошибки. Не набрал минимального балла выполнения контрольных точек                                                                   | Имеется минимальный набор навыков для выполнения стандартных заданий с некоторыми недочетами.<br>Набрал балл достаточный для удовлетворительной оценки выполнения контрольных точек                                                                                 | Продemonстрированы базовые навыки при выполнении стандартных заданий с некоторыми недочетами.<br>Набрал балл достаточный для оценки хорошо выполнения контрольных точек                                                                            | Продemonстрированы все основные умения.<br>Выполнены все основные и дополнительные задания без ошибок и погрешностей.<br>Продemonстрирован творческий подход к решению нестандартных задач.<br>Набрал балл достаточный для оценки отлично выполнения контрольных точек                                                                                            |
| <b>Характеристика сформированности компетенции</b>            | Компетенции фактически не сформированы.<br>Имеющихся знаний, умений, навыков недостаточно для решения практических (профессиональных) задач.<br><br>ИЛИ<br>Зачетное количество баллов не набрано согласно установленному диапазону | Сформированность компетенций соответствует минимальным требованиям.<br>Имеющихся знаний, умений, навыков в целом достаточно для решения практических (профессиональных) задач.<br><br>ИЛИ<br>Набрано зачетное количество баллов согласно установленному диапазону   | Сформированность компетенций в целом соответствует требованиям.<br>Имеющихся знаний, умений, навыков достаточно для решения стандартных профессиональных задач.<br><br>ИЛИ<br>Набрано зачетное количество баллов согласно установленному диапазону | Сформированность компетенций полностью соответствует требованиям.<br>Имеющихся знаний, умений, навыков в полной мере достаточно для решения сложных, в том числе нестандартных, профессиональных задач.<br>ИЛИ<br>Набрано зачетное количество баллов согласно установленному диапазону<br>Набрал балл достаточный для оценки отлично выполнения контрольных точек |

3. Критерии и шкала оценивания заданий текущего контроля

3.1 Критерии и шкала оценивания лабораторных работ

Перечень лабораторных работ, описание порядка выполнения и защиты работы, требования к результатам работы, структуре и содержанию отчета и т.п. представлены в методических материалах по освоению дисциплины (модуля) и в электронном курсе в ЭИОС МАУ.

| Оценка/баллы               | Критерии оценивания                                                                                                                                                                                                              |
|----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>Отлично</i>             | Задание выполнено полностью и правильно. Отчет по лабораторной/практической работе подготовлен качественно в соответствии с требованиями. Полнота ответов на вопросы преподавателя при защите работы.                            |
| <i>Хорошо</i>              | Задание выполнено полностью, но нет достаточного обоснования или при верном решении допущена незначительная ошибка, не влияющая на правильную последовательность рассуждений. Все требования, предъявляемые к работе, выполнены. |
| <i>Удовлетворительно</i>   | Задания выполнены частично с ошибками. Демонстрирует средний уровень выполнения задания на лабораторную/практическую работу. Большинство требований, предъявляемых к заданию, выполнены.                                         |
| <i>Неудовлетворительно</i> | Задание выполнено со значительным количеством ошибок на низком уровне. Многие требования, предъявляемые к заданию, не выполнены.<br>ИЛИ<br>Задание не выполнено.                                                                 |

3.2 Критерии и шкала оценивания тестирования

Перечень тестовых вопросов и заданий, описание процедуры тестирования представлены в методических материалах по освоению дисциплины (модуля) и в электронном курсе в ЭИОС МАУ.

В ФОС включен типовой вариант тестового задания по разделу «Механика»:

- Какой из предложенных ответов не является верным в случае прямолинейного равноускоренного движения?  
А) Вектор скорости меняется по направлению.  
В) Вектор ускорения не меняется по направлению и величине.  
С) Векторы ускорения и скорости параллельны.  
D) Вектор скорости направлен по траектории движения.  
E)  $\vec{a} = const$ .
- Какую мощность имеет двигатель насоса, поднимающего на 6 м 20 м<sup>3</sup> воды за 10 минут:  
А) 4 кВт.  
В) 200 кВт.  
С) 2 кВт.  
D) 6 кВт.  
E) 20 кВт.
- Какой из предложенных ответов не является верным в случае равномерного движения тела по окружности?  
А) Тангенциальное ускорение направлено вдоль вектора скорости.  
В)  $|\vec{v}| = const$ .  
С) Угловая скорость постоянна по направлению и модулю.

Д) Модуль вектора скорости постоянен.

Е) Нормальное ускорение постоянно по модулю и направлено по радиусу к центру.

4. Колесо радиусом  $R = 0,1$  м вращается так, что зависимость угла поворота радиуса колеса от времени дается уравнением  $\varphi = A + Bt + Ct^2 + Dt^3$ , где

$B = 2$  рад/с,  $C = 2$  рад/с<sup>2</sup>,  $D = 3$  рад/с<sup>3</sup>. Найти линейную скорость точек, лежащих на ободе колеса, через 2 секунды после начала движения.

А) 114 м/с. В) 4,6 м/с.

С) 11,2 м/с.

Д) 112 м/с.

Е) 1,2 м/с.

5. Уравнение движения точки дается в параметрическом виде:  $x = A$ ,  $y = Bt^3$ ,  $A$  и  $B$  – постоянные. Найти вид движения.

А) Прямолинейное ускоренное.

В) Прямолинейное равномерное.

С) Прямолинейное равноускоренное.

Д) Криволинейное.

Е) Прямолинейное.

6. Пловец переплывает реку перпендикулярно течению. Его скорость относительно берега 2,5 м/с. Скорость течения реки 1,5 м/с. Какова скорость пловца относительно воды?

А) 2 м/с.

В) 1 м/с.

С) 2,9 м/с.

Д) 0,5 м/с.

Е) 20 м/с.

7. Какое из этих соотношений соответствует равномерному движению ( $\vec{r}$  – радиус-вектор)?

А)  $\frac{d\vec{r}}{dt} = \text{const.}$

В)  $\frac{d\vec{r}}{dt} = f(t).$

С)  $\frac{d\vec{r}}{dt} = 0.$

Д)  $\frac{d\vec{r}}{dt} \neq \text{const.}$

Е)  $\frac{dS}{dt} = 0.$

8. В общем случае длина пути, пройденного материальной точкой за промежуток времени от  $t_1$  до  $t_2$  равна:

А)  $S = \int_{t_1}^{t_2} v(t) dt.$

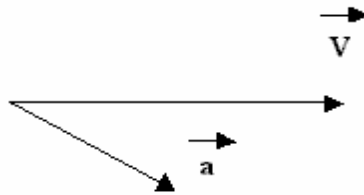
В)  $S = v(t_2 - t_1).$

С)  $S = \frac{v(t_2 - t_1)^2}{2}.$

Д)  $S = \int_{t_1}^{t_2} \frac{dt}{a(t)}.$

Е)  $S = \int_{t_1}^{t_2} (v(t))^2 dt.$

9. На рисунке изображены вектор ускорения и вектор скорости материальной точки.



Характер ее движения:

- А) Криволинейное замедленное.
- В) Прямолинейное ускоренное.
- С) Равнозамедленное движение по окружности.
- Д) Криволинейное ускоренное
- Е) Прямолинейное замедленное.

10. Когда выполняется закон сохранения импульса:

- А) В замкнутых системах.
- В) Для малых скоростей, по сравнению со скоростью света.
- С) Когда взаимодействие между телами сводится к столкновению.
- Д) Для тел в поле тяжести Земли.
- Е) В незамкнутых системах

11. Движение материальной точки задано уравнением  $x = 4t^2 + 6(c)$ . Ускорение этой точки:

- А)  $1 \frac{м}{с^2}$ .
- В)  $8 \frac{м}{с^2}$ .
- С)  $4 \frac{м}{с^2}$ .
- Д)  $6 \frac{м}{с^2}$ .
- Е)  $10 \frac{м}{с^2}$ .

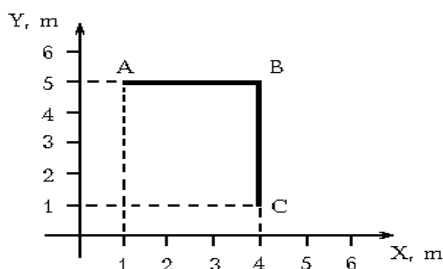
12. Что такое угловая скорость:

- А) Вектор, равный  $\frac{d\varphi}{dt}$ .
- В) Вектор, равный  $[\vec{e}\vec{r}]$ .
- С) Отношение углового перемещения ко времени, за которое это перемещение произошло.
- Д) Отношение длины дуги окружности, по которой происходит вращение точки, ко времени поворота.
- Е) Отношение площади сектора, ограниченного дугой окружности и двумя радиусами по краям дуги, ко времени.

13. Диск вращается с угловым ускорением  $-2 \frac{рад}{с^2}$ . Найдите время, в течение которого частота вращения изменяется от  $240 \text{ мин}^{-1}$  до  $90 \text{ мин}^{-1}$ .

- А) 5,85 с.
- В) 10,5 с.
- С) 7,85 с.
- Д) 4 с.
- Е) 12 с.

14. Траектория движения материальной точки изображена на рисунке линией ABC. Какова величина модуля перемещения AC?



- A) 7 м;
- B) 5 м;
- C) 4 м;
- D) 3 м;
- E) 1 м.

15. Мяч бросают вертикально вверх со скоростью 5 м/с. Которое из уравнений описывает зависимость высоты мяча над землей от времени?

- A)  $h = 3t - 10t^2$ .
- B)  $h = 5t + 5t^2$ .
- C)  $h = 5t$ .
- D)  $h = 5t - 5t^2$ .

16. Вектор угловой скорости направлен:

- A) Вдоль оси вращения.
- B) По касательной к траектории.
- C) По радиусу окружности к её центру.
- D) По радиусу окружности от её центра.
- E) По вектору линейной скорости.

17. Диск совершает 25 оборотов в секунду. Угловая скорость диска  $\omega$  равна:

- A)  $25 \pi \text{ с}^{-1}$ .
- B)  $50 \pi \text{ с}^{-1}$ .
- C)  $(20/\pi) \text{ с}^{-1}$ .
- E)  $(25/\pi) \text{ с}^{-1}$ .

18. Укажите соотношение между силами трения при перемещении бруска по обеим граням наклонной плоскости, показанной на рисунке.



A)  $F_1 = F_2$

B)  $F_1 > F_2$  C)  $F_1 < F_2$

19. Тело вращается вокруг закрепленной оси. Укажите величину угла между моментом силы относительно оси и изменением момента импульса тела относительно этой оси.

- A)  $45^\circ$ .
- B)  $90^\circ$ .
- C)  $180^\circ$ .
- D)  $270^\circ$ .
- E)  $0^\circ$ .

20. Точка массой 3 кг движется со скоростью  $v = 5t$  (м/с), если на неё действует сила:

- A) 10 Н.
- B) 20 Н.
- C) 15 Н.
- D) 5 Н.
- E) 25 Н.

21. Неверным является утверждение о том, что:

- A) Кинетическая энергия может быть отрицательной.
- B) Кинетическая энергия должна быть положительной.
- C) Потенциальная энергия может быть отрицательной.
- D) Потенциальная энергия может быть положительной.
- E) Потенциальная энергия может быть и отрицательной, и положительной.

22. Если кинетическая энергия релятивистской частицы равна ее энергии покоя, то масса движущейся частицы  $m$  и масса покоя  $m_0$  связаны соотношением:

A)  $m = 1,5 m_0$ .                      B)  $m = m_0$ .                      C)  $m = 1,2 m_0$ .

D)  $m = 2 m_0$ .                      E)  $m = 1,3 m_0$ .

23. Определите скорость движения протона в ускорителе, если масса его возросла в 10 раз:

A)  $2,985 \times 10^8$  м/с.                      B)  $0,3125 \times 10^8$  м/с                      C)  $2,568 \times 10^8$  м/с

D)  $0,1537 \times 10^8$  м/с                      E)  $1,068 \times 10^8$  м/с

24. Тело массой 3 кг плавает в жидкости, на 60% погружившись в нее. Чему равна выталкивающая сила, действующая на это тело:

A) 12 Н.

B) 18 Н.

C) 24 Н.

D) 30 Н.

E) 36 Н.

25. Самолет летит со скоростью 360 км/час. Слой воздуха у крыла самолета, увлекаемый вследствие вязкости, равен 4 см. Чему равен градиент скорости:

A)  $2 \times 10^3$  1/с.

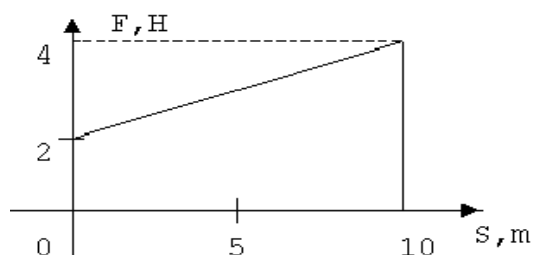
B) 90 1/с.

C) 1440 км/см.

D)  $10^3$  1/с.

E)  $2,5 \times 10^3$  1/с.

26. По графику изменения силы определить работу, совершенную силой на пути 10 м.



A) 40 Дж;

B) 20 Дж;

C) 80 Дж;

D) 30 Дж;

E) 60 Дж.

27. Радиус шара равен 30 см. Момент инерции шара относительно оси, проходящей через его центр, равен  $4 \text{ кг} \times \text{м}^2$ . Найти момент инерции ( $\text{кг} \times \text{м}^2$ ) шара относительно оси, которая касается поверхности шара, если масса шара равна 100 кг.

A)  $5 \text{ кг} \times \text{м}^2$ .

B)  $7 \text{ кг} \times \text{м}^2$ .

C)  $13 \text{ кг} \times \text{м}^2$ .

D)  $11 \text{ кг} \times \text{м}^2$ .

E)  $8 \text{ кг} \times \text{м}^2$ .

