

Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования
«Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники»

Факультет компьютерных систем и сетей

Кафедра физики

ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ ПО ФИЗИКЕ

*Рекомендовано УМО по образованию
в области информатики и радиоэлектроники
в качестве учебно-методического пособия для специальностей
I ступени высшего образования профилей образования I Техника и технологии,
Р Службы безопасности, закрепленных за УМО*

Минск БГУИР 2019

УДК 53(076)
ББК 22.3я73
Т36

Авторы:

В. В. Аксёнов, Е. В. Андрианова, Е. В. Андрос, И. Л. Дорошевич

Рецензенты:

кафедра технической физики
Белорусского национального технического университета
(протокол №6 от 21.02.2019);

главный научный сотрудник
кафедры физики твердого тела
Белорусского государственного университета
доктор физико-математических наук, профессор Н. Т. Квасов

Т36 **Тестовые задания по физике : учеб.-метод. пособие /**
В. В. Аксёнов [и др.]. – Минск : БГУИР, 2019. – 107 с. : ил.
ISBN 978-985-543-530-4.

Учебно-методическое пособие является сборником заданий в тестовой форме (теоретические вопросы и физические задачи) и предназначено для самостоятельной работы и самоконтроля студентов при изучении курса общей физики. Может также использоваться преподавателями физики в качестве дидактического материала при организации тематического контроля результатов учебной деятельности студентов как в традиционной форме (самостоятельные и контрольные работы), так и в виде компьютерного тестирования. В конце издания приведены значения основных физических констант и величин, необходимых для решения задач, а также ответы к заданиям.

УДК 53(076)
ББК 22.3я73

ISBN 978-985-543-530-4

© УО «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», 2019

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
1. Кинематика.....	5
2. Динамика поступательного движения	11
3. Закон сохранения импульса. Закон изменения и сохранения механической энергии.....	17
4. Динамика вращательного движения. Закон сохранения момента импульса	23
5. Механические колебания и волны.....	30
6. Элементы специальной теории относительности	36
7. Молекулярно-кинетическая теория газов	39
8. Термодинамика	42
9. Электростатика	45
10. Магнитостатика	55
11. Электромагнитная индукция. Уравнения Максвелла. Электромагнитные колебания и волны	65
12. Волновая оптика	73
13. Квантовые свойства электромагнитного излучения.....	78
14. Волновые свойства микрочастиц.....	85
15. Спектральные закономерности. Атом Бора.....	89
16. Стационарное уравнение Шредингера.....	92
17. Элементы физики атомного ядра.....	97
Ответы.....	100
Основные физические константы и величины	103
Относительная атомная масса некоторых изотопов и элементарных частиц	104
Перечень принятых обозначений	105
Список использованных источников	106

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время все большее распространение приобретает такой способ контроля результатов учебной деятельности как тестирование.

Данное учебно-методическое пособие представляет собой сборник заданий в тестовой форме, распределенных по следующим темам курса общей физики:

1. Кинематика.
2. Динамика поступательного движения.
3. Закон сохранения импульса. Закон изменения и сохранения механической энергии.
4. Динамика вращательного движения. Закон сохранения момента импульса.
5. Механические колебания и волны.
6. Элементы специальной теории относительности.
7. Молекулярно-кинетическая теория газов.
8. Термодинамика.
9. Электростатика.
10. Магнитостатика.
11. Электромагнитная индукция. Уравнения Максвелла. Электромагнитные колебания и волны.
12. Волновая оптика.
13. Квантовые свойства света.
14. Волновые свойства микрочастиц.
15. Спектральные закономерности. Атом Бора.
16. Стационарное уравнение Шредингера.
17. Элементы физики атомного ядра.

В каждую тему включены тестовые задания как в виде теоретических вопросов, так и в виде физических задач. К каждому заданию приведены пять вариантов ответа. В случае физической задачи правильным может быть только один вариант ответа из числа предложенных. В случае теоретического вопроса верным может быть как ответ, содержащий только один из приведенных вариантов, так и ответ, содержащий несколько вариантов. При этом правильным считается только тот ответ, в который включены все верные варианты из числа предложенных.

При решении задач необходимо сначала получить конечную формулу, которая выражает искомую величину в заданных в условии задачи величинах и физических константах. Затем подставить в конечную формулу числовые значения величин и физических констант, выраженные в единицах Международной системы единиц СИ. Несоблюдение этого правила может привести к неверному результату. Значения основных физических констант и величин, необходимых для решения задач, приведены в конце учебно-методического пособия. Вычислив значение искомой величины, сравните полученный результат с предложенными вариантами ответа и выберите ближайший к вашему. По таблице ответов сравните номер выбранного вами ответа с номером правильного.

1. КИНЕМАТИКА

1. От выбора системы отсчета не зависят следующие величины:

- 1) расстояние между телами;
- 2) скорость;
- 3) путь;
- 4) ускорение;
- 5) перемещение.

2. Движение кабины колеса обозрения относительно поверхности земли является:

- 1) суммой вращательного и поступательного движения;
- 2) вращательным движением;
- 3) равноускоренным движением;
- 4) поступательным движением;
- 5) примером свободного падения.

3. Движение Луны относительно центра Земли является:

- 1) поступательным движением;
- 2) вращательным движением;
- 3) суммой вращательного и поступательного движения;
- 4) равноускоренным движением;
- 5) среди приведенных ответов правильного нет.

4. Движение Земли относительно центра Солнца является:

- 1) поступательным движением;
- 2) вращательным движением;
- 3) суммой вращательного и поступательного движения;
- 4) равноускоренным движением;
- 5) среди приведенных ответов правильного нет.

5. В случае движения с ускорением путь S , проходимый частицей за промежуток времени от t_1 до t_2 , равен:

- 1) расстоянию между начальной и конечной точками движения;
- 2) $S = vt$;
- 3) $S = v_0t + \frac{at^2}{2}$;
- 4) $S = \int_{t_1}^{t_2} v(t) dt$;
- 5) $S = \int_{t_1}^{t_2} \vec{v}(t) dt$.

6. Нормальное ускорение характеризует быстроту изменения ..., и его модуль определяется выражением ...:

- 1) направления скорости;
- 2) модуля скорости;
- 3) $\frac{d\vec{v}}{dt}$;
- 4) $\frac{dv}{dt}$;
- 5) $\frac{v^2}{R}$.

7. Тангенциальное ускорение характеризует быстроту изменения ..., и его проекция на касательное направление определяется выражением ...:

- 1) направления скорости; 2) модуля скорости;
3) $\frac{d\vec{v}}{dt}$; 4) $\frac{dv}{dt}$; 5) $\frac{v^2}{R}$.

8. При криволинейном плоском движении материальной точки с постоянной по модулю скоростью угол между направлениями ее ускорения и скорости:

- 1) может принимать любое значение;
2) всегда равен $\pi / 2$;
3) всегда равен 0;
4) всегда равен π ;
5) не определен, так как ускорение материальной точки равно 0.

9. При произвольном плоском движении материальной точки модуль ее полного ускорения равен:

- 1) $\sqrt{\left(\frac{dv}{dt}\right)^2 + v^4 R^2}$; 2) $v^2 R + \frac{dv}{dt}$; 3) $\sqrt{v^2 R + \frac{dv}{dt}}$; 4) $\frac{d\vec{v}}{dt}$; 5) $\frac{dv}{dt}$.

10. Для произвольной точки твердого тела, вращающегося вокруг неподвижной оси с угловой скоростью ω и угловым ускорением β , отношение проекций ее ускорения на касательное и нормальное направления $\frac{a_\tau}{a_n}$ равно:

- 1) $\omega \cdot \frac{d\omega}{dt}$; 2) $\frac{\omega^2}{R}$; 3) $-\frac{d(\omega^{-1})}{dt}$; 4) $\omega^2 \cdot \left(\frac{d\omega}{dt}\right)^{-1}$; 5) $-\omega^{-1} \cdot \frac{d\omega}{dt}$.

11. Закон движения частицы имеет вид $\vec{r}(t) = 2t^3 \cdot \vec{e}_x - 8t^2 \cdot \vec{e}_y + 7 \cdot \vec{e}_z$ (м), где t – время в секундах. Модуль скорости частицы в момент времени $t_1 = 1,0$ с равен:

- 1) 11,8 м/с; 2) 18,5 м/с; 3) 17,1 м/с; 4) 14,8 м/с; 5) 10,8 м/с.

12. Радиус-вектор частицы изменяется со временем по закону $\vec{r}(t) = 3t^3 \cdot \vec{e}_x + 4t^2 \cdot \vec{e}_y - 7t \cdot \vec{e}_z$ (м), где t – время в секундах. Модуль ускорения частицы в момент времени $t_1 = 1,0$ с равен:

- 1) 13,9 м/с²; 2) 19,7 м/с²; 3) 8,6 м/с²; 4) 21,5 м/с²; 5) 26,0 м/с².

13. Радиус-вектор частицы меняется со временем t по закону $\vec{r} = \vec{b} t(1 - \alpha t)$, где \vec{b} – постоянный вектор; α – положительная постоянная.