28. Сплошной однородный диск ( $J = \frac{1}{2} m r^2$ ) массой 2 кг катится без скольжения по горизонтальной плоскости со скоростью 4 м/с. Найти кинетическую энергию диска.

A) 32 Дж.

B) 12 Дж.

C) 16 Дж.

D) 6 Дж.

E) 8 Дж.

29. Ионизированный атом, вылетев из ускорителя со скоростью 0,8 с, испустил фотон в направлении своего движения. Скорость фотона относительно ускорителя:

A) 0,2 с.

B) 1,8 с.

C) 0,8 с.

D) с.

E) 0,9 с.



30. Коэффициент внутреннего трения численно равен...
- А) силе трения между слоем жидкости и движущимся в ней твердым телом;
  - В) силе трения между стенкой сосуда и жидкостью, движущейся в этом сосуде;
  - С) силе трения между двумя слоями жидкости единичной поверхности, движущимися друг относительно друга;
  - Е) силе трения между двумя слоями жидкости единичной поверхности с градиентом скорости, равным единице.

| Оценка/баллы               | Критерии оценки                 |
|----------------------------|---------------------------------|
| <i>Отлично</i>             | 90-100 % правильных ответов     |
| <i>Хорошо</i>              | 70-89 % правильных ответов      |
| <i>Удовлетворительно</i>   | 50-69 % правильных ответов      |
| <i>Неудовлетворительно</i> | 49% и меньше правильных ответов |

3.3 Критерии и шкала оценивания расчетно-графической работы

Перечень контрольных заданий, рекомендации по выполнению представлены в методических материалах по освоению дисциплины (модуля) и в электронном курсе в ЭИОС МАУ.

В ФОС включен типовой вариант задания расчетно-графической работы.

Комплект заданий для расчётно-графической работы:

Раздел 1  
Основы механики.

Задание 1.1

1. Радиус-вектор материальной точки изменяется со временем по закону  $\vec{r} = A \cdot t \cdot \vec{i} + B \cdot t^2 \cdot \vec{j}$

Написать

а) уравнение траектории точки;

Определить в момент времени  $t = D$

б) модуль скорости точки, модуль полного ускорения точки

в) модуль тангенциального ускорения точки

г) нормальное ускорение и радиус кривизны траектории точки

д) тангенс угла наклона вектора скорости точки к оси  $x$

е). построить на графике траекторию точки в промежуток времени от  $t_0 = 0$  с до  $t = 5$  с; указать на графике положение точки в момент времени  $t = C$ , с

Числовые значения параметров задачи 1.1

| №<br>варианта | 1   | 2   | 3   | 4   | 5   | 6    | 7   | 8   | 9   | 10   | 11   | 12   | 13  |
|---------------|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|------|------|------|-----|
| $A, м/с$      | 10  | 20  | 15  | 18  | 15  | 20   | 25  | 10  | 25  | 15   | 25   | 20   | 25  |
| $B м/с^2$     | 4,0 | 5,0 | 3,0 | 6,0 | 4,0 | 5,5  | 8,0 | 7,5 | 4,5 | 6,5  | 7,0  | 3,5  | 4,5 |
| $D, с$        | 1   | 2   | 3.5 | 1   | 4   | 2,5  | 2   | 1   | 4   | 2    | 2    | 3,5  | 3   |
| №<br>варианта | 14  | 15  | 16  | 17  | 18  | 19   | 20  | 21  | 22  | 23   | 24   | 25   | 26  |
| $A, м/с$      | 60  | 30  | 10  | 30  | 20  | 25   | 3,5 | 10  | 6,5 | 12,0 | 14,0 | 23,0 | 4,0 |
| $B, м/с^2$    | 15  | 10  | 3,0 | 8,0 | 7,0 | 14,0 | 1,0 | 3,5 | 2,0 | 3,5  | 3,0  | 14,0 | 1,0 |
| $D, с$        | 2   | 2   | 2.5 | 1,5 | 2   | 0,5  | 1   | 2   | 2   | 2    | 1.5  | 0,5  | 2   |

Порядок действий при выполнении задания.

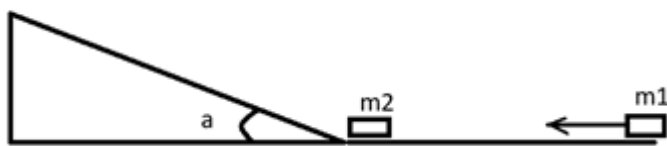
- 1 Напишите выражения для  $x(t)$ ,  $y(t)$ .
- 2 Найдите производные  $x(t)'$ ,  $y(t)'$ ,  $x(t)''$ ,  $y(t)''$ .
- 3 Напишите выражение для модуля скорости,  $v(t) = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$ , и вычислить её в заданный момент времени.
- 4 Напишите выражение для полного ускорения точки  $a = \sqrt{a_x^2 + a_y^2}$ , и вычислить его в заданный момент времени.
- 5 Определите тангенциальное ускорение, сосчитав производную  $v(t)'$ , и вычислив её в заданный момент времени.
- 6 Определите нормальное ускорение  $a_n = \sqrt{a^2 - a_\tau^2}$ .
- 7 Вычислите радиус кривизны траектории  $\rho = \frac{v^2}{a_n}$ .
- 8 Определите тангенс угла наклона вектора скорости к оси  $x$ ,  $\tan \varphi = \frac{v_y}{v_x}$ .
- 9 Получите уравнение траектории, выразив переменную  $t$  через  $x$ , и подставив в  $y(t)$ .
- 10 Постройте график получившейся функции.

**Задание 1.2**

Небольшое тело массой  $m_1$  скользит с начальной скоростью  $v_0$  по гладкой горизонтальной поверхности и не упруго сталкивается со вторым телом массой  $m_2$ , находящимся в начале шероховатой наклонной плоскости с углом наклона  $\alpha=30^\circ$ . Определить

- а). Ускорение, с которым тела будут двигаться по наклонной плоскости.
- б) Высоту, на которую поднимутся тела по наклонной плоскости после столкновения.
- в) Работу силы трения при подъёме тел.
- г) Количество теплоты, выделившейся при ударе.

Коэффициент трения принять равным 0.2



Числовые значения параметров задачи 1.2

| №<br>варианта      | 1   | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   | 9   | 10  | 11  | 12  | 13  |
|--------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| $m_1, \text{ кг}$  | 3,0 | 4,0 | 2,5 | 6,0 | 3,0 | 5,5 | 2,5 | 7,0 | 2,5 | 1,5 | 2,5 | 2,0 | 2,5 |
| $m_2, \text{ кг}$  | 4,0 | 5,0 | 3,0 | 6,0 | 4,0 | 3,5 | 8,0 | 7,5 | 4,5 | 6,5 | 7,0 | 3,5 | 4,5 |
| $v_0, \text{ м/с}$ | 1,5 | 1,3 | 1,5 | 2,0 | 1,0 | 1,5 | 2,0 | 1,5 | 1,0 | 1,2 | 1,2 | 3,5 | 3,0 |
| №<br>варианта      | 14  | 15  | 16  | 17  | 18  | 19  | 20  | 21  | 22  | 23  | 24  | 25  | 26  |
| $m_1, \text{ кг}$  | 6,0 | 3,0 | 1,0 | 3,0 | 2,0 | 2,5 | 3,5 | 1,0 | 6,5 | 1,2 | 1,4 | 2   | 4,0 |
| $m_2, \text{ кг}$  | 3,0 | 1,0 | 3,0 | 2,0 | 2,5 | 1,0 | 3,0 | 2,0 | 2,5 | 3,0 | 2,0 | 2,5 | 3,5 |

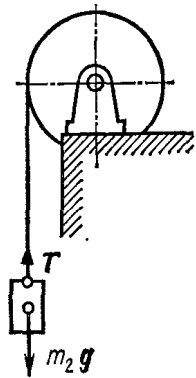
|             |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|-------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| $v_0$ , м/с | 1,5 | 1,0 | 3,0 | 4,0 | 3,0 | 1,4 | 1,0 | 3,5 | 2,0 | 3,5 | 3,0 | 4,0 | 1,0 |
|-------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|

Порядок действий при выполнении задания.

- 1 Составьте уравнение второго закона Ньютона для движения тел после удара по наклонной плоскости.
- 2 Перепишите его в проекциях на координатные оси (одну из осей координат направить вдоль наклонной плоскости).
- 3 Из системы уравнений определите величину силы реакции опоры  $N$ , силу трения  $F = \mu N$  и ускорение тел.
- 4 Определите скорость тел после неупругого столкновения, применив закон сохранения импульса.
- 5 Применяя закон сохранения энергии (кинетическая энергия тел после столкновения потратится на работу силы тяжести и силы трения) вычислите  $h$  высоту подъёма тел и путь  $L$  ( $h = L \cos(\alpha)$ ) пройденный телами по наклонной плоскости.
- 6 Вычислите работу силы трения при движении по наклонной плоскости.
- 7 Найдите количество теплоты, выделившейся при ударе, как разницу между кинетическими энергиями до и после удара.

**Задание 1.3.**

Вал в виде сплошного цилиндра массой  $m_1$  и радиуса  $R$  насажен на горизонтальную ось. На цилиндр намотан шнур, к свободному концу которого подвешена гиря массой  $m_2$ . Под действием груза вал начинает раскручиваться из состояния покоя. Определить:



- а) силу натяжения нити с грузом и ускорение груза,
- б) угловое ускорение маховика.

Для момента времен  $t$  найти:

- в) момент импульса и кинетическую энергию маховика,
- г) расстояние, пройденное грузом с момента начала движения.

Рис. 1.

| №<br>варианта | 1    | 2   | 3   | 4    | 5   | 6   | 7    | 8   | 9   | 10   | 11  | 12   | 13   |
|---------------|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|------|------|
| $m_1$ , кг    | 5,0  | 4,0 | 3,0 | 2,0  | 1,0 | 6,0 | 7,0  | 8,0 | 9,0 | 10,0 | 1,0 | 2,0  | 3,0  |
| $m_2$ , кг    | 1,0  | 2,0 | 3,0 | 4,0  | 5,0 | 6,0 | 10,0 | 9,0 | 8,0 | 7,0  | 3,0 | 2,0  | 1,0  |
| $R$ , м       | 0,5  | 0,4 | 0,3 | 0,2  | 0,2 | 0,4 | 0,5  | 0,6 | 0,7 | 1,0  | 0,2 | 0,3  | 0,4  |
| $t$ , с       | 1,0  | 1,5 | 1,0 | 1,2  | 1,4 | 1,5 | 2,0  | 2,5 | 3,0 | 4,0  | 2,0 | 1,0  | 0,5  |
| №<br>варианта | 14   | 15  | 16  | 17   | 18  | 19  | 20   | 21  | 22  | 23   | 24  | 25   | 26   |
| $m_1$ , кг    | 3,0  | 2,0 | 1,0 | 2,0  | 3,0 | 4,0 | 5,0  | 6,0 | 7,0 | 8,0  | 9,0 | 10,0 | 0,5  |
| $m_2$ , кг    | 3,0  | 2,0 | 1,0 | 2,5  | 3,5 | 4,0 | 5,0  | 4,0 | 4,0 | 3,0  | 2,0 | 4,0  | 0,2  |
| $R$ , м       | 0,25 | 0,2 | 0,2 | 0,25 | 0,3 | 0,5 | 0,6  | 0,6 | 0,7 | 0,8  | 0,9 | 1,0  | 0,15 |
| $t$ , с       | 2,0  | 2,5 | 1,0 | 0,5  | 0,6 | 0,4 | 1,0  | 1,5 | 1,2 | 1,5  | 2,0 | 2,5  | 0,5  |

Числовые значения параметров задачи 1.3

Порядок действий при выполнении задания.

1 Воспользовавшись вторым законом ньютона и основным законом динамики вращательного движения, составьте систему уравнений движения тел. Вычислите момент инерции маховика  $J$ . Учитывая связь между тангенциальным и угловым ускорениями ( $a_\tau = \varepsilon R$ ), решите систему уравнений динамики и определите ускорение груза, угловое ускорение маховика и силу натяжения нити.

2 Зная угловое ускорения вращения маховика определите его угловую скорость в указанный момент времени, учитывая, что движение началось из состояния покоя

$\omega = \omega_0 + \varepsilon t$ . Вычислите момент импульса ( $L = J \omega$ ) и кинетическую энергию вращения маховика ( $W = J \omega^2 / 2$ ).

3 С помощью уравнений равнопеременного движения, определите путь, пройденный грузом за указанный промежуток времени.

**Задание 1.4**

Однородный диск массой  $m_1$  и радиусом  $R=40$  см может свободно вращаться вокруг горизонтальной оси  $z$ , перпендикулярной плоскости диска и проходящей через точку  $O$  (рис.1). В точку,  $A$  на образующей диска попадает пластилиновый шарик, летящий горизонтально (перпендикулярно оси  $z$ ) со скоростью  $v= 10$  м/с, и прилипает к его поверхности. Масса шарика  $m_2$ .

Определить

- а) момент инерции диска относительно точки  $o$ .
- б) угловую скорость диска и линейную скорость центра масс диска (точка  $C$ ) в начальный момент времени после попадания шарика
- в) максимальный угол поворота диска после попадания шарика.
- г) период свободных колебаний диска относительно оси  $o$ , после попадания шарика.

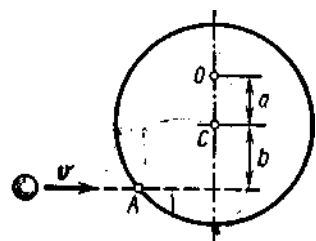


Рис.1

Числовые значения параметров задачи1.4

| №<br>варианта | 1   | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   | 9   | 10   | 11  | 12  | 13  |
|---------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|
| $m_1, кг$     | 0,5 | 0,4 | 0,3 | 0,3 | 0,6 | 0,2 | 1,0 | 1,0 | 0,4 | 0,25 | 1,0 | 2,0 | 0,8 |
| $m_2, г$      | 10  | 20  | 30  | 40  | 50  | 60  | 35  | 10  | 10  | 10   | 45  | 50  | 30  |
| $a, см$       | 25  | 14  | 23  | 32  | 32  | 24  | 15  | 16  | 27  | 20   | 30  | 26  | 26  |
| $b, см$       | 10  | 15  | 10  | 12  | 24  | 15  | 20  | 25  | 30  | 40   | 20  | 16  | 25  |
| №             | 14  | 15  | 16  | 17  | 18  | 19  | 20  | 21  | 22  | 23   | 24  | 25  | 26  |



| варианта          |     |     |     |     |     |     |     |     |     |      |      |     |     |
|-------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|-----|-----|
| $m_1, \text{ кг}$ | 0,6 | 0,2 | 1,0 | 1,0 | 0,4 | 4,0 | 2,0 | 1,2 | 0,3 | 0,25 | 0,45 | 1,0 | 0,5 |
| $m_2, \text{ г}$  | 30  | 20  | 10  | 25  | 35  | 40  | 50  | 40  | 40  | 30   | 20   | 40  | 25  |
| $a, \text{ см}$   | 25  | 22  | 32  | 25  | 23  | 25  | 16  | 16  | 27  | 18   | 15   | 10  | 15  |
| $b, \text{ см}$   | 20  | 25  | 10  | 15  | 26  | 24  | 14  | 25  | 34  | 2,5  | 20   | 25  | 35  |

Порядок действий при выполнении задания.

- 1 Вычислите момент инерции диска применяя теорему Штейнера.
- 2 Воспользовавшись законом сохранения момента импульса определите угловую скорость  $\omega_0$  диска в начальный момент времени (*момент попадания шарика*).
- 3 Вычислите линейную скорость центра масс диска (точка C) в момент попадания шарика  $v_c = \omega_0 \cdot a$
- 4 С помощью закона сохранения механической энергии определите максимальную высоту, на которую поднимется центр масс диска и максимальный угол поворота диска  $\varphi_{\text{max}}$ . (  $h_{\text{max}}=a(1-\cos(\varphi_{\text{max}}))$  ).
- 5 Вычислите период свободных малых колебаний диска по формуле для периода колебаний физического маятника.

**Задание 1.5**

Материальная точка массой  $m$  совершает гармонические колебания вдоль оси  $x$  по закону  $x=A\cos(\omega t+\varphi_0)$ . В начальный момент времени, координата точки  $x_0=A\cdot\mu$ , при этом проекция скорости имеет знак (+)

Составить:

- а). уравнения гармонических колебаний точки,*
  - б). уравнения скорости  $v$ , возвращающей силы  $F$ .*
- Для момента времени  $t_1$  определить:
- в). смещение  $x$ ;*
  - г). её полную энергию  $E$ ;*
  - д) кинетическую энергию, значение возвращающей силы;*
- Начертить:
- е). график колебаний точки*

**Числовые значения параметров задачи 1.5**

| №<br>варианта    | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   | 11   | 12   | 13   |
|------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| $m, \text{ кг}$  | 0,01 | 0,02 | 0,03 | 0,04 | 0,05 | 0,06 | 0,07 | 0,08 | 0,09 | 0,10 | 0,15 | 0,20 | 0,30 |
| $A, \text{ м}$   | 0,05 | 0,04 | 0,03 | 0,04 | 0,05 | 0,06 | 0,07 | 0,08 | 0,09 | 0,10 | 0,20 | 0,30 | 0,35 |
| $T, \text{ с}$   | 3,0  | 2,5  | 2,0  | 2,0  | 2,5  | 3,0  | 3,0  | 3,5  | 3,0  | 4,0  | 1,5  | 2,0  | 2,5  |
| $\mu$            | 0.5  | 1    | 0    | 0.5  | 1    | 0    | 1    | 0.5  | 0    | 0.5  | 1    | 0    | 0    |
| $t_1, \text{ с}$ | 1,5  | 2,0  | 1,5  | 1,5  | 2,0  | 1,5  | 2,0  | 3,0  | 2,5  | 2,0  | 1,0  | 1,0  | 2,0  |
| №<br>варианта    | 14   | 15   | 16   | 17   | 18   | 19   | 20   | 21   | 22   | 23   | 24   | 25   | 26   |
| $m, \text{ кг}$  | 0,06 | 0,07 | 0,08 | 0,09 | 0,10 | 0,15 | 0,20 | 0,30 | 0,01 | 0,02 | 0,03 | 0,04 | 0,05 |
| $A, \text{ м}$   | 0,06 | 0,07 | 0,08 | 0,09 | 0,10 | 0,20 | 0,30 | 0,35 | 0,06 | 0,01 | 0,02 | 0,03 | 0,04 |
| $T, \text{ с}$   | 3,0  | 2,5  | 2,0  | 2,0  | 2,5  | 3,0  | 3,0  | 3,5  | 3,0  | 4,0  | 1,5  | 2,0  | 2,5  |
| $\mu$            | 0.5  | 1    | 0    | 0.5  | 1    | 0    | 1    | 0.5  | 0    | 0.5  | 1    | 0    | 0    |
| $t_1, \text{ с}$ | 2,0  | 2,0  | 1,5  | 1,0  | 2,0  | 2,5  | 1,5  | 3,0  | 2,5  | 2,0  | 1,0  | 1,0  | 2,0  |

Порядок действий при выполнении задания.

- 1 Вычислите производную  $x(t)'$ .
- 2 Из начальных условий ( $x_0, \text{ sign } v$ ) определите начальную фазу колебаний.
- 3 Напишите уравнения движения и скорости точки.
- 3 Вычислите вторую производную  $x(t)''$ .
- 5 Напишите уравнение для возвращающей силы ( $F=m \cdot x(t)''$ ).

- 6 Пользуясь полученными уравнениями сосчитайте для момента времени  $t_1$ : смещение  $x$  точки, кинетическую энергию ( $E_k = \frac{mv^2}{2}$ ), значение возвращающей силы.
- 7 Определите полную механическую энергию  $E$  точки.
- 8 Начертите график  $x = A \cos(\omega t + \varphi_0)$ .

**Раздел 2**  
**Основы молекулярной физики и термодинамики**

**Задание 2.1.**

В закрытом резервуаре объёмом  $V_1$  находится газ X, который совершает замкнутый цикл. Начальное состояние газа (состояние 1) характеризуется термодинамическими параметрами: масса газа  $m$ , давление газа  $P_1$ , температура газа  $T_1$ . Газ изобарически перевели в состояние 2 так, что  $V_2 = 2V_1$  (давление газа  $P_2$ , температура газа  $T_2$ ). Затем газ изохорно перевели в состояние 3, так, что давление газа  $P_2 = 3P_3$ , температура газа  $T_3$ . И наконец адиабатически вернули в исходное состояние. Считая газ идеальным, а значения термодинамических параметров  $V_1$ ;  $m$ ;  $T_1$ ; известными, выполнить следующие задания:

изобразить

а). *термодинамическую диаграмму рассматриваемого цикла в координатах  $(P, V)$ ,  $(P, T)$  с указанием на графике температур, объёмов и давлений в характерных точках.*

найти:

б) *массу  $m_0$  молекулы газа, количество молей  $\nu$  газа,*

в) *молярные  $C_v$ ,  $C_p$  и удельные  $c_v$ ,  $c_p$  теплоёмкости газа, показатель адиабаты  $\gamma$*

г) *концентрацию  $n$  и плотность  $\rho$  газа в состоянии 3;*

д) *наиболее вероятную  $v_B$ , среднюю  $\langle v \rangle$ , среднюю квадратичную  $\langle v_{\text{кв.}} \rangle$  скорости молекул газа в состоянии 2;*

е) *среднюю кинетическую энергии поступательного  $\langle \varepsilon_{\text{п}} \rangle$ , вращательного  $\langle \varepsilon_{\text{вр.}} \rangle$  движения молекул газа и внутреннюю энергию  $U$  газа в состоянии 1;*

ж) *работу газа в процессе 3-1, количество теплоты, переданное газу в процессе 1-2,*

з) *кпд цикла.*

и) *изменение энтропии в процессе 1-2*

к) *среднюю длину свободного пробега  $\langle l \rangle$  молекул газа в начальном состоянии,*

л) *динамическую вязкость  $\eta$  и коэффициент теплопроводности  $\lambda$  газа в состоянии 2*

**Числовые значения параметров задачи 2.1**

| №<br>варианта     | 1     | 2    | 3     | 4     | 5      | 6      | 7    | 8     | 9    | 10    | 11    | 12     | 13     |
|-------------------|-------|------|-------|-------|--------|--------|------|-------|------|-------|-------|--------|--------|
| $V_1, \text{м}^3$ | 0,30  | 0,25 | 0,20  | 0,15  | 0,10   | 0,05   | 0,04 | 0,03  | 0,02 | 0,03  | 0,04  | 0,05   | 0,06   |
| $X$               | $H_2$ | $He$ | $O_2$ | $N_2$ | $NH_3$ | $CO_2$ | $Ar$ | $H_2$ | $He$ | $O_2$ | $N_2$ | $NH_3$ | $CO_2$ |
| $m, \text{кг}$    | 0,30  | 0,25 | 0,20  | 0,15  | 0,10   | 0,50   | 0,40 | 0,30  | 0,20 | 0,30  | 0,40  | 0,50   | 0,60   |
| $T_1, \text{K}$   | 330   | 325  | 320   | 315   | 300    | 350    | 340  | 300   | 320  | 350   | 270   | 300    | 330    |

| №<br>варианта   | 14        | 15                   | 16        | 17                   | 18                   | 19                    | 20                    | 21        | 22                   | 23        | 24                   | 25                   | 26                    |
|-----------------|-----------|----------------------|-----------|----------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------|----------------------|-----------|----------------------|----------------------|-----------------------|
| $V, \text{м}^3$ | 0,10      | 0,15                 | 0,20      | 0,25                 | 0,30                 | 0,25                  | 0,20                  | 0,15      | 0,10                 | 0,05      | 0,04                 | 0,03                 | 0,025                 |
| $X$             | <i>Ar</i> | <i>H<sub>2</sub></i> | <i>He</i> | <i>O<sub>2</sub></i> | <i>N<sub>2</sub></i> | <i>NH<sub>3</sub></i> | <i>CO<sub>2</sub></i> | <i>Ar</i> | <i>H<sub>2</sub></i> | <i>He</i> | <i>O<sub>2</sub></i> | <i>N<sub>2</sub></i> | <i>NH<sub>3</sub></i> |
| $m, \text{кг}$  | 0,25      | 0,30                 | 0,40      | 0,20                 | 0,60                 | 0,25                  | 0,20                  | 0,30      | 0,40                 | 0,5       | 0,4                  | 0,3                  | 0,25                  |
| $T_1, \text{K}$ | 300       | 330                  | 250       | 350                  | 360                  | 300                   | 320                   | 330       | 340                  | 250       | 300                  | 330                  | 350                   |

Порядок действий при выполнении задания.

- 1 При помощи периодической таблицы химических элементов Д. И. Менделеева вычислите молярную массу газа.
- 2 Используя уравнение состояния идеального газа определите давление газа  $P_1$
- 3 Используя законы идеального газа, определите параметры газа в точках 2 и 3.
- 4 Постройте график цикла, с указанием на графике  $P, V, T$  в характерных точках
- 5 Используя известные формулы молекулярно-кинетической теории выполните задания б, в, г, д, е, к, л.
- 6 Определите работу газа в процессе 1-2.
- 7 Используя формулу для работы идеального газа при адиабатическом процессе вычислите работу газа в процессе 3-1.
- 8 Используя первый закон термодинамики вычислите количество теплоты, переданное газу в процессе 1-2.
- 9 Вычислите работу газа за цикл  $A = A_{12} - A_{31}$
- 10 Определите КПД цикла  $\eta = \frac{A}{Q_1}$
- 11 Выполните задание и, применив к процессу 1-2 уравнение  $\Delta S = \int \frac{dQ}{T}$

**Задание 2.2**

В баллоне объёмом  $V$  находится газ  $X$  массой  $m$  при температуре  $T$ .