Промежуток времени Δt , по истечении которого частица вернется в исходную точку, равен:

$$1) \Delta t = \frac{b}{\alpha}; \quad 2) \Delta t = \frac{2}{\alpha}; \quad 3) \Delta t = \alpha; \quad 4) \Delta t = 2\alpha; \quad 5) \Delta t = \frac{1}{\alpha}.$$

14. Радиус-вектор точки A относительно начала координат меняется по закону $\vec{r}(t) = \alpha t \cdot \vec{e}_x + \beta t^2 \cdot \vec{e}_y$, где α и β – положительные постоянные. Зависимость от времени t радиуса кривизны траектории R точки A имеет вид:

$$1) R(t) = \frac{(\alpha^2 + 4\beta^2 t^2)^{3/2}}{2\alpha\beta}; \quad 2) R(t) = \frac{\alpha^2 + 4\beta^2 t^2}{2\alpha\beta}; \quad 3) R(t) = \frac{\alpha + 2\beta t}{2\alpha\beta};$$

$$4) R(t) = \frac{\sqrt{\alpha + 2\beta t}}{2\alpha\beta}; \quad 5) R(t) = \frac{\sqrt{\alpha^2 + 4\beta^2 t^2}}{2\alpha\beta}.$$

15. Частица движется так, что ее скорость изменяется со временем по закону $\vec{v}(t) = t \cdot \vec{e}_x - 3t^2 \cdot \vec{e}_y + \vec{e}_z$ (м/с), где t – время в секундах. В начальный момент времени $t_0 = 0$ частица находилась в точке с координатами (1; 0; 0) в метрах. Модуль перемещения частицы за 1,0 с от начала отсчета времени равен:

$$1) 1,1 \text{ м}; \quad 2) 1,5 \text{ м}; \quad 3) 3,3 \text{ м}; \quad 4) 2,5 \text{ м}; \quad 5) 2,7 \text{ м}.$$

16. Частица движется так, что ее скорость изменяется со временем по закону $\vec{v}(t) = 3t^2 \cdot \vec{e}_x + t \cdot \vec{e}_y - 2 \cdot \vec{e}_z$ (м/с), где t – время в секундах. В начальный момент времени $t_0 = 0$ частица находилась в точке с координатами (0; 1; 0) в метрах. Модуль радиуса-вектора частицы в момент времени $t_1 = 1,0$ с равен:

$$1) 0,5 \text{ м}; \quad 2) 0,8 \text{ м}; \quad 3) 1,8 \text{ м}; \quad 4) 2,1 \text{ м}; \quad 5) 2,7 \text{ м}.$$

17. Частица движется вдоль оси Ox так, что проекция ее скорости изменяется со временем по закону $v_x(t) = 10 \cdot (1 - t/\tau)$ (м/с), где t – время в секундах; $\tau = 5$ с. Путь, пройденный телом за первые 9 с, равен:

$$1) 41 \text{ м}; \quad 2) 50 \text{ м}; \quad 3) 32 \text{ м}; \quad 4) 16 \text{ м}; \quad 5) 25 \text{ м}.$$

18. Точка движется по дуге окружности радиусом R так, что модуль ее скорости зависит от пройденного пути S по закону $v = \alpha\sqrt{S}$, где α – положительная постоянная. Зависимость от времени t угла φ между вектором полного ускорения и вектором скорости имеет вид:

$$1) \varphi(t) = \arctg\left(\frac{\alpha t^2}{R}\right); \quad 2) \varphi(t) = \arctg\left(\frac{\alpha t}{2R}\right); \quad 3) \varphi(t) = \arctg\left(\frac{\alpha t}{R}\right);$$

$$4) \varphi(t) = \operatorname{arctg} \left(\frac{\alpha^2 t^2}{2R} \right); \quad 5) \varphi(t) = \operatorname{arctg} \left(\frac{\alpha^2 t}{2R} \right).$$

19. Частица движется, замедляясь, по прямой с ускорением, модуль которого зависит от ее скорости по закону $a = \sqrt{v}$ (м/с²), где v – модуль скорости частицы в метрах в секунду. Если ее начальная скорость составляла 9 м/с, то частица остановится в момент времени, равный:

- 1) 1 с; 2) 2 с; 3) 3 с; 4) 4 с; 5) 5 с.

20. Частица движется в плоскости xOy так, что $x(t) = 5 + 7t - 2t^2$ (м) и $y(t) = 2 - t + 0,4t^2$ (м), где t – время в секундах. Модуль скорости частицы в момент времени $t_1 = 5,0$ с равен:

- 1) 12,2 м/с; 2) 13,3 м/с; 3) 3,0 м/с; 4) 16,0 м/с; 5) 12,6 м/с.

21. Частица движется в плоскости xOy так, что $x(t) = 6t$ (м) и $y(t) = 4/t$ (м), где t – время в секундах. Модуль ускорения частицы в момент времени $t_1 = 2,0$ с равен:

- 1) 6,1 м/с²; 2) 2,0 м/с²; 3) 1,0 м/с²; 4) 0,5 м/с²; 5) 1,5 м/с².

22. Частица движется так, что ее скорость изменяется со временем по закону $\vec{v}(t) = 3t \cdot \vec{e}_x - t^2 \cdot \vec{e}_y + 4 \cdot \vec{e}_z$ (м/с), где t – время в секундах. Модуль ускорения частицы в момент времени $t_1 = 2,0$ с равен:

- 1) 3,0 м/с²; 2) 1,0 м/с²; 3) 7,0 м/с²; 4) 5,0 м/с²; 5) 2,0 м/с².

23. Частица начинает двигаться из начала координат в плоскости xOy так, что проекции ее вектора ускорения изменяются со временем по закону $a_x(t) = 6t$ и $a_y(t) = 9t^2$ (м/с²), где t – время в секундах. В момент времени $t_1 = 2,0$ с частица будет находиться в точке с координатами (в метрах):

- 1) (12; 36); 2) (12; 24); 3) (8; 12); 4) (12; 8); 5) (36; 12).

24. Воздушный шар поднимается с поверхности земли. Вертикальная составляющая его скорости постоянна и равна \vec{v}_0 . Благодаря ветру шар приобретает горизонтальную компоненту скорости $v_x = \alpha y$, где α – положительная постоянная; y – высота подъема. Зависимость от времени t модуля скорости шара v имеет вид:

- 1) $v(t) = \alpha v_0 t + v_0$; 2) $v(t) = v_0 \sqrt{\alpha^2 t^2 + 1}$; 3) $v(t) = \sqrt{\alpha^2 y^2 + v_0^2}$;
4) $v(t) = \alpha y + v_0$; 5) $v(t) = \alpha v_0 t$.

25. Тело бросили с поверхности земли с начальной скоростью \vec{v}_0 , направленной под углом к горизонту. Если сопротивлением воздуха пренебречь, то угол α , при котором максимальная высота подъема и горизонтальная дальность полета будут равны, составляет:

- 1) $\alpha = \arctg \frac{3}{8}$; 2) $\alpha = \arctg \frac{8}{3}$; 3) $\alpha = \arctg 2$;
4) $\alpha = \arctg 1$; 5) $\alpha = \arctg 4$.

26. Твердое тело вращается вокруг неподвижной оси по закону $\varphi(t) = 3 - 2t + 0,5t^3$ (рад), где t – время в секундах. В момент времени $t_1 = 2,0$ с модуль углового ускорения тела равен:

- 1) 2 рад/с²; 2) 5 рад/с²; 3) 3 рад/с²; 4) 6 рад/с²; 5) 1 рад/с².

27. Твердое тело вращается вокруг неподвижной оси по закону $\varphi(t) = 4 - 6t + 0,5t^3$ (рад), где t – время в секундах. Тело остановится в момент времени, равный:

- 1) 2 с; 2) 4 с; 3) 3 с; 4) 1 с; 5) 5 с.

28. Твердое тело вращается вокруг неподвижной оси Oz по закону $\varphi(t) = at - bt^3$, где a и b – положительные постоянные. Если направление оси Oz образует с направлением вращения тела до его остановки правовинтовую систему, то проекция на Oz углового ускорения β_z тела в момент его остановки равна:

- 1) $\beta_z = 2\sqrt{3ab}$; 2) $\beta_z = -2\sqrt{3ab}$; 3) $\beta_z = -\sqrt{3ab}$;
4) $\beta_z = \sqrt{3ab}$; 5) $\beta_z = \sqrt{\frac{ab}{3}}$.

29. Снаряд вылетел из ствола длиной ℓ со скоростью v , сделав n оборотов. Если считать движение снаряда в стволе равноускоренным, то модуль его угловой скорости вращения вокруг оси в момент вылета равен:

- 1) $\omega = \frac{2\pi v}{n\ell}$; 2) $\omega = \frac{\pi n v}{\ell}$; 3) $\omega = \frac{\pi n v}{2\ell}$; 4) $\omega = \frac{2v}{\pi n \ell}$; 5) $\omega = \frac{2\pi n v}{\ell}$.

30. Твердое тело вращается вокруг неподвижной оси по закону $\varphi(t) = 5t + 0,2t^3$ (рад), где t – время в секундах. Модуль тангенциального ускорения точки тела, отстоящей от оси вращения на расстояние 2 м, в момент времени $t_1 = 5,0$ с равен:

- 1) 12 м/с²; 2) 35 м/с²; 3) 48 м/с²; 4) 22 м/с²; 5) 8 м/с².

31. Твердое тело вращается вокруг неподвижной оси по закону $\varphi(t) = 4 - 2t + t^3$ (рад), где t – время в секундах. Модуль нормального ускорения точки тела, отстоящей от оси вращения на расстояние 0,5 м, в момент времени $t_1 = 2,0$ с равен:

- 1) 65 м/с²; 2) 50 м/с²; 3) 144 м/с²; 4) 40 м/с²; 5) 72 м/с².

32. Твердое тело вращается вокруг неподвижной оси Oz так, что проекция его угловой скорости на ось вращения зависит от времени по закону $\omega_z(t) = \omega_0 - \alpha t^2$ (рад/с), где t – время в секундах; $\omega_0 = 18,84$ рад/с; $\alpha = 2,09$ рад/с³. Число оборотов, совершенных телом до полной остановки, равно:

- 1) 6; 2) 9; 3) 2; 4) 5; 5) 7.