Рассматривая газ  $X$  как реальный (Ван-дер-Ваальса),

определить:

- а). *давление газа на стенки баллона;*
- б) *какую часть давления газа составляет давление, обусловленное силами взаимодействия молекул?*
- в). *эффективный диаметр молекулы газа  $X$ ; собственный объём молекул;*
- г). *определить внутреннюю энергию газа;*
- д). *вычислить критическую температуру  $T_{кр.}$ , критическое давление  $P_{кр.}$ , и критическую плотность  $\rho_{кр.}$  газа  $X$ .*

**Числовые значения параметров задачи 2.2**

| №<br>варианта               | 1     | 2    | 3     | 4      | 5    | 6     | 7      | 8      | 9     | 10   | 11    | 12     | 13   |
|-----------------------------|-------|------|-------|--------|------|-------|--------|--------|-------|------|-------|--------|------|
| $X$                         | $N_2$ | $Ar$ | $H_2$ | $H_2O$ | $He$ | $O_2$ | $CO_2$ | $Cl_2$ | $N_2$ | $Ar$ | $H_2$ | $NH_3$ | $He$ |
| $V \cdot 10^{-2},$<br>$м^3$ | 2     | 4    | 3     | 4      | 5    | 3     | 4      | 5      | 6     | 5    | 4     | 3      | 2    |
| $m, кг$                     | 0,5   | 0,4  | 0,3   | 0,4    | 0,5  | 0,6   | 0,8    | 0,5    | 0,6   | 0,2  | 0,2   | 0,6    | 0,1  |
| $T, K$                      | 280   | 290  | 300   | 320    | 350  | 300   | 340    | 300    | 330   | 320  | 300   | 290    | 280  |
| №<br>варианта               | 14    | 15   | 16    | 17     | 18   | 19    | 20     | 21     | 22    | 23   | 24    | 25     | 26   |
| $X$                         | $N_2$ | $Ar$ | $H_2$ | $H_2O$ | $He$ | $O_2$ | $CO_2$ | $Cl_2$ | $N_2$ | $Ar$ | $H_2$ | $NH_3$ | $He$ |
| $V \cdot 10^{-2},$<br>$м^3$ | 0,1   | 0,2  | 0,3   | 0,4    | 0,5  | 0,6   | 0,5    | 0,4    | 0,3   | 0,2  | 0,1   | 0,2    | 0,3  |
| $m, кг$                     | 0,1   | 0,2  | 0,3   | 0,4    | 0,5  | 0,6   | 0,5    | 0,4    | 0,3   | 0,2  | 0,1   | 0,2    | 0,3  |
| $T, K$                      | 350   | 340  | 330   | 320    | 310  | 300   | 290    | 280    | 290   | 300  | 310   | 320    | 330  |

## Поправки Ван-дер-Ваальса

| Вещество                       | a, Па м <sup>6</sup> моль <sup>-2</sup> | b, 10 <sup>-6</sup> м <sup>3</sup> моль <sup>-1</sup> |
|--------------------------------|-----------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| Азот N <sub>2</sub>            | 0,1370                                  | 38,7                                                  |
| Аммиак NH <sub>3</sub>         | 0,4225                                  | 37,1                                                  |
| Аргон Ar                       | 0,1355                                  | 32,0                                                  |
| Водород H <sub>2</sub>         | 0,02452                                 | 26,5                                                  |
| Вода H <sub>2</sub> O          | 0,5537                                  | 30,5                                                  |
| Гелий He                       | 0,00346                                 | 23,8                                                  |
| Кислород O <sub>2</sub>        | 0,1382                                  | 31,9                                                  |
| Криптон Kr                     | 0,5193                                  | 10,6                                                  |
| Ксенон Xe                      | 0,4192                                  | 51,6                                                  |
| Неон Ne                        | 0,0208                                  | 16,7                                                  |
| Углекислый газ CO <sub>2</sub> | 0,3658                                  | 42,9                                                  |
| Хлор Cl <sub>2</sub>           | 0,6343                                  | 54,2                                                  |

### Раздел 3

#### Электростатика и электрический ток.

##### Задание 3.1

Точечный электрический  $q_1$  находится в точке с координатами  $[x_1, y_1 = 0]$ . Вторым заряд  $q_2 = -3 \cdot 10^{-6}$  Кл расположен в начале координат.

Определить:

а) проекции на оси координат и модуль вектора напряжённости поля в точке с координатами  $[x_2, y_2]$

б) потенциал поля, созданного зарядами  $q_1, q_2$  в точке с координатами  $[x_2, y_2]$

в) работу электрического поля по перемещению заряда  $q_3 = 2 \cdot 10^{-6}$  Кл из точки  $[x_2, y_2]$  в точку  $[x_3, y_3 = 0]$

г) энергию взаимодействия всех трёх зарядов в конечном положении.

##### Числовые значения параметров задачи 3.1

| №<br>варианта              | 1   | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   | 9   | 10  | 11  | 12  | 13  |
|----------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| $q_1 \cdot 10^{-6},$<br>Кл | 3   | 4   | 5   | 2   | 1   | 2   | 3   | 4   | 5   | 1   | 2   | 3   | 4   |
| $x_1, м$                   | 0,2 | 0,4 | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,6 | 0,1 | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,6 | 0,1 |
| $x_2, м$                   | 0,3 | 0,2 | 0,1 | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,1 | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,2 |
| $y_2, м$                   | 0,4 | 0,2 | 0,1 | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,1 | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,2 |
| $x_3, м$                   | 0,5 | 0,6 | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,7 | 0,6 | 0,4 | 0,3 | 0,5 | 0,8 | 0,6 | 0,6 |
| №<br>варианта              | 14  | 15  | 16  | 17  | 18  | 19  | 20  | 21  | 22  | 23  | 24  | 25  | 26  |
| $q_1 \cdot 10^{-6},$<br>Кл | 2   | 4   | 6   | 3   | 7   | 1   | 4   | 4   | 5   | 2   | 1   | 3   | 5   |
| $x_1, м$                   | 0,2 | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,6 | 0,1 | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,6 | 0,1 |
| $x_2, м$                   | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,1 | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,1 | 0,2 | 0,3 | 0,4 |
| $y_2, м$                   | 0,4 | 0,2 | 0,1 | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,1 | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,2 |
| $x_3, м$                   | 0,6 | 0,3 | 0,2 | 0,5 | 0,4 | 0,6 | 0,7 | 0,4 | 0,6 | 0,4 | 0,7 | 0,8 | 0,4 |



Порядок действий при выполнении задания.

1 Начертите чертёж с указанием положения зарядов. На чертеже отобразите вектора напряженности от каждого заряда в отдельности в заданной  $[x_2, y_2]$  точке.

2 Зная координаты зарядов и заданной точки, вычислите модули векторов напряженности электростатического поля от каждого заряда в отдельности по известной формуле  $E_i = \frac{q_i}{4\pi\epsilon_0 r_i^2}$ .

3 Определите проекции векторов напряженности на оси координат от каждого заряда в отдельности  $E_{1x}, E_{1y}, E_{2x}, E_{2y}$  (необходимые значения тригонометрических функций вычислить аналитически, зная координаты зарядов, заданной точки и направления векторов напряжённости поля).

2 Определите модуль напряженности поля  $E = \sqrt{E_x^2 + E_y^2}$ , где  $E_x = E_{1x} + E_{2x}$ ,  $E_y = E_{1y} + E_{2y}$ .

3) Сосчитайте потенциал каждого заряда по отдельности  $\varphi_i = \frac{q_i}{4\pi\epsilon_0 r_i}$  в точке  $[x_2, y_2]$

4) Определите потенциал поля в точке  $[x_2, y_2]$  по формуле  $\varphi = \sum \varphi_i$

5) Повторите вычисления потенциала  $\varphi_3$  для точки  $[x_3, y_3]$

6) Вычислите работу электрического поля по перемещению заряда  $q_3$  из точки  $[x_2, y_2]$  в точку  $[x_3, y_3]$  по формуле  $A = q_3(\varphi_2 - \varphi_3)$

7) Определите энергию взаимодействия системы зарядов в конечном положении,  $W = \sum \frac{q_i \varphi_i}{2}$ , вычислив предварительно недостающие потенциалы.

### Задание 3.2-1

К источнику тока с одним ЭДС  $\varepsilon$  и внутренним сопротивлением  $r$  присоединены три сопротивления  $R_1$ ,  $R_2$  и  $R_3$  как показано на схеме (рис а). После замыкания ключа К

определить:

- а) Показания вольтметра и амперметра.
- б) Падение напряжения  $U_1$  на сопротивлении  $R_1$ ,
- в) силу тока  $I_3$  протекающего по сопротивлению  $R_3$
- г) полную мощность  $P$  источника тока;
- д) полезную мощность  $P_n$ ;
- е) мощность  $P_2$  выделяющуюся на  $R_2$ ;
- ж) КПД  $\eta$  источника тока;
- з) силу тока короткого замыкания, максимальную полезную мощность
- и) построить график зависимости падения напряжения  $U$  во внешней цепи от внешнего сопротивления  $R_1$ , при его изменении от 0 до  $10 R_1$ ;
- к) заряд конденсатора
- л) энергию конденсатора

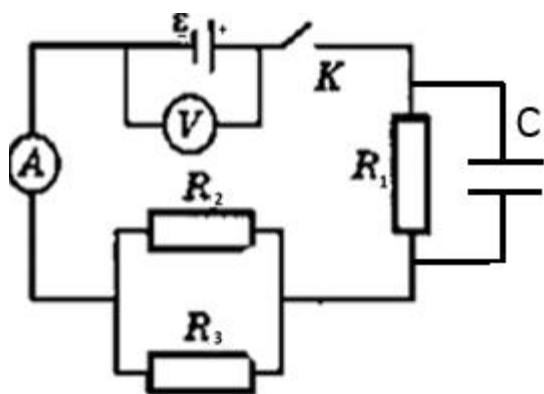


Рис а

### 3.2-2

К источнику тока с двумя (рис б) ЭДС  $\varepsilon$  и пренебрежимо малыми внутренними сопротивлениями, присоединены три сопротивления  $R_1$ ,  $R_2$  и  $R_3$  как показано на схеме (рис. б).

После замыкания ключа К определить:

- а). Показания вольтметра и амперметра.
- б). Падение напряжения  $U_1$  на сопротивлении  $R_1$ , силу тока  $I_3$  протекающего по сопротивлению  $R_3$
- в). мощность  $P_2$  выделяющуюся на  $R_2$ .

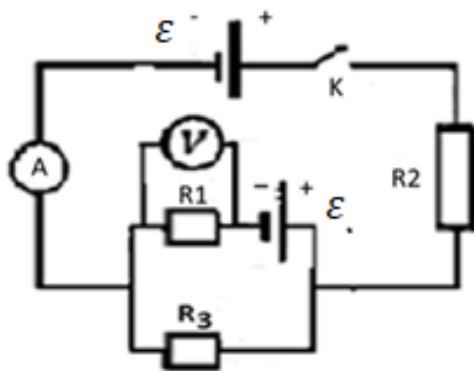


Рис 6

Числовые значения параметров задачи 3.2

| №<br>варианта    | 1   | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   | 9   | 10  | 11  | 12  | 13  |
|------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| $\varepsilon, B$ | 6   | 5   | 4   | 3   | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   | 9   | 10  |
| $r, Ом$          | 0,5 | 0,4 | 0,3 | 0,2 | 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,8 | 0,9 | 1,0 | 1,1 | 1,2 | 1,3 |
| $R_1, Ом$        | 1   | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   | 9   | 10  | 9   | 8   | 7   |
| $R_2, Ом$        | 2   | 1   | 4   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   | 9   | 10  | 9   | 8   |
| $R_3, Ом$        | 3   | 2   | 1   | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   | 9   | 10  | 9   |
| $C, мкФ$         | 1   | 2   | 3   | 4   | 1,2 | 13  | 45  | 6   | 25  | 10  | 1   | 3   | 6   |
| №<br>варианта    | 14  | 15  | 16  | 17  | 18  | 19  | 20  | 21  | 22  | 23  | 24  | 25  | 26  |
| $\varepsilon, B$ | 3   | 2   | 1   | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   | 9   | 10  | 8   |
| $r, Ом$          | 1,0 | 1,1 | 1,2 | 1,3 | 1,4 | 1,5 | 1,6 | 1,7 | 1,8 | 1,9 | 2,0 | 2,1 | 2,2 |
| $R_1, Ом$        | 10  | 9   | 8   | 7   | 6   | 5   | 4   | 3   | 2   | 1   | 2   | 3   | 4   |
| $R_2, Ом$        | 5   | 4   | 4   | 3   | 3   | 2   | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   |
| $R_3, Ом$        | 3   | 2   | 1   | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   | 9   | 10  | 9   |
| $C, мкФ$         | 2   | 4   | 3   | 5   | 2   | 10  | 5   | 16  | 15  | 12  | 1   | 3   | 6   |

Порядок действий при выполнении задания 3.2-1.

- 1 Определите сопротивление внешней цепи.
- 2 По закону Ома для полной цепи определите силу тока в цепи.

- 3 По закону Ома для участка цепи определите напряжение  $U$ ,  $U_1$ .
- 4 Определите эквивалентное сопротивление участка, содержащего  $R_2$   $R_3$ .
- 5 По закону Ома для участка цепи вычислите  $U_3$ .
- 5 По закону Ома для участка цепи рассчитайте силу тока  $I_3$
- 6 Найдите полную мощность  $P = \varepsilon \cdot I$
- 7 Найдите полезную мощность  $P_n = U \cdot I$
- 8 Найдите мощность  $P_2 = U_2 \cdot I_2$
- 9 Найдите КПД  $\eta$  источника тока  $\eta = \frac{\varepsilon}{U}$
- 10 Сосчитайте силу тока короткого замыкания и максимальную полезную мощность
- 11 Используя закон Ома для полной цепи получите выражение для зависимости падения напряжения  $U$  во внешней цепи от внешнего сопротивления  $R_1$ . Постройте график.
- 12 Зная  $U_1$  определите заряд ( $q$ ) и энергию конденсатора.

Порядок действий при выполнении задания 3.2-2.

- 1 Выберите направления токов в ветвях и положительное направление обхода контуров.
- 2 Используя правила Кирхгофа, составьте систему 3 независимых уравнений и определите токи в цепи.
- 3 Выполните задания б, в аналогично задаче 3.2-1

## Раздел 4

### Электромагнетизм.

**Задание 4.1** По квадратной проволочной рамке со стороной  $a$  течёт электрический ток силой  $I$ . Рамка может свободно вращаться вокруг оси параллельной противоположным сторонам раки и проходящей через ее центр. Рамку поместили в однородное магнитное поле напряженностью  $H_0 = 5$  А/м. Ось вращения перпендикулярна направлению магнитного поля. Нормаль к плоскости рамки составляет с направлением внешнего магнитного поля угол  $\varphi_0$ .

Сделать чертёж.

Определить:

- а) напряжённость  $H_1$  и индукцию  $B_1$  магнитного поля в центре рамки;*
- б) магнитный момент  $P_m$  рамки с током;*
- в) момент силы, действующий на рамку;*
- г) работу, которую совершит поле при повороте рамки относительно оси, вращения на угол  $\Delta\varphi_1 = \pi/2$ , считая ток в рамке постоянным;*
- д) силу, действующую на одну из сторон рамки.*

Числовые значения параметров задачи

| №<br>варианта | 1   | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   | 9   | 10  | 11  | 12  | 13  |
|---------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| $a, м$        | 0,1 | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,8 | 0,9 | 1,0 | 0,9 | 0,8 | 0,7 |
| $I, А$        | 2,0 | 2,5 | 3,0 | 3,5 | 4,0 | 4,5 | 5,0 | 5,5 | 6,0 | 5,0 | 4,5 | 4,0 | 3,5 |
| $\varphi_0$   | 30  | 45  | 60  | 30  | 45  | 30  | 45  | 60  | 30  | 45  | 30  | 45  | 60  |
| №<br>варианта | 14  | 15  | 16  | 17  | 18  | 19  | 20  | 21  | 22  | 23  | 24  | 25  | 26  |
| $a, м$        | 0,5 | 0,4 | 0,3 | 0,2 | 0,1 | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,8 | 0,9 |
| $I, А$        | 1,0 | 1,5 | 2,0 | 2,5 | 3,0 | 3,5 | 4,0 | 4,5 | 5,0 | 4,5 | 4,0 | 3,5 | 3,0 |
| $\varphi_0$   | 30  | 60  | 45  | 30  | 45  | 30  | 45  | 60  | 30  | 45  | 30  | 45  | 60  |

**Задание 4.2.** В однородном магнитном поле с индукцией  $B=100$  мкТл движется электрон по винтовой линии. Шаг винтовой линии  $h$ , а её радиус  $= R$ .

Определить:

- а) модуль скорости электрона,*
- в) напряженность электрического поля, которое надо создать, чтобы электрон двигался прямолинейно,*
- б) радиус орбиты частицы, если электрон заменить альфа-частицей, прошедшей разность потенциалов  $U$  кВ.*

Числовые значения параметров задачи 4.2

| №<br>варианта | 1   | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   | 9   | 10  | 11  | 12  | 13  |
|---------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| $h, м$        | 0,1 | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,6 | 0,2 | 0,5 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,2 | 0,4 |
| $B, мкТл$     | 200 | 150 | 90  | 125 | 150 | 110 | 100 | 80  | 200 | 130 | 120 | 90  | 110 |
| $R, см$       | 5,0 | 4,0 | 6,0 | 3,0 | 4,5 | 5,0 | 4,5 | 6,0 | 3,0 | 4,5 | 3,0 | 4,5 | 6,0 |
| $U, кВ$       | 5   | 7   | 11  | 12  | 14  | 20  | 16  | 6   | 9   | 10  | 8   | 22  | 21  |
| №<br>варианта | 14  | 15  | 16  | 17  | 18  | 19  | 20  | 21  | 22  | 23  | 24  | 25  | 26  |
| $h, м$        | 0,5 | 0,4 | 0,3 | 0,2 | 0,1 | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,6 | 0,4 | 0,6 | 0,3 |
| $B, мкТл$     | 100 | 80  | 200 | 130 | 120 | 90  | 200 | 150 | 90  | 125 | 150 | 110 | 100 |
| $R, см$       | 3,0 | 6,0 | 4,5 | 3,0 | 4,5 | 3,0 | 4,5 | 6,0 | 3,0 | 4,5 | 5,0 | 4,5 | 6,0 |
| $U, кВ$       | 3   | 13  | 20  | 19  | 13  | 14  | 7   | 8   | 11  | 15  | 13  | 20  | 10  |

**Задание 4.3** В однородном магнитном поле с индукцией  $B$ , находится квадратная проволочная рамка со стороной  $l$  и сопротивлением  $R$ . Направление нормали к плоскости рамки совпадает с направлением магнитной индукции. Определить:

а). электрический заряд  $q$ , который пройдёт через рамку, при её повороте на угол  $\alpha$ ;

б). среднюю ЭДС индукции, возникающую в рамке при выключении магнитного поля в течение времени  $\Delta t$ ,

в). максимальную ЭДС индукции  $\mathcal{E}_{\max.}$ , которая возникнет, если рамку начать равномерно вращать с угловой скоростью  $\omega$ . Ось вращения лежит в плоскости рамки, проходит через её центр и перпендикулярна линиям магнитной индукции.

Числовые значения параметров задачи 4.3

| №<br>вариан-<br>та | 1   | 2   | 3   | 4   | 5    | 6   | 7   | 8    | 9   | 10   | 11  | 12  | 13   |
|--------------------|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|------|-----|-----|------|
| $l, м$             | 0,1 | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,5  | 0,4 | 0,3 | 0,2  | 0,1 | 0,2  | 0,3 | 0,4 | 0,5  |
| $R, Ом$            | 2   | 1   | 3   | 4   | 5    | 4   | 3   | 2    | 2   | 1    | 3   | 4   | 5    |
| $B, Тл$            | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,6 | 0,7  | 0,8 | 0,9 | 1,0  | 0,9 | 0,8  | 0,7 | 0,6 | 0,5  |
| $\alpha^0$         | 30  | 45  | 60  | 90  | 0    | 30  | 45  | 60   | 90  | 0    | 30  | 45  | 60   |
| $\Delta t, мс$     | 10  | 9   | 8   | 7   | 6    | 5   | 4   | 3    | 4   | 5    | 6   | 7   | 8    |
| $\omega, рад.$     | 314 | 628 | 942 | 157 | 314  | 628 | 942 | 1256 | 157 | 314  | 628 | 942 | 1256 |
| №<br>вариан-<br>та | 14  | 15  | 16  | 17  | 18   | 19  | 20  | 21   | 22  | 23   | 24  | 25  | 26   |
| $l, м$             | 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,5 | 0,4  | 0,3 | 0,2 | 0,1  | 0,2 | 0,3  | 0,4 | 0,5 | 0,6  |
| $R, Ом$            | 5   | 6   | 7   | 5   | 4    | 3   | 2   | 3    | 4   | 5    | 6   | 7   | 8    |
| $B, Тл$            | 1,0 | 0,9 | 0,8 | 0,7 | 0,6  | 0,5 | 0,4 | 0,3  | 0,2 | 0,1  | 0,2 | 0,3 | 0,4  |
| $\alpha^0$         | 0   | 30  | 45  | 60  | 90   | 0   | 30  | 45   | 60  | 90   | 0   | 30  | 45   |
| $\Delta t, мс$     | 10  | 9   | 8   | 7   | 6    | 5   | 3   | 2    | 1   | 2    | 3   | 4   | 5    |
| $\omega, рад.$     | 157 | 314 | 628 | 942 | 1256 | 157 | 314 | 628  | 942 | 1256 | 157 | 314 | 628  |





Раздел 5

Оптика

**Задание 5.1.** Двояковыпуклая тонкая линза изготовлена из стекла, показатель преломления которого  $n=1,50$ . Радиусы  $R$  кривизны обеих поверхностей линзы одинаковы и равны 1 м. На расстоянии  $\mu \times f$  от центра линзы на главной оптической оси расположен предмет высотой  $h$ .

Определить

- а) фокусное расстояние  $f$  линзы*
- б) расстояние  $b$  от линзы до изображения предмета*
- в) высоту  $H$  изображения*

Числовые значения параметров задачи 5.1

|                 |     |     |     |      |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|-----------------|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| №<br>варианта   | 1   | 2   | 3   | 4    | 5   | 6   | 7   | 8   | 9   | 10  | 11  | 12  | 13  |
| $h, \text{ см}$ | 0,1 | 0,2 | 0,3 | 0,4  | 0,5 | 0,6 | 0,2 | 0,5 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,2 | 0,4 |
| $\mu$           | 1,2 | 1,5 | 0,9 | 1, 6 | 1,5 | 1,1 | 1,3 | 0,8 | 2,5 | 3,3 | 1,2 | 0,9 | 1,1 |
| №<br>варианта   | 14  | 15  | 16  | 17   | 18  | 19  | 20  | 21  | 22  | 23  | 24  | 25  | 26  |
| $h, \text{ см}$ | 0,5 | 0,4 | 0,3 | 0,2  | 0,1 | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,6 | 0,4 | 0,6 | 0,3 |
| $\mu$           | 0,4 | 0,8 | 1,6 | 1,5  | 1,1 | 1,3 | 0,8 | 2,5 | 0,9 | 1,5 | 1,6 | 1,3 | 0,6 |

**Задание 5.2** В опыте Юнга расстояние между щелями равно  $d$ . Экран расположен таким образом что ширина интерференционной полосы оказалась равной  $b$ .

Определить

- а) на каком расстоянии  $l$  от щелей расположен экран?*
- б) положение центрального максимума, если на пути одной из щелей поставить стеклянную пластинку толщиной  $x$ , с показателем преломления  $n=1,5$ ?*

Числовые значения параметров задачи 5.2

| №<br>варианта | 1   | 2   | 3   | 4    | 5   | 6   | 7   | 8   | 9   | 10  | 11  | 12  | 13  |
|---------------|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| $d, мм$       | 0,6 | 0,7 | 0,8 | 0,9  | 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,5 | 1,3 | 0,8 | 0,9 | 1,2 | 1,0 |
| $b, мм$       | 2   | 1,5 | 1,9 | 2, 6 | 1,5 | 2,1 | 2,3 | 1,8 | 2,5 | 2,3 | 3,2 | 2,9 | 3,1 |
| $x. мм$       | 2,0 | 3,1 | 4,3 | 2,5  | 2,2 | 2,1 | 2,3 | 1,8 | 2,5 | 2,1 | 2,3 | 1,8 | 2,5 |
| №<br>варианта | 14  | 15  | 16  | 17   | 18  | 19  | 20  | 21  | 22  | 23  | 24  | 25  | 26  |
| $d, мм$       | 0,5 | 0,4 | 0,7 | 0,8  | 0,9 | 1,2 | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,6 | 0,4 | 0,6 | 0,3 |
| $b, мм$       | 1,4 | 0,8 | 1,6 | 1,5  | 1,1 | 2,3 | 0,8 | 2,5 | 1,9 | 1,5 | 1,6 | 1,3 | 1,6 |
| $x. мм$       | 1,8 | 2,5 | 2,1 | 2,3  | 1,8 | 2,5 | 2,5 | 2,2 | 2,1 | 2,0 | 3,1 | 4,3 | 2,5 |

**Задание 5.3** Дифракционная решетка освещена нормально падающим монохроматическим светом. В дифракционной картине максимум второго порядка отклонен на угол  $\varphi_1$ .

Определить

- а) на какой угол  $\varphi_2$  отклонен максимум  $m$  порядка?*
- б) чему равна длина волны падающего света, если ширина пропускающей свет щели составляет 5мкм, и равно минимальному расстоянию между этими полосами?*
- в) каков максимальный порядок спектра, который может разрешить данная дифракционная решётка?*

Числовые значения параметров задачи 5.3

|                   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|-------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| №<br>варианта     | 1  | 2  | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  | 9  | 10 | 11 | 12 | 13 |
| $\varphi_1^\circ$ | 12 | 11 | 13 | 14 | 15 | 11 | 12 | 13 | 13 | 14 | 15 | 12 | 13 |
| $m$               | 2  | 1  | 3  | 4  | 1  | 2  | 2  | 1  | 4  | 3  | 3  | 2  | 1  |
| №<br>варианта     | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 |
| $\varphi_1^\circ$ | 15 | 11 | 12 | 13 | 13 | 14 | 15 | 12 | 11 | 13 | 14 | 15 | 11 |
| $m$               | 3  | 4  | 1  | 2  | 2  | 2  | 1  | 3  | 4  | 1  | 1  | 2  | 2  |

Раздел 6  
Квантовая и ядерная физика

**Задание 6.1.** Поглощательная способность нагретого тела площадью поверхности  $S$  равна  $a_T$ .

Определить:

- а). энергетическую светимость  $R_T$  тела; при температуре  $T$
- б). поток лучистой энергии  $\Phi$
- в). максимум спектральной плотности энергетической светимости  $(r_{\lambda,T})_{max.}$ , считая  $a_T = 1$ ;

Числовые значения параметров задачи 6.1

| №<br>варианта | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   | 11   | 12   | 13   | 14   |
|---------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| $S, м^2$      | 0,25 | 0,30 | 0,35 | 0,40 | 0,45 | 0,50 | 0,55 | 0,60 | 0,65 | 0,70 | 0,45 | 0,50 | 0,55 | 0,60 |
| $T, K$        | 290  | 300  | 350  | 400  | 450  | 500  | 290  | 300  | 350  | 400  | 290  | 300  | 350  | 400  |
| $a_T$         | 0,15 | 0,35 | 0,30 | 0,35 | 0,40 | 0,45 | 0,50 | 0,60 | 0,65 | 0,70 | 0,30 | 0,35 | 0,40 | 0,45 |
| №<br>варианта | 15   | 16   | 17   | 18   | 19   | 20   | 22   | 23   | 24   | 25   | 26   | 27   | 28   | 29   |
| $S, м^2$      | 0,25 | 0,30 | 0,35 | 0,40 | 0,45 | 0,50 | 0,55 | 0,25 | 0,30 | 0,35 | 0,40 | 0,50 | 0,55 | 0,60 |
| $T, K$        | 500  | 290  | 300  | 350  | 400  | 350  | 400  | 450  | 500  | 500  | 290  | 300  | 350  | 400  |
| $a_T$         | 0,65 | 0,70 | 0,30 | 0,35 | 0,40 | 0,45 | 0,50 | 0,60 | 0,65 | 0,70 | 0,15 | 0,35 | 0,30 | 0,35 |

**Задание 6.2.** На плоскую металлическую пластину площадью  $S$  с коэффициентом отражения  $\rho$  и работой выхода  $A$ , служащую фотокатодом вакуумного фотоэлемента, падает нормально параллельный монохроматический пучок света интенсивностью  $I$  и длиной волны  $\lambda$ . Определить:

- а). частоту  $\nu$ , энергию  $\epsilon_\gamma$ , массу  $m_\gamma$  и импульс  $P_\gamma$ , падающих на пластину фотонов;
- б). красную границу фотоэффекта  $\nu_0$ , максимальную кинетическую энергию  $T_{\max}$  фотоэлектронов и задерживающую разность потенциалов  $U_z$ , при которой прекратится фотоэффект;
- в). световое давление  $P$  на пластину, величину светового потока  $\Phi_e$  и число фотонов  $n_{\text{погл.}}$ , поглощаемых ежесекундно пластиной;
- г). силу фототока насыщения  $I_{\text{фн}}$ , полагая что каждый поглощённый пластиной фотон вырывает фотоеlectron;