33. Твердое тело вращается с угловой скоростью $\omega(t) = at \cdot \vec{e}_x \vec{i} + bt^2 \cdot \vec{e}_y$, где a и b – положительные постоянные. Зависимость от времени t модуля углового ускорения тела β имеет вид:

- 1) $\beta(t) = \sqrt{a^2 + 2b^2t^2}$; 2) $\beta(t) = \sqrt{a^2 + 2b^2t^4}$; 3) $\beta(t) = \sqrt{a^2 + 4b^2t^2}$;
4) $\beta(t) = \sqrt{a^2 + b^2t^2}$; 5) $\beta(t) = \sqrt{a^2 + b^2t^4}$.

34. Твердое тело вращается с замедлением вокруг неподвижной оси так, что модуль его углового ускорения $\beta \sim \sqrt{\omega}$, где ω – модуль угловой скорости тела. Если в начальный момент его угловая скорость была равна ω_0 , то средняя угловая скорость $\langle \omega \rangle$ тела за время, в течение которого оно будет вращаться, составляет:

- 1) $\langle \omega \rangle = \frac{\omega_0}{6}$; 2) $\langle \omega \rangle = \frac{\omega_0}{2}$; 3) $\langle \omega \rangle = \frac{3\omega_0}{4}$; 4) $\langle \omega \rangle = \frac{\omega_0}{3}$; 5) $\langle \omega \rangle = \frac{2\omega_0}{3}$.

2. ДИНАМИКА ПОСТУПАТЕЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ

1. Какие из законов Ньютона (первый, второй, третий) выполняются в произвольной системе отсчета?

- 1) только третий;
- 2) все;
- 3) все выполняются только в инерциальных системах отсчета;
- 4) только второй и третий;
- 5) только первый и третий.

2. В инерциальной системе отсчета импульс силы, действующей на частицу массой m , равен изменению следующей величины:

- 1) p ;
- 2) $m\vec{v}$;
- 3) $[\vec{r}, \vec{p}]$;
- 4) $\frac{d^2\vec{r}}{dt^2}$;
- 5) $\frac{d\vec{r}}{dt}$.

3. Согласно закону всемирного тяготения модуль силы взаимодействия двух материальных точек:

- 1) прямо пропорционален произведению масс;
- 2) обратно пропорционален квадрату расстояния между частицами;
- 3) прямо пропорционален произведению масс и обратно пропорционален квадрату расстояния между частицами;
- 4) прямо пропорционален сумме масс и обратно пропорционален квадрату расстояния между частицами;
- 5) прямо пропорционален квадрату расстояния между телами.

4. Электромагнитную природу имеют следующие силы:

- 1) тяжести;
- 2) упругости;
- 3) трения;
- 4) гравитационного взаимодействия;
- 5) нормальной реакции опоры.

5. Книга массой m лежит на горизонтальной шероховатой поверхности. В соответствии с третьим законом Ньютона книга действует на окружающие тела с силой:

- 1) тяжести $m\vec{g}$;
- 2) нормальной реакции опоры;
- 3) притяжения Земли к книге;
- 4) трения покоя;
- 5) давления книги на поверхность.

6. Два студента тянут горизонтально расположенный канат в противоположные стороны с одинаковыми по модулю силами по 100 Н каждая. Сила натяжения каната равна:

- 1) 100 Н; 2) 200 Н; 3) 0; 4) 50 Н; 5) 141 Н.

7. Математическое выражение закона Гука при деформации растяжения (сжатия) имеет вид:

- 1) $\vec{F}_{\text{упр}} = k \Delta \vec{\ell}$; 2) $F_{\text{упр}} = -k \Delta \ell$; 3) $\vec{F}_{\text{упр}} = -k \Delta \vec{\ell}$;
4) $F_{\text{упр}} = -k (\Delta \ell)^2$; 5) $F_{\text{упр}} = k \Delta \ell$.

8. Тело массой 0,5 кг движется прямолинейно, причем координата тела от времени зависит по закону $x(t) = At^2 - Bt^3$ (м), где t – время в секундах; $A = 6,0 \text{ м/с}^2$; $B = 1,0 \text{ м/с}^3$. Модуль силы, действующей на тело в конце первой секунды движения, равен:

- 1) 2,0 Н; 2) 2,5 Н; 3) 3,0 Н; 4) 0; 5) 3,5 Н.

9. Два тела массами 1,0 и 2,0 кг, связанные между собой легкой нерастяжимой нитью, движутся по горизонтальной поверхности под действием постоянной силы, равной 30 Н и приложенной к телу меньшей массы под углом 30° к горизонту. Если коэффициент трения между телами и поверхностью одинаков и составляет 0,4, то модуль ускорения тел равен:

- 1) 4,7 м/с²; 2) 5,2 м/с²; 3) 8,7 м/с²; 4) 6,7 м/с²; 5) 7,2 м/с².

10. Два тела массами 1,0 и 2,0 кг, связанные между собой легкой нерастяжимой нитью, движутся по горизонтальной поверхности под действием постоянной силы, равной 30 Н и приложенной к телу меньшей массы под углом 30° к горизонту. Если коэффициент трения между телами и поверхностью одинаков и составляет 0,4, то модуль силы натяжения нити равен:

- 1) 5,4 Н; 2) 21,5 Н; 3) 17,5 Н; 4) 25,5 Н; 5) 11,4 Н.

11. На гладкой горизонтальной плоскости лежит доска массой m_1 и на ней – брусок массой m_2 . К бруску приложили горизонтальную силу, модуль которой увеличивается со временем t по закону $F = \alpha t$, где α – положительная постоянная. Если коэффициент трения между доской и бруском равен μ , то время Δt их совместного движения как целого составляет:

- 1) $\Delta t = \frac{\mu m_2 g (m_1 + m_2)}{\alpha m_1}$; 2) $\Delta t = \frac{\mu m_1 g (m_1 + m_2)}{\alpha m_2}$; 3) $\Delta t = \frac{\mu m_1 g (m_1 - m_2)}{\alpha m_2}$;
4) $\Delta t = \frac{\mu m_2 g (m_1 - m_2)}{\alpha (m_1 + m_2)}$; 5) $\Delta t = \frac{\mu m_2 g}{\alpha}$.

12. В установке, показанной на рис. 1, массы тел равны $m_1 = 1,5$ кг и $m_2 = 2,0$ кг, массы блока и нити малы, трение в блоке отсутствует. Если коэффициент трения между телом m_1 и горизонтальной поверхностью составляет 0,3, то модуль ускорения, с которым опускается тело m_2 , равен:

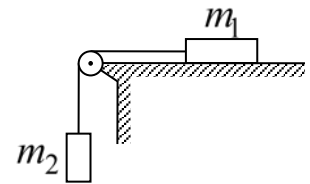


Рис. 1

- 1) $4,3 \text{ м/с}^2$; 2) $2,5 \text{ м/с}^2$; 3) $7,3 \text{ м/с}^2$; 4) $8,5 \text{ м/с}^2$; 5) $9,8 \text{ м/с}^2$.

13. В установке, показанной на рис. 1, массы тел равны $m_1 = 1,5$ кг и $m_2 = 2,0$ кг, массы блока и нити малы, трение в блоке отсутствует. Если коэффициент трения между телом m_1 и горизонтальной поверхностью составляет 0,3, то модуль силы натяжения нити равен:

- 1) $30,6 \text{ Н}$; 2) $17,3 \text{ Н}$; 3) $10,9 \text{ Н}$; 4) $35,0 \text{ Н}$; 5) $28,3 \text{ Н}$.

14. В установке, показанной на рис. 2, тела массы m_0 , m_1 и m_2 связаны легкой нерастяжимой нитью, перекинутой через невесомый блок. Скольжения нити по блоку и трения в оси блока нет. Если коэффициент трения между горизонтальной поверхностью и телами m_1 и m_2 равен μ , то ускорение \vec{a} , с которым опускается тело m_0 , составляет:

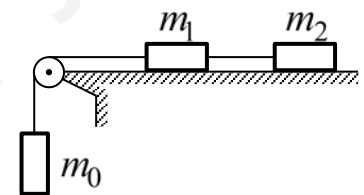


Рис. 2

- 1) $\vec{a} = \frac{m_0 - \mu(m_1 + m_2)}{m_0 + m_1 + m_2} \cdot \vec{g}$; 2) $\vec{a} = \frac{m_0 - 2\mu(m_1 + m_2)}{m_0 + 2(m_1 + m_2)} \cdot \vec{g}$;
 3) $\vec{a} = \frac{m_0 - \mu(m_1 + m_2)}{m_0 - 2(m_1 + m_2)} \cdot \vec{g}$; 4) $\vec{a} = \frac{m_0 - 2\mu(m_1 + m_2)}{m_0 + m_1 + m_2} \cdot \vec{g}$;
 5) $\vec{a} = \frac{m_0 + 2\mu(m_1 + m_2)}{m_0 + m_1 + m_2} \cdot \vec{g}$.

15. На тело массой m , лежащее на гладкой горизонтальной плоскости, в момент $t_0 = 0$ начала действовать сила, модуль которой увеличивается со временем t по закону $F = kt$, где k – положительная постоянная. Если направление этой силы все время составляет угол α с горизонтом, то модуль скорости v тела в момент отрыва его от плоскости равен:

- 1) $v = \frac{2mg^2 \cos \alpha}{k \sin^2 \alpha}$; 2) $v = \frac{mg^2 \cos \alpha}{2k \sin^2 \alpha}$; 3) $v = \frac{mg^2 \cos^2 \alpha}{2k \sin \alpha}$;
 4) $v = \frac{mg^2 \sin \alpha}{2k \cos^2 \alpha}$; 5) $v = \frac{2mg^2 \sin \alpha}{k \cos^2 \alpha}$.