**Числовые значения параметров задачи 6.2**

| №<br>варианта                     | 1   | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   | 9   | 10  | 11  | 12  | 13  |
|-----------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| $S \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$     | 3,0 | 3,5 | 4,0 | 4,5 | 5,0 | 4,5 | 4,0 | 3,5 | 3,0 | 2,5 | 2,0 | 2,5 | 3,0 |
| $\rho$                            | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,8 | 0,9 | 1,0 | 0   | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,5 |
| $A, \text{ эВ}$                   | 2,2 | 2,3 | 2,5 | 4,0 | 4,7 | 6,3 | 4,7 | 4,0 | 2,5 | 2,3 | 2,2 | 2,3 | 2,5 |
| $I, \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2}$ | 100 | 150 | 200 | 250 | 300 | 350 | 400 | 450 | 500 | 550 | 600 | 650 | 700 |
| $\lambda, \text{ нм}$             | 400 | 450 | 500 | 550 | 600 | 650 | 700 | 750 | 700 | 650 | 600 | 550 | 500 |
| №<br>варианта                     | 14  | 15  | 16  | 17  | 18  | 19  | 20  | 21  | 22  | 23  | 24  | 25  | 26  |
| $S \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$     | 4,0 | 3,5 | 3,0 | 2,5 | 2,0 | 2,5 | 3,0 | 3,0 | 3,5 | 4,0 | 4,5 | 5,0 | 4,5 |
| $\rho$                            | 0,9 | 1,0 | 0   | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,8 |
| $A, \text{ эВ}$                   | 4,7 | 4,0 | 2,5 | 2,3 | 2,2 | 2,3 | 2,5 | 2,2 | 2,3 | 2,5 | 4,0 | 4,7 | 6,3 |
| $I, \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2}$ | 400 | 450 | 500 | 550 | 600 | 650 | 700 | 100 | 150 | 200 | 250 | 300 | 350 |
| $\lambda, \text{ нм}$             | 700 | 750 | 700 | 650 | 600 | 550 | 500 | 400 | 450 | 500 | 550 | 600 | 650 |

**Задание 6.3.** Фотон с энергией  $\epsilon$  выбил электрон из невозбужденного атома водорода.

Пользуясь моделью атома Резерфорда – Бора определить:

- а) Какую скорость  $V$  будет иметь электрон вдали от ядра атома?
- б) какой длинной волны должен обладать фотон, чтобы перевести электрон в атоме с уровня  $k$  на уровень  $m$ ?
- в) чему равна полная энергия атома, если электрон находится на уровне  $m$ ?
- г) сколько длин волн Де Бройля электрона укладывается на орбите  $k$  в этом атоме?
- д) радиус  $r_k$  боровской орбиты электрона с номером  $k$ ;
- е) орбитальный момент импульса  $L_e$  электрона на орбите  $k$ ,

Числовые значения параметров задачи 6.3

| №<br>варианта     | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   | 11   | 12   | 13   |
|-------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| $\varphi_1^\circ$ | 12,8 | 11,5 | 13,4 | 14,2 | 15,3 | 11,6 | 12,8 | 13,9 | 13,5 | 14,4 | 15,5 | 12,: | 13,4 |
| $m$               | 3    | 4    | 6    | 7    | 4    | 5    | 6    | 8    | 9    | 11   | 5    | 6    | 7    |
| $k$               | 1    | 2    | 3    | 5    | 2    | 3    | 2    | 5    | 7    | 6    | 2    | 1    | 4    |
| №<br>варианта     | 14   | 15   | 16   | 17   | 18   | 19   | 20   | 21   | 22   | 23   | 24   | 25   | 26   |
| $\varphi_1^\circ$ | 15,5 | 11,9 | 12,9 | 13,6 | 13,3 | 14,6 | 15,7 | 12,9 | 11,1 | 13,5 | 14,4 | 15,1 | 11,0 |
| $m$               | 8    | 9    | 11   | 5    | 6    | 7    | 4    | 6    | 7    | 4    | 5    | 6    | 12   |
| $k$               | 2    | 4    | 5    | 1    | 5    | 3    | 1    | 3    | 2    | 3    | 4    | 2    | 8    |

- Задание 6.4.** В результате ядерной реакции, образовался некоторый элемент X. Для своего варианта определите:
- а) что это за элемент,
  - б) сколько нуклонов, протонов и нейтронов содержит самый тяжёлый элемент реакции,
  - в) дефект массы  $\Delta m$  и энергию связи  $E_{св}$  самого тяжелого элемента ядерной реакции,
  - г) энергию  $Q$  ядерной реакции,
  - д) сколько процентов ядер радиоактивного элемента распадётся, за время  $t$  равное  $\frac{T_{1/2}}{\mu}$ , где  $T_{1/2}$  его период полураспада.

Числовые значения параметров задачи 6.4

| № ва-<br>рианта | ядерная<br>реакция                                                                    | $\mu$ | № вари-<br>анта | ядерная<br>реакция                                                              | $\mu$ |
|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------------|-------|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------|-------|
| 1               | ${}^9_4\text{Be} + {}^2_1\text{H} \rightarrow {}^1_0\text{n} + \text{X}$              | 0.5   | 14              | ${}^{14}_6\text{C} + {}^4_2\text{He} \rightarrow {}^{17}_8\text{O} + \text{X}$  | 2.7   |
| 2               | ${}^7_3\text{Li} + {}^1_1\text{H} \rightarrow {}^7_4\text{Be} + \text{X}$             | 0.4   | 15              | ${}^9_4\text{Be} + {}^1_1\text{H} \rightarrow {}^4_2\text{He} + \text{X}$       | 2.3   |
| 3               | ${}^6_3\text{Li} + {}^2_1\text{H} \rightarrow {}^4_2\text{He} + \text{X}$             | 0.6   | 16              | ${}^{14}_7\text{N} + {}^1_0\text{n} \rightarrow {}^1_1\text{p} + \text{X}$      | 4.5   |
| 4               | ${}^2_1\text{H} + {}^2_1\text{H} \rightarrow {}^1_0\text{n} + \text{X}$               | 1.5   | 17              | ${}^{14}_7\text{N} + {}^4_2\text{He} \rightarrow {}^{17}_8\text{O} + \text{X}$  | 2.4   |
| 5               | ${}^7_3\text{Li} + {}^4_2\text{He} \rightarrow {}^1_0\text{n} + \text{X}$             | 1.3   | 18              | ${}^{27}_{13}\text{Al} + {}^1_0\text{n} \rightarrow {}^4_2\text{He} + \text{X}$ | 3.1   |
| 6               | ${}^{18}_8\text{O} + {}^1_1\text{p} \rightarrow {}^1_0\text{n} + \text{X}$            | 1.4   | 19              | ${}^{27}_{13}\text{Al} + {}^4_2\text{He} \rightarrow {}^1_0\text{n} + \text{X}$ | 5.3   |
| 7               | ${}^{11}_5\text{B} + {}^4_2\text{He} \rightarrow {}^1_0\text{n} + \text{X}$           | 1.8   | 20              | ${}^{14}_7\text{N} + {}^1_0\text{n} \rightarrow {}^4_2\text{He} + \text{X}$     | 3.5   |
| 8               | ${}^{14}_7\text{N} + {}^4_2\text{He} \rightarrow {}^{17}_8\text{O} + \text{X}$        | 2.1   | 21              | ${}^7_3\text{Li} + {}^1_1\text{p} \rightarrow {}^4_2\text{He} + \text{X}$       | 2.5   |
| 9               | ${}^{12}_6\text{C} + {}^1_0\text{n} \rightarrow {}^9_4\text{Be} + \text{X}$           | 3.2   | 22              | ${}^7_3\text{Li} + {}^1_1\text{p} \rightarrow {}^7_4\text{Be} + \text{X}$       | 2.2   |
| 10              | ${}^{27}_{13}\text{Al} + {}^4_2\text{He} \rightarrow {}^{30}_{15}\text{P} + \text{X}$ | 4.2   | 23              | ${}^4_2\text{He} + {}^{14}_6\text{C} \rightarrow {}^{17}_8\text{O} + \text{X}$  | 3.2   |
| 11              | ${}^{14}_7\text{N} + {}^4_2\text{He} \rightarrow {}^1_1\text{p} + \text{X}$           | 0.3   | 23              | ${}^{27}_{13}\text{Al} + {}^1_0\text{n} \rightarrow {}^4_2\text{He} + \text{X}$ | 3.3   |
| 12              | ${}^{35}_{17}\text{Cl} + {}^1_0\text{n} \rightarrow {}^1_1\text{p} + \text{X}$        | 0.5   | 25              | ${}^{11}_5\text{B} + {}^1_0\text{n} \rightarrow {}^4_2\text{He} + \text{X}$     | 1.1   |
| 13              | ${}^{10}_5\text{Ne} + {}^4_2\text{He} \rightarrow {}^1_0\text{n} + \text{X}$          | 0.9   | 26              | ${}^6_3\text{Li} + {}^4_2\text{He} \rightarrow {}^2_1\text{H} + \text{X}$       | 0.2   |

### 3.4 Критерии и шкала оценивания составления конспекта по теоретическим вопросам

Перечень теоретических вопросов для составления конспекта, рекомендации по выполнению представлены в методических материалах по освоению дисциплины (модуля) и в электронном курсе в ЭИОС МАУ.

| Оценка/баллы   | Критерии оценивания                                                                |
|----------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>Отлично</i> | Задание выполнено полностью и правильно на <b>90-100%</b> . Конспект по теоретиче- |

|                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                            | ским вопросам РП дисциплины «Физика» подготовлен качественно в соответствии с требованиями. Полнота и последовательность изложения материала, правильное определение основных понятий, формулировок законов, описание основных физических явлений, процессов и методов исследования, степень осознанности и понимания изученного материала при ответах на вопросы преподавателя. |
| <i>Хорошо</i>              | Задание выполнено более чем на <b>75-89%</b> правильно, т.е. некоторые вопросы раскрыты не полностью, что не влияет на правильную последовательность рассуждений. Все требования, предъявляемые к работе, выполнены.                                                                                                                                                             |
| <i>Удовлетворительно</i>   | Задания выполнены на <b>50-74%</b> , частично с ошибками. Демонстрирует средний уровень выполнения задания на самостоятельную работу. Большинство требований, предъявляемых к заданию, выполнены.                                                                                                                                                                                |
| <i>Неудовлетворительно</i> | Задание не выполнено<br>ИЛИ<br>Задание выполнено <b>менее, чем на 50 %</b> , со значительным количеством ошибок на низком уровне. Многие требования, предъявляемые к заданию, не выполнены.                                                                                                                                                                                      |

3.5 Критерии и шкала оценивания посещаемости занятий

Посещение занятий обучающимися определяется в процентном соотношении

| Баллы   | Критерии оценки         |
|---------|-------------------------|
| 29-36   | посещаемость 75 - 100 % |
| 19-28,5 | посещаемость 50 - 74 %  |
| 0-18    | посещаемость менее 50 % |

4. Критерии и шкала оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю) при проведении промежуточной аттестации

4.1 Критерии и шкала оценивания результатов освоения дисциплины (модуля) с зачетом

Если обучающийся набрал зачетное количество баллов согласно установленному диапазону по дисциплине (модулю), то он считается аттестованным.

| Оценка            | Баллы    | Критерии оценивания                                                     |
|-------------------|----------|-------------------------------------------------------------------------|
| <i>Зачтено</i>    | 60 - 100 | Набрано зачетное количество баллов согласно установленному диапазону    |
| <i>Не зачтено</i> | менее 60 | Зачетное количество согласно установленному диапазону баллов не набрано |

4.2 Критерии и шкала оценивания результатов освоения дисциплины (модуля) с экзаменом

Для дисциплин (модулей), заканчивающихся экзаменом, результат промежуточной аттестации складывается из баллов, набранных в ходе текущего контроля и при проведении экзамена:

В ФОС включен список вопросов и заданий к экзамену и типовой вариант экзаменационного билета.

**Экзаменационные вопросы** Магнитная индукция. Магнитный момент витка с током. Принцип суперпозиции магнитных полей.

1. Предмет механики. Механическое движение. Основные понятия механики. Кинематика. Основные понятия кинематики. Скорость. Ускорение. Угловая скорость. Угловое ускорение.



2. Масса. Инерция. Сила. Импульс. Закон сохранения импульса. Законы Ньютона.
- 3 Работа силы. Мощность. Кинетическая энергия. Потенциальная энергия
- 4 Момент силы. Момент импульса. Закон сохранения момента импульса. Момент инерции. Уравнение динамики вращательного движения твёрдого тела вокруг неподвижной оси. Кинетическая энергия вращающегося твёрдого тела.
5. Гармонические колебания. Амплитуда, частота и фаза колебания. Колебательный контур. Уравнение колебательного контура. Свободные незатухающие, свободные затухающие. Вынужденные колебания.
- 6 Механический принцип относительности. Преобразования Лоренца. Постулаты СТО. Относительность одновременности и преобразования Лоренца. Сокращение длины и замедление времени в движущихся системах отсчета. Взаимосвязь массы и энергии
6. Количество вещества. Масса молекул. Идеальный газ. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории.
- 7 Уравнение Менделеева - Клапейрона. Законы идеального газа.
- 8 Барометрическая формула. Распределение Больцмана. Закон Максвелла о распределении молекул идеального газа по скоростям.
9. Внутренняя энергия идеального газа. Два способа изменения внутренней энергии. Количество теплоты. Первое начало термодинамики.
- 10 Работа расширения идеального газа. Графическое изображение работы. Круговые процессы (циклы).
11. Теплоёмкость. Теплоёмкости в изохорном и изобарном процессах. Молярная теплоёмкость при постоянном давлении. Уравнение Майера Применение первого начала термодинамики к адиабатному процессу идеального газа
12. Тепловая машина. Цикл Карно Второе начало термодинамики. Энтропия. Принцип возрастания энтропии.
13. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Испарение и конденсация. Метастабильные состояния (пересыщенный пар, перегретая жидкость). Критическое состояние.
14. Электрический заряд и его свойства. Закон сохранения заряда. Закон Кулона. Напряженность электрического поля. Линии напряженности электростатического поля. Принцип суперпозиции электрических полей.

15. Потенциал электростатического поля. Разность потенциалов. Связь между напряженностью и потенциалом.
16. Проводники в электростатическом поле. Электрический диполь. Диэлектрики. Поляризация диэлектриков. Поляризованность.
17. Емкость. Плоский конденсатор. Соединение конденсаторов в батареи. Энергия системы зарядов и уединенного проводника. Энергия заряженного конденсатора. Энергия электрического поля.
18. Постоянный электрический ток, сила тока. Закон Ома для однородного участка цепи. Сопротивление проводников.
19. Сторонние силы. Электродвижущая сила (ЭДС). Закон Ома для замкнутой цепи. Правила Кирхгофа. Работа и мощность тока.
20. Магнитное поле. Магнитная индукция. Сила Ампера. Рамка с током в магнитном поле, магнитный момент кругового тока.
21. Принцип суперпозиции магнитных полей. Закон Био–Савара–Лапласа. Его применение к круговому току. Сила Лоренца. Движение заряженных частиц в магнитном поле.
22. Явление электромагнитной индукции. Закон Фарадея (закон электромагнитной индукции). Правило Ленца. Вращение рамки в магнитном поле.
23. Поток вектора магнитной индукции. Работа по перемещению проводника и контура с током в магнитном поле. Индуктивность контура. Потокосцепление. Самоиндукция.
24. Магнитный момент атома. Намагниченность. Напряжённость магнитного поля. Диа и парамагнетики. Ферромагнетики и их свойства
25. Интерференция света. Когерентность. Цуг волн. Опыт Юнга. Интерференция в тонких плёнках.
26. Дифракция света. Принцип Гюйгенса-Френеля. Метод зон. Дифракция света на дифракционной решётке.
27. Поляризация света. Закон Малюса. Поляризация при отражении, преломлении. Двойное лучепреломление. Дисперсия.
28. Понятие о тепловом излучении. Физические величины, характеризующие тепловое излучение. Закон Стефана-Больцмана. Закон смещения Вина.

28. Формула Планка. Фотоны Энергия и импульс фотона. Эффект Комптона Корпускулярно – волновой дуализм света

29. Фотоэффект. Законы Столетова. Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта. Атом Резерфорда-Бора.

30. Гипотеза де Бройля. Корпускулярно-волновой дуализм свойств вещества. Описание микрочастиц с помощью волновой функции. Физический смысл волновой функции. Соотношение неопределенностей Гейзенберга. Бозоны. Фермионы

31. Атомные ядра и их описание. Свойства ядерных сил. Дефект массы. Энергия связи ядра. Радиоактивное излучение и его виды. Закон радиоактивного распада.

**Практические задания к экзамену по разделам «Электромагнетизм. Колебания и волны. Оптика. Основы физики атома и атомного ядра»**

1. Катушка длиной  $l = 30$  см имеет  $N = 1000$  витков. Найти напряженность  $H$  магнитного поля внутри катушки, если по катушке проходит ток  $I = 2$  А. Диаметр катушки считать малым по сравнению с ее длиной.
2. Найти напряженность  $H$  магнитного поля в центре кругового проволочного витка радиусом  $R = 1$  см, по которому течет ток  $I = 2$  А.
3. Электрон, ускоренный разностью потенциалов  $U = 1$  кВ, влетает в однородное магнитное поле, перпендикулярное к направлению его движения. Индукция магнитного поля  $B = 1,19$  Тл. Найти радиус окружности  $R$ , по которой движется электрон, и период  $T$  обращения электрона.
4. Из проволоки длиной  $l = 1$  м сделана квадратная рамка. По рамке течет ток  $I = 10$  А. Найти напряженность  $H$  магнитного поля в центре рамки.
5. В однородном магнитном поле напряженностью  $H = 79,6$  кА/м помещена квадратная рамка, плоскость которой составляет с направлением магнитного поля угол  $\alpha = 45^\circ$ . Длина стороны рамки 5 см. Найти магнитный поток  $\Phi$ , пронизывающий рамку.
6. Круговой контур помещен в однородное магнитное поле так, что плоскость контура перпендикулярна к направлению магнитного поля. Напряженность магнитного поля  $H = 150$  кА/м. По контуру течет ток  $I = 2$  А. Радиус контура  $R = 2$  см. Какую работу  $A$  надо совершить, чтобы повернуть контур на угол  $\alpha = 90^\circ$  вокруг оси, совпадающей с диаметром контура?
7. В однородном магнитном поле с индукцией  $B = 0,1$  Тл движется проводник длиной  $l = 10$  см. Скорость движения проводника  $v = 15$  м/с и направлена перпендикулярно к магнитному полю. Найти индуцированную в проводнике ЭДС.
8. Катушка длиной  $l = 20$  см и диаметром  $d = 3$  см имеет 400 витков. По катушке идет ток  $I = 2$  А. Найти индуктивность  $L$  катушки и магнитный поток  $\Phi$ , пронизывающий площадь ее поперечного сечения.
9. Магнитный поток сквозь соленоид (без сердечника)  $\Phi = 5$  мкВб. Найти магнитный момент  $P$  соленоида, если его длина  $l = 25$  см.
10. Катушка индуктивностью  $L = 1$  мГн и воздушный конденсатор, состоящий из двух круглых пластин диаметром  $D = 20$  см каждая, соединены параллельно. Расстояние  $d$  между пластинами 0,5 см. Определить период  $T$  колебаний.
11. Катушка имеет индуктивность  $L = 0,144$  Гн и сопротивление  $R = 10$  Ом. Через какое время  $t$  после включения в катушке потечет ток, равный половине установившегося?

12. Индуктивность  $L$  колебательного контура равна 1 мГн. Какова должна быть емкость  $C$  контура, чтобы его резонанс соответствовал длине волны  $\lambda = 300$  м?
13. Катушка диаметром  $d = 10$  см, состоящая из  $N = 500$  витков проволоки, находится в магнитном поле. Найти среднюю ЭДС индукции, возникающую в этой катушке, если индукция магнитного поля увеличивается в течении времени  $t = 0,1$  с от 0 до 2 Тл.
14. Оптическая разность хода двух интерферирующих волн монохроматического света  $\Delta L = 1,5\lambda$ . Что можно сказать о разности фаз этих волн?
15. Определить длину отрезка, на котором укладывается столько же длин монохроматического света в вакууме, сколько их укладывается на отрезке  $l = 5$  мм в стекле. Показатель преломления стекла  $n = 1.5$ .
16. Идеальные зеркальную и черную поверхности облучают светом в одинаковых условиях. На какую поверхность свет оказывает большее давление? Во сколько раз?
17. Запишите возможные значения орбитального квантового числа  $l$  и магнитного квантового числа  $m_l$  для главного квантового числа  $n = 4$ .
18. Определите число протонов и нейтронов, входящих в состав ядер: 1)  ${}^{16}_8\text{O}$ ; 2)  ${}^{17}_8\text{O}$ ; 3)  ${}^{18}_8\text{O}$ . Как называются эти ядра?
19. Расстояние  $d$  между двумя щелями в опыте Юнга равно 1 мм, расстояние  $L$  от щелей до экрана равно 3 м. длина волны, испускаемая источником монохроматического света,  $\lambda = 0,5$  мкм. Определить ширину полос интерференции на экране.
20. Сколько штрихов на 1 мм содержит дифракционная решетка, если при нормальном падении монохроматического света ( $\lambda = 0,6$  мкм), максимум четвертого порядка отклонен на  $30^\circ$ .
21. Какой наименьшей разрешающей силой  $R$  должна обладать дифракционная решетка, чтобы с ее помощью можно было разрешить две спектральные линии калия с длинами волн  $\lambda_1 = 578$  нм и  $\lambda_2 = 580$  нм? Какое наименьшее число штрихов  $N$  должна иметь эта решетка, чтобы разрешение было возможно в спектре второго порядка?
22. Угол преломления луча в жидкости равен  $30^\circ$ . Определить: а) показатель преломления жидкости, если отраженный луч максимально поляризован; б) определить угол между отраженным и преломленным лучом.
23. Два поляроида ориентированы так, что пропускают максимум света. На какой угол следует повернуть один из них, чтобы интенсивность прошедшего света уменьшилась наполовину?
24. Определить максимальную скорость  $v_{\max}$  фотоэлектронов, вырываемых с поверхности серебра ( $A = 4,7$  эВ) ультрафиолетовым излучением с длиной волны  $\lambda = 155$  нм.
25. Определить энергию первого возбужденного состояния и первый потенциал возбуждения атома водорода.
26. Оценить выход энергии в реакции деления ядра урана 235, в котором на нуклон приходится энергия связи 7,6 МэВ, с образованием осколков – бария 139 и криптона 94, для которых энергия связи на нуклон равна 8,7 МэВ. Считать, что около 40 МэВ энергии уносятся нейтронами и гамма-излучением.
27. Оценить на примере реакции синтеза  ${}^2_1\text{H} + {}^2_1\text{H} \rightarrow {}^4_2\text{He}$  энергию, выделяемую на один нуклон. Масса атомов дейтерия  $m_1 = 2,01410$  а.е.м., гелия  $m_2 = 4,00260$  а.е.м.

Типовой вариант экзаменационного билета по разделам

**«Электromагнетизм. Колебания и волны. Оптика. Основы физики атома и атомного ядра»**

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
«Мурманский арктический университет»  
(ФГАОУ ВО «МАУ»)

Институт: Интеллектуальных систем и цифровых технологий  
Кафедра: Высшей математики и физики  
Направление подготовки: \_\_09.03.01\_\_\_\_\_  
Наименование дисциплины \_\_\_\_\_ Физика \_\_\_\_\_, \_\_2\_\_ курс, \_\_\_\_\_3\_\_\_\_\_ семестр  
Экзаменационный билет №1

- 1. Магнитная индукция. Магнитный момент витка с током. Принцип суперпозиции магнитных полей.
- 2. Интерференция света: пространственная и временная когерентность, сложение двух когерентных колебаний (опыт Юнга).
- 3. Оценить на примере реакции синтеза  ${}^2_1\text{H} + {}^2_1\text{H} \rightarrow {}^4_2\text{He}$  энергию, выделяемую на один нуклон. Масса атомов дейтерия  $m_1 = 2,01410$  а.е.м., гелия  $m_2 = 4,00260$  а.е.м.

Зав. кафедрой ВМиФ В.В. Левитес  
Утверждено на заседании кафедры  
Протокол № \_\_ от \_\_\_\_\_ 2024 г.

| Оценка              | Критерии оценки ответа на экзамене                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|---------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Отлично             | Обучающийся глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, не затрудняется с ответом при видоизменении вопроса.                                                                                                             |
| Хорошо              | Обучающийся твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, владеет специальной терминологией на достаточном уровне; могут возникнуть затруднения при ответе на уточняющие вопросы по рассматриваемой теме; в целом демонстрирует общую эрудицию в предметной области. |
| Удовлетворительно   | Обучающийся имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, плохо владеет специальной терминологией, допускает существенные ошибки при ответе, недостаточно ориентируется в источниках специализированных знаний.                                            |
| Неудовлетворительно | Обучающийся не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, не владеет специальной терминологией, не ориентируется в источниках специализированных знаний.<br>Нет ответа на поставленный вопрос.                             |

Оценка, полученная на экзамене, переводится в баллы («5» - 20 баллов, «4» - 15 баллов, «3» - 10 баллов) и суммируется с баллами, набранными в ходе текущего контроля.

| Итоговая оценка по дисциплине (модулю) | Суммарные баллы по дисциплине (модулю), в том числе | Критерии оценивания                                                               |
|----------------------------------------|-----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| Отлично                                | 91 - 100                                            | Выполнены все контрольные точки текущего контроля на высоком уровне. Экзамен сдан |
| Хорошо                                 | 81-90                                               | Выполнены все контрольные точки текущего контроля. Экзамен сдан                   |
| Удовлетворительно                      | 70- 80                                              | Контрольные точки выполнены в неполном объеме. Экзамен сдан                       |
| Неудовлетворительно                    | 69 и менее                                          | Контрольные точки не выполнены или не сдан экзамен                                |

**5. Задания диагностической работы для оценки результатов обучения по дисциплине (модулю) в рамках внутренней и внешней независимой оценки качества образования**

ФОС содержит задания для оценивания знаний, умений и навыков, демонстрирующих уровень сформированности компетенций и индикаторов их достижения в процессе освоения дисциплины (модуля).

Комплект заданий разработан таким образом, чтобы осуществить процедуру оценки каждой компетенции, формируемых дисциплиной (модулем), у обучающегося в письменной форме.

Содержание комплекта заданий включает: *тестовые задания и расчетные задачи.*

**Комплект заданий диагностической работы**

**Код и наименование компетенции: ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и инженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности**

**Вариант №1**

**Задание 1.** При измерении физической величины её истинное значение получить невозможно из-за присутствия погрешностей. Какое значение измеряемой величины при проведении серии измерений принимают за истинное значение?

*Варианты ответов:*

|                              |                                 |
|------------------------------|---------------------------------|
| <i>а) табличное значение</i> | <i>в) сумма значений</i>        |
| <i>б) среднее значение</i>   | <i>г) произведение значений</i> |

**Задание 2.** Разность между результатом измерения некоторой величины  $x$  и его истинным значением  $x_{ист}$  называется ...