16. Тело массой m лежит неподвижно на наклонной плоскости, составляющей угол α с горизонтом. Коэффициент трения между телом и поверхностью составляет μ . Модуль силы трения, действующей на это тело, равен:

- 1) $\mu mg \cos \alpha$; 2) 0; 3) μmg ; 4) $\mu mg \sin \alpha$; 5) $\mu mg \operatorname{tg} \alpha$.

17. В установке, показанной на рис. 3, массы тел равны $m_1 = 1,5$ кг и $m_2 = 2,0$ кг, угол $\alpha = 30^\circ$, массы блока и нити малы, трение в блоке отсутствует. Если коэффициент трения между телом m_1 и горизонтальной поверхностью составляет 0,3, то модуль ускорения, с которым опускается тело m_2 , равен:

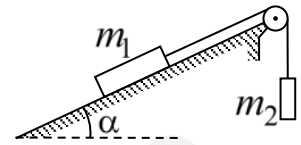


Рис. 3

- 1) $2,4 \text{ м/с}^2$; 2) $3,2 \text{ м/с}^2$; 3) $8,7 \text{ м/с}^2$; 4) $4,6 \text{ м/с}^2$; 5) $5,7 \text{ м/с}^2$.

18. В установке, показанной на рис. 3, массы тел равны $m_1 = 1,5$ кг и $m_2 = 2,0$ кг, угол $\alpha = 30^\circ$, массы блока и нити малы, трение в блоке отсутствует. Если коэффициент трения между телом m_1 и горизонтальной поверхностью составляет 0,3, то модуль силы натяжения нити равен:

- 1) 24,4 Н; 2) 10,8 Н; 3) 19,6 Н; 4) 4,9 Н; 5) 14,8 Н.

19. Небольшое тело пустили снизу вверх по наклонной плоскости, составляющей с горизонтом угол 30° , с начальной скоростью 10 м/с. Если коэффициент трения между телом и плоскостью составляет 0,2, то время движения тела до остановки равно:

- 1) 1,5 с; 2) 3,2 с; 3) 0,5 с; 4) 2,4 с; 5) 1,3 с.

20. На наклонную плоскость, составляющую угол α с горизонтом, поместили два бруска – 1 и 2 (рис. 4). Массы брусков – m_1 и m_2 , коэффициенты трения между плоскостью и этими брусками – соответственно μ_1 и μ_2 .

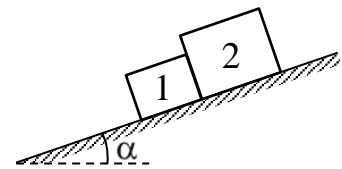


Рис. 4

Если $\mu_1 > \mu_2$, то модуль силы F взаимодействия между брусками в процессе их движения, равен:

- 1) $F = \frac{m_1 m_2 g (\mu_1 - \mu_2) \cos \alpha}{m_2 - m_1}$; 2) $F = \frac{m_1 m_2 g (\mu_1 - \mu_2) \cos \alpha}{m_1 + m_2}$;
 3) $F = \frac{2 m_1 m_2 g (\mu_2 - \mu_1) \cos \alpha}{m_2 - m_1}$; 4) $F = \frac{m_1 m_2 g (\mu_2 - \mu_1) \cos \alpha}{m_2 - m_1}$;
 5) $F = \frac{m_1 m_2 g (\mu_2 - \mu_1) \cos \alpha}{m_1 + m_2}$.

21. Через невесомый блок, подвешенный к пружинным весам, перекинута легкая нерастяжимая нить, к концам которой прикреплены грузы массами 0,5 и 0,8 кг. Если трением в оси блока пренебречь, то во время движения грузов показание весов будет равно:

- 1) 6,5 Н; 2) 6,0 Н; 3) 12,7 Н; 4) 9,8 Н; 5) 12,1 Н.

22. Система состоит из груза массой 2,1 кг, подвешенного к невесомому динамометру. Вся система первый раз движется с постоянным ускорением, направленным вертикально вверх, а второй раз – с ускорением, направленным вниз. Если в обоих случаях модуль ускорения одинаков и равен $4,2 \text{ м/с}^2$, то разность между показаниями динамометра в первом и во втором случаях составляет:

- 1) 0; 2) 17,6 Н; 3) 8,8 Н; 4) 29,4 Н; 5) 11,8 Н.

23. К потолку вагона, движущегося горизонтально и прямолинейно с ускорением 5 м/с^2 , подвешен на нити груз массой 0,2 кг. Модуль силы натяжения нити равен:

- 1) 1,96 Н; 2) 2,0 Н; 3) 2,1 Н; 4) 2,2 Н; 5) 2,3 Н.

24. Аэростат массой M движется с постоянным ускорением \vec{a} , направленным вниз. Если сопротивлением воздуха пренебречь, то масса m балласта, который следует сбросить за борт, чтобы аэростат двигался с таким же по модулю ускорением, но направленным вверх, равна:

- 1) $m = \frac{2Ma}{g+a}$; 2) $m = \frac{2Ma}{g-a}$; 3) $m = \frac{Mg}{g-a}$; 4) $m = \frac{Ma}{g-a}$; 5) $m = \frac{Ma}{g+a}$.

25. Мотоциклист делает поворот на горизонтальной поверхности по дуге радиусом кривизны 80 м. Если коэффициент трения колес о поверхность составляет 0,4, то максимальная скорость, которую может развить мотоциклист, равна:

- 1) 10,1 м/с; 2) 12,4 м/с; 3) 17,7 м/с; 4) 18,3 м/с; 5) 19,2 м/с.

26. Мотоциклист едет с постоянной скоростью 20 м/с по окружности внутренней поверхности цилиндра, ось которого расположена вертикально. Если радиус цилиндра составляет 4,50 м, а размерами мотоцикла и человека можно пренебречь, то коэффициент трения шин о стенки цилиндра равен:

- 1) 0,13; 2) 0,15; 3) 0,11; 4) 0,12; 5) 0,14.

27. Ближайший спутник Марса находится на расстоянии $9,4 \cdot 10^6$ м от центра планеты и движется вокруг нее по круговой орбите с постоянной скоростью $2,1 \cdot 10^3$ м/с. Если размеры спутника малы, то масса Марса составляет:

- 1) $3,10 \cdot 10^{23}$ кг; 2) $2,96 \cdot 10^{20}$ кг; 3) $6,21 \cdot 10^{20}$ кг;
4) $5,82 \cdot 10^{23}$ кг; 5) $6,21 \cdot 10^{23}$ кг.

28. Расстояние от центра Солнца до планеты Нептун в 30 раз меньше, чем до Земли. Если считать, что планеты движутся вокруг Солнца по круговым орбитам с постоянными скоростями, то период обращения Нептуна вокруг Солнца равен:

- 1) 152,7 г.; 2) 164,3 г.; 3) 152,7 сут; 4) 164,3 сут; 5) 187,3 г.

29. Если масса Луны $M = 7,35 \cdot 10^{22}$ кг, ее средний радиус $R = 1,74 \cdot 10^6$ м, то первая космическая скорость для запуска спутника с поверхности Луны составляет:

- 1) 5,31 км/ч; 2) 1,68 км/ч; 3) 5,31 км/с; 4) 1,68 км/с; 5) 7,91 км/с.

Библиотека БГУИР

3. ЗАКОН СОХРАНЕНИЯ ИМПУЛЬСА. ЗАКОН ИЗМЕНЕНИЯ И СОХРАНЕНИЯ МЕХАНИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ

1. Элементарная работа δA силы \vec{F} на малом перемещении $d\vec{r}$ точки приложения этой силы определяется выражением:

$$\begin{aligned} 1) \delta A &= F \cdot |d\vec{r}|; & 2) \delta A &= [\vec{F}, d\vec{r}]; & 3) \delta A &= (\vec{F}, d\vec{r}); \\ 4) \delta A &= [d\vec{r}, \vec{F}]; & 5) \delta A &= F \cdot d|\vec{r}|. \end{aligned}$$

2. Кинетическая энергия частицы массой m , движущейся со скоростью \vec{v} на высоте h от поверхности земли, равна:

$$1) \frac{mv^2}{2} + mgh; \quad 2) mgh; \quad 3) \frac{mv}{2} + mgh; \quad 4) \frac{mv^2}{2}; \quad 5) \frac{mv}{2}.$$

3. Приращение кинетической энергии материальной точки равно работе:

- 1) всех сил, действующих на нее;
- 2) только всех консервативных сил, действующих на нее;
- 3) только всех неконсервативных сил, действующих на нее;
- 4) только всех потенциальных сил, действующих на нее;
- 5) только силы тяжести, действующей на нее.

4. Работа консервативных сил, действующих на частицу, равна:

- 1) приращению ее потенциальной энергии;
- 2) убыли ее потенциальной энергии;
- 3) всегда 0;
- 4) убыли ее кинетической энергии;
- 5) всегда приращению кинетической энергии.

5. Консервативная сила \vec{F} , действующая на частицу, связана с ее потенциальной энергией U следующим образом:

$$\begin{aligned} 1) \vec{F} &= \frac{\partial U}{\partial x} \cdot \vec{e}_x + \frac{\partial U}{\partial y} \cdot \vec{e}_y + \frac{\partial U}{\partial z} \cdot \vec{e}_z; & 2) \vec{F} &= \vec{\nabla} U; & 3) \vec{F} &= -\frac{\partial U}{\partial x} \vec{e}_x - \frac{\partial U}{\partial y} \vec{e}_y - \frac{\partial U}{\partial z} \vec{e}_z; \\ 4) \vec{F} &= \text{grad} U; & 5) \vec{F} &= -\frac{\partial U}{\partial x} \cdot \vec{e}_x - \frac{\partial U}{\partial y} \cdot \vec{e}_y - \frac{\partial U}{\partial z} \cdot \vec{e}_z. \end{aligned}$$

6. Закон сохранения импульса выполняется:

- 1) для замкнутых механических систем, в которых действуют только консервативные силы;
- 2) для любых механических систем, на тела которых действуют только внешние силы;
- 3) для любых механических систем, в которых действуют только консервативные силы;

4) для замкнутых механических систем, в которых действуют любые силы;

5) для замкнутых механических систем, в которых действуют только неконсервативные силы.

7. В инерциальной системе отсчета изменение движения центра масс механической системы обусловлено действием на нее:

- 1) только всех внешних сил;
- 2) только всех внутренних сил;
- 3) только всех внешних неконсервативных сил;
- 4) как всех внешних, так и внутренних консервативных сил;
- 5) как всех внешних, так и внутренних неконсервативных сил.

8. Частица совершила перемещение по некоторой криволинейной траектории в плоскости xOy из точки 1 с радиусом-вектором $\vec{r}_1 = 2 \cdot \vec{e}_x - 3 \cdot \vec{e}_y$ (м) в точку 2 с радиусом-вектором $\vec{r}_2 = 3 \cdot \vec{e}_x + 5 \cdot \vec{e}_y$ (м) под действием двух сил: $\vec{F}_1 = 1 \cdot \vec{e}_x - 6 \cdot \vec{e}_y$ (Н) и $\vec{F}_2 = 4 \cdot \vec{e}_x + 1 \cdot \vec{e}_y$ (Н). Суммарная работа этих сил на данной траектории 1–2 равна:

- 1) ответ зависит от длины и формы траектории;
- 2) 90 Дж; 3) –35 Дж; 4) –90 Дж; 5) 35 Дж.

9. Однородный стержень длиной 1 м и площадью поперечного сечения $5,5 \text{ см}^2$ плавает в вертикальном положении, погрузившись в воду на $4/5$ своей длины. Если плотность воды 1000 кг/м^3 , то для полного погружения стержня в воду в вертикальном положении внешняя сила должна совершить минимальную работу, равную:

- 1) 0,17 Дж; 2) 0,11 Дж; 3) 0,08 Дж; 4) 0,22 Дж; 5) 0,39 Дж.

10. Частица массой 2 кг под действием некоторой силы движется прямолинейно согласно закону $x(t) = -2t + 1t^2 - 0,2t^3$ (м). В момент времени $t_1 = 5$ с мощность, развиваемая этой силой, равна:

- 1) 72 Вт; 2) 14 Вт; 3) 28 Вт; 4) 16 Вт; 5) 56 Вт.

11. Человек массой 70 кг, бегущий со скоростью 9 км/ч, догоняет тележку массой 190 кг, движущуюся со скоростью 3,6 км/ч, и вскакивает на нее. Если силы трения и сопротивления пренебрежимо малы, то скорость тележки с человеком после прыжка составит:

- 1) 0,06 м/с; 2) 1,4 м/с; 3) 0,21 м/с; 4) 5,4 м/с; 5) 1,9 м/с.

12. Конькобежец массой 60 кг, стоя на льду на коньках, бросает камень массой 2,55 кг под углом 30° к горизонту со скоростью 10 м/с. Если перемеще-

нием конькобежца во время броска пренебречь, то скорость, с которой он начнет двигаться, составит:

- 1) 0,37 м/с; 2) 0,43 м/с; 3) 0,21 м/с; 4) 0,27 м/с; 5) 0,35 м/с.

13. С тележки массой 45 кг, свободно движущейся по горизонтальной поверхности, в сторону, противоположную ее движению, прыгает человек массой 70 кг. После этого скорость тележки становится равной 5,0 м/с. Если скорость человека относительно тележки в момент отрыва от нее направлена под углом 30° к горизонту и составляет 2,2 м/с, то модуль скорости тележки до прыжка был равен:

- 1) 0,8 м/с; 2) 1,2 м/с; 3) 3,8 м/с; 4) 3,1 м/с; 5) 0,6 м/с.

14. Небольшое тело начинает скользить с высоты $h = 2,4$ м по наклонному желобу, переходящему в полуокружность радиусом $R = h/2$. Если трение пренебрежимо мало, то скорость тела в момент отрыва от желоба равна:

- 1) 0,3 м/с; 2) 1,2 м/с; 3) 2,8 м/с; 4) 3,4 м/с; 5) 0.

15. Небольшой шарик массой 50 г прикреплен к концу упругой нити жесткостью 63 Н/м. Нить с шариком отвели в горизонтальное положение, не деформируя нить, и отпустили. Если при прохождении нитью вертикального положения ее длина оказалась равной 1,5 м и скорость шарика при этом составляла 3 м/с, то сила натяжения нити в этом положении была равна:

- 1) 8,0 Н; 2) 6,3 Н; 3) 4,9 Н; 4) 9,3 Н; 5) 7,2 Н.

16. Вагон массой 10 т,двигающийся со скоростью 0,6 м/с, налетает на недеформированный пружинный буфер. Если жесткость пружины равна 900 кН/м, а силы трения и сопротивления пренебрежимо малы, то в момент, когда скорость вагона уменьшилась до 0,2 м/с, абсолютная деформация пружины буфера составляла:

- 1) 3 см; 2) 7 см; 3) 6 см; 4) 9 см; 5) 4 см.

17. После вертикального запуска с поверхности Земли и выключения двигателя скорость ракеты на высоте $4,9 \cdot 10^6$ м составляла 1,1 км/с. Если считать, что на ракету действует только сила земного тяготения, а масса ракеты остается постоянной, то на высоте $1,7 \cdot 10^6$ м над поверхностью Земли скорость ракеты была равна:

- 1) 7,99 км/с; 2) 5,41 км/с; 3) 6,97 км/с; 4) 5,18 км/с; 5) 6,45 км/с.

18. Система состоит из двух одинаковых кубиков, каждый массой m , между которыми находится сжатая невесомая пружина жесткостью k (рис. 5). Кубики связаны нитью, которую в некоторый момент пережигают. Если после пережигания нити нижний кубик подскочил, то минимальное значение начального сжатия Δl пружины равно:

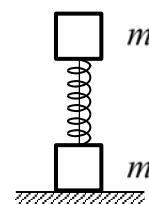


Рис. 5

$$1) \Delta l = \frac{3mg}{k}; \quad 2) \Delta l = \frac{2mg}{k}; \quad 3) \Delta l = \frac{3mg}{2k}; \quad 4) \Delta l = \frac{mg}{k}; \quad 5) \Delta l = \frac{mg}{2k}.$$

19. Небольшое тело массой 2,7 кг медленно втащили на наклонную плоскость, прилагая некоторую силу \vec{F} , направленную вдоль этой плоскости. Коэффициент трения между телом и плоскостью равен 0,2. Если длина основания наклонной плоскости составляет 5 м, то при подъеме тела на высоту 3 м сила \vec{F} совершит работу, равную:

$$1) 79,4 \text{ Дж}; \quad 2) 80,5 \text{ Дж}; \quad 3) 52,9 \text{ Дж}; \quad 4) 105,8 \text{ Дж}; \quad 5) 117,3 \text{ Дж}.$$

20. Шайба массой 50 г соскальзывает без начальной скорости с наклонной плоскости, образующей угол 30° с горизонтом, и, пройдя по горизонтальной плоскости расстояние 50 см, останавливается. Если коэффициент трения всюду одинаков и составляет 0,15, то силы трения на всем пути совершат работу, равную:

$$1) -0,15 \text{ Дж}; \quad 2) 0,05 \text{ Дж}; \quad 3) 0,15 \text{ Дж}; \quad 4) 0,25 \text{ Дж}; \quad 5) -0,05 \text{ Дж}.$$

21. Тело массой 0,2 кг пустили со скоростью 4 м/с вверх по наклонной плоскости, образующей с горизонтом угол 30° . Если коэффициент трения между телом и плоскостью составляет 0,6, то сила трения до полной остановки тела совершит работу, равную:

$$1) -1,6 \text{ Дж}; \quad 2) 1,2 \text{ Дж}; \quad 3) -0,8 \text{ Дж}; \quad 4) 1,6 \text{ Дж}; \quad 5) 0,8 \text{ Дж}.$$

22. Небольшая шайба массой m_1 без начальной скорости соскальзывает с гладкой горки высотой h и попадает на доску массой m_2 , лежащую у основания горки на гладкой горизонтальной плоскости (рис. 6). Если вследствие трения между шайбой и доской шайба тормозит и начиная с некоторого момента движется вместе с доской как единое целое, то суммарная работа $A_{\text{тр}}$ сил трения в этом процессе равна:

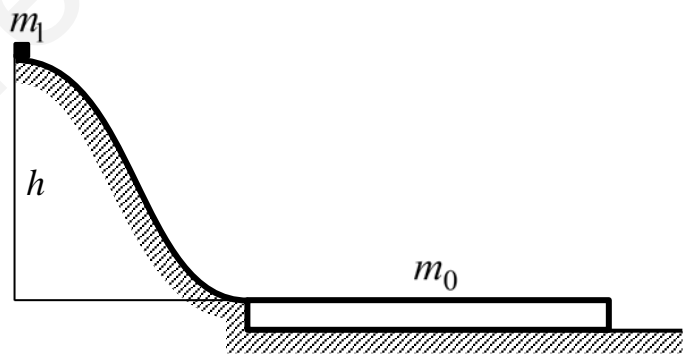


Рис. 6

$$1) A_{\text{тр}} = -\frac{m_1 m_2 g h}{m_1 + m_2}; \quad 2) A_{\text{тр}} = \frac{m_1 m_2 g h}{m_1 + m_2}; \quad 3) A_{\text{тр}} = \frac{m_1^2 g h}{m_1 + m_2};$$

$$4) A_{\text{тр}} = -\frac{m_1^2 g h}{m_1 + m_2}; \quad 5) A_{\text{тр}} = -\frac{m_2^2 g h}{m_1 + m_2}.$$

23. В результате абсолютно упругого лобового столкновения первой частицы с покоившейся второй частицей обе они стали двигаться в одном направлении. При этом скорость второй частицы в 3 раза больше скорости первой частицы после удара. Если масса первой частицы $m_1 = 1,5$ кг, то масса второй частицы равна:

- 1) 1,5 кг; 2) 4,5 кг; 3) 2,5 кг; 4) 3,0 кг; 5) 0,5 кг.