*Варианты ответов:*

- |                                      |                                        |
|--------------------------------------|----------------------------------------|
| <i>а) относительной погрешностью</i> | <i>в) абсолютной погрешностью</i>      |
| <i>б) случайной погрешностью</i>     | <i>г) систематической погрешностью</i> |

**Задание 3.** Класс точности амперметра 1,0. Максимальная сила тока, отсчитываемая по шкале прибора 10 А. Определите приборную погрешность амперметра. Ответ **0,1 А**

**Задание 4.** Определите давление на дне водоема глубиной 5 м. Плотность воды 1000 кг/м<sup>3</sup>, атмосферное давление 101 кПа. Ответ: **150 кПа**

**Задание 5.** Определить силу электрического тока  $I$  в замкнутой цепи, в которой действует источник ЭДС  $\varepsilon = 2 В$  с внутренним сопротивлением  $r = 1 Ом$  и внешним сопротивлением  $R = 3 Ом$ .

*Варианты ответов:*

|               |                 |
|---------------|-----------------|
| <i>а) 1 А</i> | <i>в) 0,5 А</i> |
| <i>б) 2 А</i> | <i>г) 3 А</i>   |

**Задание 6.** В замкнутом проводящем контуре полный магнитный поток  $\Phi$  изменился с 4 Вб до 8 Вб за время  $t = 2 с$ . Определить модуль среднего значения ЭДС  $\varepsilon_i$  электромагнитной индукции.

*Варианты ответов:*

|               |                 |
|---------------|-----------------|
| <i>а) 1 В</i> | <i>в) 0,5 В</i> |
| <i>б) 2 В</i> | <i>г) 3 В</i>   |

**Задание 7.** Угол между направлением магнитного и географического меридианов называют:

|                                |                          |
|--------------------------------|--------------------------|
| а) магнитным наклонением       | в) магнитным отклонением |
| <b>б) магнитным склонением</b> | г) девиацией             |

**Задание 8.** Частота колебаний частиц среды составляет 10 Гц, длина волны 2 м. Какова скорость распространения волны? Ответ: 20 м/с

**Задание 9.** Опасным для жизни человека является поражение электрическим током более 20 мА. Какое напряжение может представлять опасность для жизни человека? Электрическое сопротивление тела человека при поврежденной коже около 1000 Ом. Ответ: 20 В

**Задание 10.** При переходе света из среды с показателем преломления  $n_1$  в среду показателем преломления  $n_2$  не изменяется ...

а) длина волны;

**б) частота;**

в) скорость света;

г) направление распространения света.

**Вариант №2**

**Задание 1.** Погрешность, которая имеет вероятностный характер, появление которой не может быть предупреждено называется ...

*Варианты ответов:*

|                            |                          |
|----------------------------|--------------------------|
| а) систематической         | в) грубой                |
| <b>б) инструментальной</b> | <b>г) статистической</b> |

**Задание 2.** Напряжение измеряется вольтметром с пределом измерения 6 В. Класс точности вольтметра 2,5. Определите абсолютную погрешность этого прибора. Ответ: 0,15 В

**Задание 3.** Приведите формулу для относительной погрешности  $\delta$  результата серии измерений физической величины.

*Варианты ответов:*

|                                                                                 |                                                                                 |
|---------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
| <b>а) <math>\delta = \frac{\Delta x}{\langle x \rangle} \cdot 100 \%</math></b> | <b>в) <math>\delta = \frac{\langle x \rangle}{\Delta x} \cdot 100 \%</math></b> |
| <b>б) <math>\delta = \Delta x \cdot x</math></b>                                | <b>г) <math>\delta = \Delta x + x</math></b>                                    |

**Задание 4.** Вычислить работу силы трения  $A$ , совершаемую при прямолинейном равномерном перемещении тела под действием постоянной силы  $F = 2\text{ Н}$  на расстояние  $S = 2\text{ м}$ .

*Варианты ответов:*

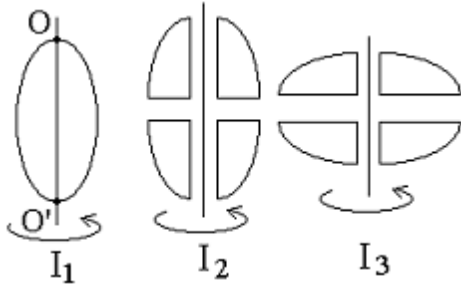
|                |                  |
|----------------|------------------|
| а) 4 Дж        | <b>в) – 4 Дж</b> |
| <b>б) 2 Дж</b> | <b>г) – 2 Дж</b> |

**Задание 5.** Укажите правильное определение амплитуды колебаний

*Варианты ответов:*

|                                                           |                                                                          |
|-----------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|
| <b>а) максимальное смещение из положения равновесия</b>   | <b>в) время совершения одного полного колебания</b>                      |
| <b>б) число колебаний, совершаемых за единицу времени</b> | <b>г) смещение из положения равновесия в произвольный момент времени</b> |

**Задание 6.** Из жести вырезали три одинаковые детали в виде эллипса. Две детали разрезали на четыре одинаковые части. Затем все части отодвинули друг от друга на одинаковое расстояние и расставили симметрично относительно оси  $OO'$ .



Для моментов инерции относительно оси  $OO'$  справедливо соотношение ...

- а)  $I_1 = I_2 = I_3$ ;

б)  $I_1 < I_2 = I_3$ ;
- в)  $I_1 < I_2 < I_3$ ;

г)  $I_1 > I_2 > I_3$ .

**Задание 7.** Угол, который образует вектор напряженности  $\vec{H}$  магнитного поля Земли с плоскостью горизонта в данной точке, называется

|                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|
| а) магнитным наклонением | в) магнитным отклонением |
| б) магнитным склонением  | г) девиацией             |

**Задание 8.** Напряжённость электрического поля в некоторой точке равна  $E = 200 \text{ В}\cdot\text{м}$ . С какой силой  $F$  будет действовать поле на заряд  $q = 10^{-9} \text{ Кл}$ ?

Варианты ответов:

|                                |                                  |
|--------------------------------|----------------------------------|
| а) 200 ГН                      | в) $200 \cdot \text{н Н}$        |
| б) $2 \cdot 10^{-7} \text{ Н}$ | г) $0,5 \cdot 10^{-7} \text{ Н}$ |

**Задание 9.** Длины волн  $\lambda$  видимого света лежат в диапазоне ... мкм:

- а)  $\lambda > 1,2$ ;

б)  $0,4 < \lambda < 0,8$ ;
- в)  $0,8 < \lambda < 1,2$ ;

г)  $\lambda < 0,4$ ;
- д)  $\lambda > 0,8$ .

**Задание 10.** Определите работу выхода  $A$  электрона из натрия, если красная граница фотоэффекта  $\lambda_0 = 663 \text{ нм}$ . ( $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ Дж}\cdot\text{с}$ ).

Варианты ответов:

|                                  |                         |
|----------------------------------|-------------------------|
| а) 3 Дж                          | в) $10^{27} \text{ Дж}$ |
| б) $3 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$ | г) $10^{-3} \text{ Дж}$ |

**Вариант №3**

**Задание 1.** Произведя четыре раза измерения расстояния между какими-то двумя точками, получили следующие значения: 2805,8 м; 2889,3 м; 2895,0 м; 2830,5 м. Среднее значение:

$$\frac{2805,8 + 2889,3 + 2895,0 + 2830,5}{4} = 2855,15 \text{ м.}$$

Чему равно среднее значение после округления? Ответ: 2860 м

**Задание 2.** Класс точности вольтметра  $E_n = 0,5$ , максимальная величина напряжения, отсчитываемая по шкале прибора  $U_{\text{max}} = 100 \text{ В}$ . Определить инструментальную (приборную) погрешность  $\Delta U$  вольтметра.

Варианты ответов:

|          |           |
|----------|-----------|
| а) 0,5 В | в) 0,05 В |
|----------|-----------|



|                |                 |
|----------------|-----------------|
| б) $\pm 0,5 B$ | г) $\pm 0,05 B$ |
|----------------|-----------------|

**Задание 3.** В процессе вычислений было получено значение величины  $x = 27,47 \pm 0,18$ . Как правильно записать результат? Ответ:  **$x = 27,5 \pm 0,2$ .**

**Задание 4.** Момент силы относительно неподвижной точки (центра) равен:

- а)  $\vec{M} = [\vec{F} \times \vec{r}]$ .
- б)  $\vec{M} = [\vec{r} \times \vec{F}]$ .
- в)  $|\vec{M}| = (\vec{r} \times \vec{F})$ .
- г)  $|\vec{M}| = (\vec{F} \times \vec{r})$ .
- д)  $|\vec{M}| = |\vec{r}| |\vec{F}|$ .

**Задание 5.** Уравнение Бернулли  $\frac{\rho v^2}{2} + \rho gh + p = const$  выражает закон сохранения:

- а) потенциальной энергии;
- б) импульса;
- в) кинетической энергии;
- г) энергии;
- д) момента импульса.

**Задание 6.** Ламповый реостат состоит из пяти электрических лампочек, включенных параллельно. Сопротивление каждой лампочки равно 350 Ом. Найти сопротивление реостата, когда: а) горят все лампочки; б) вывинчиваются три лампочки. Ответ: **а) 70 Ом; б) 175 Ом.**

**Задание 7.** Как направлена вертикальная составляющая напряженности  $\vec{H}$  магнитного поля Земли в северном полушарии:

|          |           |
|----------|-----------|
| а) вверх | в) влево  |
| б) вниз  | г) вправо |

**Задание 8.** Прямой провод, по которому течет ток силой  $I = 3 A$ , расположен в однородном магнитном поле перпендикулярно линиям магнитной индукции. С какой силой  $F$  действует поле на отрезок провода длиной  $l = 1 m$ , если магнитная индукция равна  $B = 1 Tл$ ?

Варианты ответов:

|         |        |
|---------|--------|
| а) 1 Н  | в) 3 Н |
| б). 2 Н | г) 6 Н |

**Задание 9.** Укажите формулу, выражающую взаимосвязь массы и энергии в теории относительности.

Варианты ответов:

|                         |                             |
|-------------------------|-----------------------------|
| а) $E = \frac{mv^2}{2}$ | в) $E = \frac{hc}{\lambda}$ |
| б). $E = hv$            | г) $E = mc^2$               |

**Задание 10.** Укажите, сколько нейтронов содержит ядро изотопа атома гелия:  $^3_2He$ .

Варианты ответов:

|      |      |
|------|------|
| а) 1 | в) 3 |
| б) 2 | г) 5 |

**Вариант №4**

**Задание 1.** Шкала амперметра имеет 150 делений. Предельное значение силы тока  $I_{пред.} = 75A$ . Определите цену деления шкалы. Ответ: **0,5 А/деление.**

**Задание 2.** Класс точности амперметра  $E_n = 1,0$ . Максимальная сила тока, отсчитываемая по шкале прибора,  $I_{max} = 10$  А. Определить инструментальную (приборную) погрешность  $\Delta I$  амперметра.

Варианты ответов:

|          |                |
|----------|----------------|
| а) 0,1 А | в) $\pm 0,1$ А |
| б) 10 А  | г) $\pm 10$ А  |

**Задание 3.**

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию обозначения тока на измерительных приборах из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

|                                 |                                                                                        |
|---------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|
| а) Постоянный ток;              | 1)  |
| б) Переменный однофазный ток;   | 2)  |
| в) Постоянный и переменный ток; | 3)  |

|    |    |    |
|----|----|----|
| а) | б) | в) |
| 2  | 3  | 1  |

**Задание 4.** Координата  $x$  материальной точки зависит от времени по закону  $x = 2 t^3$ . Найдите её скорость в момент времени  $t = 2$  с ?

Варианты ответов:

|           |           |
|-----------|-----------|
| а) 12 м/с | в) 6 м/с  |
| б) 24 м/с | г) 18 м/с |

**Задание 5.** Тело массой 150 кг и объемом 0,2 м<sup>3</sup> плавает на поверхности воды, плотность которой 1000 кг/м<sup>3</sup>. Найти объем погруженной части тела. Ответ: 0,15 м<sup>3</sup>

**Задание 6.** В результате кругового процесса газ совершил работу  $A = 1$  Дж и передал охладителю количество теплоты  $Q_2 = 4$  Дж. Определить термический КПД  $\eta$  цикла (в процентах).

Варианты ответов:

|         |         |
|---------|---------|
| а) 40 % | в) 30 % |
| б) 25 % | г) 20 % |

**Задание 7.** Как изменяется напряженность  $\vec{H}$  магнитного поля Земли от полюсов к экватору:

|                  |                |
|------------------|----------------|
| а) увеличивается | б) уменьшается |
|------------------|----------------|

**Задание 8.** Электрическое сопротивление верхнего рогового слоя кожи человека при неповрежденной коже около 100 кОм, а при поврежденной коже 1 кОм. Электрический пробой кожи человека наступает при напряжении около 200 В. Какие значения имеет сила тока при этом напряжении при неповрежденной коже и после электрического пробоя? Ответ: 2 мА; 0,2 А.

**Задание 9.** Скорость самолета с реактивным двигателем 950 км/ч. Размах крыльев – 12,5 м. Найти ЭДС индукции, возникающую на концах крыльев, если вертикальная составляющая индукции земного магнитного поля равна 50 мкТл. Ответ: 165 мВ

**Задание 10.** Определить энергию  $\varepsilon_\gamma$  фотона, которому соответствует длина волны  $\lambda = 300 \text{ нм}$  ( $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$ ).

Варианты ответов:

|                                                        |                                                        |
|--------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| <i>a) <math>6,63 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}</math></i>  | <i>в) <math>19,89 \cdot 10^{-41} \text{ Дж}</math></i> |
| <i>б) <math>2,215 \cdot 10^{-34} \text{ Дж}</math></i> | <i>г) <math>2,21 \cdot 10^{-27} \text{ Дж}</math></i>  |