24. Частица массой m_1 испытала абсолютно упругое столкновение с покоившейся частицей, масса которой $m_2 = 4m_1$. Если налетающая частица после удара отскочила под прямым углом к своему первоначальному направлению движения, то относительное уменьшение ее кинетической энергии составило:

- 1) 10 %; 2) 20 %; 3) 30 %; 4) 40 %; 5) 50 %.

25. Если в результате абсолютно упругого лобового столкновения частицы 1 массой m_1 с покоившейся частицей 2 обе частицы разлетелись в противоположных направлениях с одинаковыми по модулю скоростями, то масса m_2 частицы 2 равна:

- 1) $m_2 = 3m_1$; 2) $m_2 = m_1$; 3) $m_2 = \frac{3}{2}m_1$; 4) $m_2 = 2m_1$; 5) $m_2 = 4m_1$.

26. Два шарика массами m_1 и m_2 движутся со скоростями \vec{v}_1 и \vec{v}_2 соответственно. Если шарики испытывают абсолютно неупругое соударение, то приращение их кинетической энергии ΔW^k при этом составляет:

- 1) $\Delta W^k = \frac{m_1 m_2}{2(m_1 + m_2)} \cdot (\vec{v}_1 - \vec{v}_2)^2$; 2) $\Delta W^k = -\frac{m_1 m_2}{2(m_1 + m_2)} \cdot (\vec{v}_1 - \vec{v}_2)^2$;
 3) $\Delta W^k = -\frac{m_1 m_2}{2(m_1 + m_2)} \cdot (\vec{v}_1^2 - \vec{v}_2^2)$; 4) $\Delta W^k = \frac{m_1 m_2}{2(m_1 + m_2)} \cdot (\vec{v}_1^2 - \vec{v}_2^2)$;
 5) $\Delta W^k = -\frac{m_1 m_2}{2(m_1 + m_2)} \cdot (\vec{v}_1^2 + \vec{v}_2^2)$.

27. Частица массой m_1 испытала столкновение с покоившейся частицей массой m_2 , в результате которого частица m_1 отклонилась на угол $\pi/2$, а частица m_2 отскочила на угол $\theta = 30^\circ$ к первоначальному направлению движения частицы m_1 . На сколько процентов η изменилась кинетическая энергия этой системы после столкновения, если $m_2 / m_1 = 5,0$?

- 1) $\eta = -40\%$; 2) $\eta = 40\%$; 3) $\eta = -60\%$; 4) $\eta = 60\%$; 5) $\eta = 50\%$.

28. Потенциальная энергия частицы в стационарном потенциальном поле в зависимости от расстояния r от центра этого поля имеет вид $U(r) = \frac{a}{r^2} - \frac{b}{r}$, где a и b – положительные постоянные. Расстояние r_0 , соответствующее положению устойчивого равновесия частицы, равно:

$$1) r_0 = \frac{2b}{a}; \quad 2) r_0 = \frac{a}{2b}; \quad 3) r_0 = \frac{2a}{b}; \quad 4) r_0 = \frac{b}{2a}; \quad 5) r_0 = \frac{ab}{2}.$$

29. Потенциальная энергия частицы в стационарном потенциальном поле в зависимости от расстояния r от центра этого поля имеет вид $U(r) = \frac{a}{r^2} - \frac{b}{r}$, где a и b – положительные постоянные. Модуль F_{\max} максимальной силы притяжения, действующей на частицу, равен:

$$1) F_{\max} = \frac{a^2}{27b^3}; \quad 2) F_{\max} = \frac{27a^2}{b^3}; \quad 3) F_{\max} = \frac{27b^3}{a^2};$$
$$4) F_{\max} = \frac{b^3}{27a^2}; \quad 5) F_{\max} = \frac{a^2b^3}{27}.$$

4. ДИНАМИКА ВРАЩАТЕЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ. ЗАКОН СОХРАНЕНИЯ МОМЕНТА ИМПУЛЬСА

1. Моментом силы \vec{F} относительно некоторой точки O называется величина, равная (\vec{r} – вектор, проведенный из точки O в точку приложения силы, α – угол между \vec{F} и \vec{r}):

1) (\vec{r}, \vec{F}) ; 2) $[\vec{r}, \vec{F}]$; 3) $[\vec{F}, \vec{r}]$; 4) $F r \cos \alpha$; 5) $F r \sin \alpha$.

2. Моментом импульса частицы относительно некоторой точки O называется величина, равная (\vec{p} – импульс частицы, \vec{r} – вектор, проведенный из точки O в точку местонахождения этой частицы, α – угол между \vec{p} и \vec{r}):

1) $p r \sin \alpha$; 2) (\vec{r}, \vec{p}) ; 3) $[\vec{p}, \vec{r}]$; 4) $p r \cos \alpha$; 5) $[\vec{r}, \vec{p}]$.

3. Основным уравнением динамики вращательного движения твердого тела вокруг неподвижной оси Oz является выражение:

1) $\frac{d\vec{p}_C}{dt} = \sum_{i=1}^n \vec{F}_i$; 2) $I \beta_z = \sum_{i=1}^n M_{iz}^{\text{внутр}}$; 3) $I \omega_z = L_z$;
4) $I \frac{d\omega_z}{dt} = \sum_{i=1}^n M_{iz}^{\text{внеш}}$; 5) $\vec{L} = [\vec{r}, \vec{p}]$.

4. Момент инерции твердого тела относительно некоторой оси зависит только от следующих параметров:

- 1) распределения массы тела относительно оси;
- 2) распределения массы тела по его объему;
- 3) массы тела;
- 4) расстояния между центром масс тела и осью;
- 5) массы тела и расстояния между его центром масс и осью.

5. Разность моментов инерции тела массой m , вычисленных относительно оси, проходящей через центр масс тела, и параллельной ей оси, удаленной на расстояние a , равна:

1) 0; 2) $-ma^2$; 3) m^2a ; 4) $-m^2a$; 5) ma^2 .

6. Закон сохранения момента импульса выполняется:

- 1) для замкнутых механических систем, в которых действуют только консервативные силы;
- 2) для любых механических систем, на тела которых действуют только внешние силы;
- 3) для любых механических систем, в которых действуют только консервативные силы;
- 4) для замкнутых механических систем, в которых действуют любые силы;

5) для замкнутых механических систем, в которых действуют только неконсервативные силы.

7. Работа всех внешних сил, приложенных к твердому телу, вращающемуся вокруг неподвижной оси Oz , равна изменению величины, определяемой по формуле:

$$1) \frac{I\omega^2}{2}; \quad 2) \frac{L_z^2}{2I}; \quad 3) \frac{mv^2}{2}; \quad 4) I\omega_z; \quad 5) \frac{I\omega_z}{2}.$$

8. Момент инерции тонкого однородного кольца массой m и радиусом R относительно оси, проходящей через его центр перпендикулярно плоскости кольца, равен:

$$1) 2mR^2; \quad 2) mR^2; \quad 3) \frac{mR^2}{2}; \quad 4) \frac{mR^2}{4}; \quad 5) \frac{mR^2}{3}.$$

9. Момент инерции тонкого однородного кольца массой m и радиусом R относительно оси, проходящей через один из его диаметров, равен:

$$1) 2mR^2; \quad 2) mR^2; \quad 3) \frac{mR^2}{2}; \quad 4) \frac{mR^2}{4}; \quad 5) \frac{mR^2}{3}.$$

10. Момент инерции тонкого однородного полукольца массой m и радиусом R относительно оси, проходящей через его концы, равен:

$$1) 2mR^2; \quad 2) mR^2; \quad 3) \frac{mR^2}{2}; \quad 4) \frac{mR^2}{4}; \quad 5) \frac{mR^2}{3}.$$

11. Момент инерции тонкого однородного стержня массой m и длиной ℓ относительно оси, проходящей через один из концов стержня под углом α к нему, равен:

$$1) \frac{m\ell^2}{3} \sin^2 \alpha; \quad 2) \frac{m\ell^2}{12} \sin^2 \alpha; \quad 3) \frac{m\ell^2}{3} \cos^2 \alpha; \quad 4) \frac{m\ell^2}{3}; \quad 5) \frac{m\ell^2}{12} \cos^2 \alpha.$$

12. Тонкая однородная пластина массой m имеет форму прямоугольника. Если длины сторон пластины равны a и b , то ее момент инерции относительно оси, проходящей вдоль стороны b , определяется по формуле:

$$1) \frac{ma^2}{3}; \quad 2) \frac{m(a^2 + b^2)}{3}; \quad 3) \frac{mb^2}{3}; \quad 4) \frac{ma^2}{12}; \quad 5) \frac{mb^2}{12}.$$

13. Стержень вращается вокруг неподвижной оси, проходящей через его середину так, что угол поворота изменяется со временем по закону $\varphi(t) = 2t + 0,2t^3$ (рад), где t – время в секундах. Если момент инерции стержня

относительно оси вращения составляет $0,48 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$, то спустя 5 с от начала отсчета времени суммарный момент всех внешних сил, действующих на стержень, относительно этой оси равен:

- 1) $3,67 \text{ Н}\cdot\text{м}$; 2) $2,88 \text{ Н}\cdot\text{м}$; 3) $6,00 \text{ Н}\cdot\text{м}$; 4) $1,50 \text{ Н}\cdot\text{м}$; 5) $8,16 \text{ Н}\cdot\text{м}$.

14. Цилиндрический однородный вал массой m и радиусом R вращается с угловой скоростью ω_0 . В момент $t_0 = 0$ к поверхности вала прижали тормозную колодку с силой F . Если коэффициент трения колодки о вал равен μ , то время Δt , за которое вал остановится, составляет:

- 1) $\Delta t = \frac{mR\omega_0}{2\mu F}$; 2) $\Delta t = \frac{mR\omega_0}{\mu F}$; 3) $\Delta t = \frac{2mR\omega_0}{\mu F}$;
 4) $\Delta t = \frac{mR^2\omega_0}{2\mu F}$; 5) $\Delta t = \frac{mR\omega_0}{4\mu F}$.

15. Сплошной однородный вертикальный цилиндр массой $2,5 \text{ кг}$ и радиусом 30 см вращается вокруг своей неподвижной оси с угловой скоростью $6,0 \text{ рад/с}$. К боковой поверхности цилиндра приложили горизонтальную касательную силу, под действием которой он начал останавливаться. Если модуль силы зависит от времени как $F(t) = 0,1t \text{ (Н)}$, где t – время в секундах, то после начала действия силы цилиндр остановился через время, равное:

- 1) $4,7 \text{ с}$; 2) $9,5 \text{ с}$; 3) $8,3 \text{ с}$; 4) $7,8 \text{ с}$; 5) $6,7 \text{ с}$.

16. В установке, показанной на рис. 7, массы тел равны $m_1 = 1,0 \text{ кг}$ и $m_2 = 2,0 \text{ кг}$, масса блока $m = 1,5 \text{ кг}$. Блок можно считать однородным диском. Нить невесома и нерастяжима, трение в блоке отсутствует, скольжения нити по блоку нет. Если коэффициент трения между телом m_1 и горизонтальной поверхностью составляет $0,3$, то модуль ускорения, с которым опускается тело m_2 , равен:

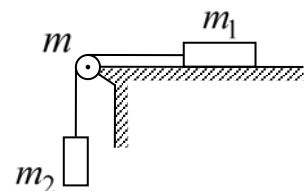


Рис. 7

- 1) $3,7 \text{ м/с}^2$; 2) $4,4 \text{ м/с}^2$; 3) $4,8 \text{ м/с}^2$; 4) $5,1 \text{ м/с}^2$; 5) $5,5 \text{ м/с}^2$.

17. На однородный сплошной цилиндр массой 3 кг и радиусом 80 см плотно намотана легкая нерастяжимая нить, к концу которой прикреплен груз массой $0,5 \text{ кг}$ (рис. 8). Если трением в оси блока пренебречь, то модуль углового ускорения цилиндра равен:

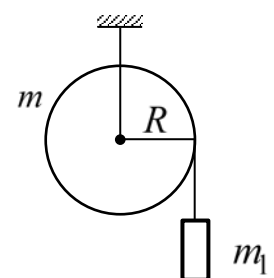


Рис. 8

- 1) $1,4 \text{ рад/с}^2$; 2) $1,8 \text{ рад/с}^2$; 3) $2,5 \text{ рад/с}^2$;
 4) $3,1 \text{ рад/с}^2$; 5) $4,0 \text{ рад/с}^2$.

18. На однородный сплошной цилиндр массой m и радиусом R плотно намотана легкая нить, к концу которой прикреплен груз массой m_1 (см. рис. 8).

Если в момент $t_0 = 0$ система пришла в движение, то зависимость от времени t модуля угловой скорости ω цилиндра имеет вид:

$$1) \omega(t) = \frac{2m_1 g}{(m + 2m_1)R} \cdot t; \quad 2) \omega(t) = \frac{2m_1 g}{(m - 2m_1)R} \cdot t;$$

$$3) \omega(t) = \frac{m_1 g}{(m + 2m_1)R} \cdot t^2; \quad 4) \omega(t) = \frac{2m_1 g}{(m + m_1)R^2} \cdot t^2;$$

$$5) \omega(t) = \frac{m_1 g}{(m + 2m_1)R^2} \cdot t.$$

19. На однородный сплошной цилиндр массой m и радиусом R плотно намотана легкая нить, к концу которой прикреплен груз массой m_1 (см. рис. 8). В момент $t_0 = 0$ система пришла в движение. Если при $t_0 = 0$ угол $\varphi_0 = 0$, то зависимость от времени t угла поворота φ цилиндра имеет вид:

$$1) \varphi(t) = \frac{2m_1 g}{3(m + 2m_1)R} \cdot t^3; \quad 2) \varphi(t) = \frac{m_1 g}{2mR} \cdot t^3; \quad 3) \varphi(t) = \frac{m_1 g}{(m + 2m_1)R} \cdot t^2;$$

$$4) \varphi(t) = \frac{2m_1 g}{mR} \cdot t^2; \quad 5) \varphi(t) = \frac{2m_1 g}{(m - 2m_1)R} \cdot t^2.$$

20. В установке, показанной на рис. 9, массы тел равны $m_1 = 1,0$ кг и $m_2 = 2,0$ кг, масса блока $m = 1,5$ кг. Блок можно считать однородным диском. Нить невесома и нерастяжима, трение в блоке отсутствует, скольжения нити по блоку нет. Если радиус блока составляет 80 см, то модуль его углового ускорения равен:

$$1) 9,8 \text{ рад/с}^2; \quad 2) 10,5 \text{ рад/с}^2; \quad 3) 8,4 \text{ рад/с}^2;$$

$$4) 3,3 \text{ рад/с}^2; \quad 5) 2,6 \text{ рад/с}^2.$$

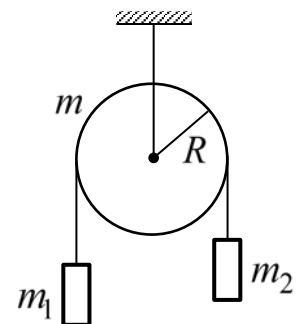


Рис. 9

21. На однородный сплошной цилиндр массой m и радиусом R перекинута невесома нерастяжимая нить, к концам которой прикреплены грузы массой m_1 и m_2 (см. рис. 9). Скольжения нити по блоку и трения в оси блока нет. Если в момент $t_0 = 0$ система пришла в движение ($m_1 > m_2$), то зависимость от времени t модуля угловой скорости ω цилиндра имеет вид:

$$1) \omega(t) = \frac{g(m_1 - m_2)}{(m + m_1 + m_2)R} \cdot t; \quad 2) \omega(t) = \frac{2g(m_1 - m_2)}{(m + 2(m_1 + m_2))R} \cdot t;$$

$$3) \omega(t) = \frac{g(m_1 + m_2)}{(m + 2(m_1 + m_2))R} \cdot t^2; \quad 4) \omega(t) = \frac{2g(m_1 - m_2)}{(m + 2(m_1 + m_2))R^2} \cdot t;$$

$$5) \omega(t) = \frac{2g(m_1 - m_2)}{(m + 2(m_1 + m_2))R^2} \cdot t.$$

22. На ступенчатый блок (рис. 10) намотаны в противоположных направлениях две невесомые и нерастяжимые нити. К концу одной нити приложена постоянная сила \vec{F} , а к концу другой нити прикреплен груз массой m , причем $mg > F$. Радиусы R_1 и R_2 блока и его момент инерции I относительно оси вращения известны. Если трение отсутствует, то модуль углового ускорения β блока равен:

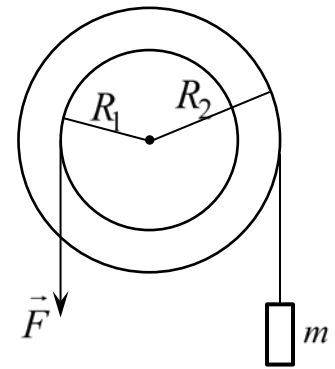


Рис. 10

- 1) $\beta = \frac{mgR_2 - FR_1}{I + mR_2^2}$; 2) $\beta = \frac{FR_1 + mgR_2}{I + mR_2^2}$;
 3) $\beta = \frac{mgR_2 - FR_1}{I - mR_2^2}$; 4) $\beta = \frac{mgR_1 - FR_2}{I + mR_2^2}$; 5) $\beta = \frac{mgR_2 + FR_1}{I - mR_2^2}$.

23. На однородный сплошной цилиндр массой 2 кг и радиусом 46 см плотно намотана легкая нерастяжимая нить, конец которой закреплен (рис. 11). Если при движении цилиндра нить остается вертикальной, то модуль углового ускорения цилиндра равен:

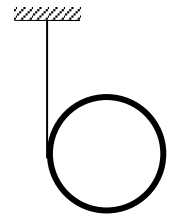


Рис. 11

- 1) 9,8 рад/с²; 2) 7,1 рад/с²; 3) 14,2 рад/с²;
 4) 21,3 рад/с²; 5) 19,6 рад/с².

24. Вертикально расположенный однородный стержень длиной 1,0 м и массой 2,0 кг может вращаться вокруг горизонтальной оси, проходящей через его середину. В нижний конец стержня попала, застряв, горизонтально летевшая со скоростью 400,0 м/с пуля массой 10 г. Угловая скорость вращения стержня сразу после попадания пули равна:

- 1) 22,6 рад/с; 2) 17,5 рад/с; 3) 12,3 рад/с; 4) 5,9 рад/с; 5) 1,9 рад/с.

25. Горизонтально расположенный однородный диск массой 2,0 кг и радиусом 1,0 м свободно вращается вокруг вертикальной оси, проходящей через его центр. Диск имеет радиальную направляющую, вдоль которой может скользить без трения небольшое тело массой 0,5 кг. К телу привязана легкая нить, пропущенная через полую ось диска вниз. Первоначально тело находилось на краю диска и вся система вращалась с угловой скоростью 35,0 рад/с. Если с помощью нити тело медленно подтянуть к оси вращения, то угловая скорость вращения системы станет равной:

- 1) 24,5 рад/с; 2) 71,5 рад/с; 3) 52,5 рад/с; 4) 43,7 рад/с; 5) 35,0 рад/с.

26. В центре скамьи Жуковского массой 10 кг и радиусом 2 м, вращающейся с угловой скоростью 1,5 рад/с, стоит человек и держит на вытянутых руках две гири по 1 кг каждая. Расстояние от каждой гири до оси вращения составляет 80 см. Момент инерции человека относительно оси вращения прене-

брежимо мал. Если человек сожмет руки так, что гири окажутся на оси вращения, то угловая скорость вращения скамьи станет равной:

- 1) 1,55 рад/с; 2) 1,62 рад/с; 3) 1,58 рад/с; 4) 1,60 рад/с; 5) 1,68 рад/с.

27. Горизонтальная платформа в виде однородного диска может вращаться вокруг вертикальной оси, проходящей через ее центр. По краю платформы начинает идти человек и, обойдя ее, возвращается в исходную точку платформы. Если масса платформы в 3 раза больше массы человека, а его размерами можно пренебречь, то угол, на который при этом повернется платформа, равен:

- 1) $1,3\pi$ рад; 2) $0,3\pi$ рад; 3) $0,8\pi$ рад; 4) $0,7\pi$ рад; 5) 2π рад.

28. В центре скамьи Жуковского массой m_1 и радиусом R , вращающейся с угловой скоростью ω_1 , стоит человек и держит в руках вертикальный стержень массой m_2 и длиной ℓ , расположенный по оси вращения скамьи. Центр масс стержня находится на оси вращения скамьи, а момент инерции человека относительно оси вращения пренебрежимо мал. Если человек повернет стержень так, чтобы он занял горизонтальное положение, то угловая скорость ω_2 , с которой начнет вращаться скамья, равна:

$$\begin{aligned} 1) \omega_2 &= \frac{6m_1R^2\omega_1}{m_1R^2 - m_2\ell^2}; & 2) \omega_2 &= \frac{m_1R^2\omega_1}{6m_1R^2 + m_2\ell^2}; & 3) \omega_2 &= \frac{6m_1R^2\omega_1}{m_1R^2 + m_2\ell^2}; \\ 4) \omega_2 &= \frac{6m_1R^2\omega_1}{6m_1R^2 - m_2\ell^2}; & 5) \omega_2 &= \frac{6m_1R^2\omega_1}{6m_1R^2 + m_2\ell^2}. \end{aligned}$$

29. На краю скамьи Жуковского массой m_1 , вращающейся с угловой скоростью ω_1 , стоит человек массой m_2 . Если человек, момент инерции которого можно рассчитывать так же, как для материальной точки, перейдет в центр скамьи, то угловая скорость ω_2 , с которой начнет вращаться скамья, равна:

$$\begin{aligned} 1) \omega_2 &= \frac{m_1\omega_1}{m_1 + 2m_2}; & 2) \omega_2 &= \frac{(m_1 + m_2)\omega_1}{m_1}; & 3) \omega_2 &= \frac{(2m_1 + m_2)\omega_1}{m_1}; \\ 4) \omega_2 &= \frac{(2m_1 - m_2)\omega_1}{m_1}; & 5) \omega_2 &= \frac{(m_1 + 2m_2)\omega_1}{m_1}. \end{aligned}$$

30. В центре скамьи Жуковского массой m_1 и радиусом R , вращающейся с угловой скоростью ω_1 , стоит человек и держит в согнутых руках две гири по m_2 каждая. При этом гири находятся на оси вращения, а момент инерции человека относительно оси вращения пренебрежимо мал. Если человек вытянет руки так, что расстояние от каждой гири до оси вращения станет равным r , то угловая скорость ω_2 , с которой начнет вращаться скамья, равна:

$$1) \omega_2 = \frac{m_1 R^2 \omega_1}{m_1 R^2 - 4m_2 r^2}; \quad 2) \omega_2 = \frac{m_1 R^2 \omega_1}{m_1 R^2 + 4m_2 r^2}; \quad 3) \omega_2 = \frac{m_1 R^2 \omega_1}{m_1 R^2 + 2m_2 r^2};$$

$$4) \omega_2 = \frac{m_1 R^2 \omega_1}{m_1 R^2 - 2m_2 r^2}; \quad 5) \omega_2 = \frac{m_1 R^2 \omega_1}{m_1 R^2 + m_2 r^2}.$$

31. В центре скамьи Жуковского массой m_1 и радиусом R_1 , вращающейся с угловой скоростью ω_1 , стоит человек и держит на вытянутых вверх руках горизонтально расположенное колесо массой m_2 и радиусом R_2 . Центр масс колеса находится на оси вращения скамьи, а момент инерции человека относительно оси вращения пренебрежимо мал. Если человек повернет колесо так, чтобы оно заняло вертикальное положение, то угловая скорость ω_2 , с которой начнет вращаться скамья, равна:

$$1) \omega_2 = \frac{(m_1 R_1^2 + m_2 R_2^2) \omega_1}{m_1 R_1^2 + m_2 R_2^2}; \quad 2) \omega_2 = \frac{(m_1 R_1^2 - 2m_2 R_2^2) \omega_1}{m_1 R_1^2 + m_2 R_2^2};$$

$$3) \omega_2 = \frac{(m_1 R_1^2 - 2m_2 R_2^2) \omega_1}{m_1 R_1^2 + m_2 R_2^2}; \quad 4) \omega_2 = \frac{(m_1 R_1^2 + 2m_2 R_2^2) \omega_1}{m_1 R_1^2 + m_2 R_2^2};$$

$$5) \omega_2 = \frac{(m_1 R_1^2 - m_2 R_2^2) \omega_1}{m_1 R_1^2 + m_2 R_2^2}.$$

32. На краю скамьи Жуковского массой m_1 , вращающейся с угловой скоростью ω_1 , стоит человек, момент инерции которого можно рассчитывать так же, как для материальной точки. Если при переходе человека в центр скамьи угловая скорость ее вращения увеличилась до ω_2 , то масса m_2 человека равна:

$$1) m_2 = \frac{m_1 (\omega_1 - \omega_2)}{2\omega_1}; \quad 2) m_2 = \frac{m_1 (\omega_2 - \omega_1)}{\omega_1}; \quad 3) m_2 = \frac{m_1 (\omega_2 - \omega_1)}{2\omega_1};$$

$$4) m_2 = \frac{m_1 (\omega_1 - \omega_2)}{\omega_1}; \quad 5) m_2 = \frac{m_1 (\omega_1 - 2\omega_2)}{2\omega_1}.$$

5. МЕХАНИЧЕСКИЕ КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ

1. При увеличении амплитуды свободных гармонических колебаний в 2 раза период колебаний возрастает:

- 1) в 2 раза; 2) в $\sqrt{2}$ раз; 3) в 4 раза; 4) в 1 раз; 5) в 0,5 раза.

2. Центр масс физического маятника массой m расположен на расстоянии a от оси, вокруг которой совершаются гармонические колебания. Момент инерции маятника относительно этой оси равен I , а период его колебаний составляет T_1 . Период колебаний математического маятника той же массы и дли-

ной ℓ равен T_2 . Отношение $\frac{T_1}{T_2}$ равно:

- 1) $\sqrt{\frac{I}{ma\ell}}$; 2) $\sqrt{\frac{Ia}{m\ell}}$; 3) $\sqrt{\frac{Ia}{m\ell^2}}$; 4) $\sqrt{\frac{I\ell^2}{ma}}$; 5) $\sqrt{\frac{Ia}{\ell}}$.

3. Колебательная система, собственная циклическая частота колебаний которой равна ω_0 , совершает вынужденные колебания под действием внешней вынуждающей гармонической силы. Если β – коэффициент затухания, то резонанс смещения будет наблюдаться при циклической частоте внешней силы, равной:

- 1) $\sqrt{\omega_0^2 - 2\beta^2}$; 2) $\sqrt{\omega_0^2 - \beta^2}$; 3) $\sqrt{\omega_0^2 - 4\beta^2}$; 4) ω_0 ; 5) $\sqrt{\omega_0^2 - 3\beta^2}$.

4. Уравнение плоской волны имеет вид $\xi(x, t) = \xi_m \cos(\omega t - kx)$. Фазовая скорость этой волны равна:

- 1) $\frac{k}{\omega}$; 2) $\frac{x}{t}$; 3) $x\omega$; 4) $\frac{\omega}{k}$; 5) ωk .

5. Уравнение плоской волны имеет вид $\xi(x, t) = \xi_m \cos(\omega t - kx)$. Длина этой волны равна:

- 1) $x\omega$; 2) $\frac{k}{\omega}$; 3) $\frac{2\pi}{k}$; 4) $2\pi k$; 5) $k\omega$.

6. Уравнение упругой плоской волны имеет вид $\xi(x, t) = \xi_m \cos(\omega t - kx)$. Максимальная скорость движения частиц среды при прохождении этой волны равна:

- 1) $\frac{k}{\omega}$; 2) $\frac{\omega}{k}$; 3) $\frac{x}{t}$; 4) $x\omega$; 5) $A\omega$.

7. Частица массой 10 г совершает колебания вдоль оси Ox по закону $x(t) = 0,15 \sin\left(\frac{5\pi}{9}t + 0,2\pi\right)$ (м). Период колебаний частицы составляет:

- 1) 0,15 с; 2) 1,74 с; 3) 10,95 с; 4) 0,63 с; 5) 3,60 с.

8. Частица массой 25 г совершает колебания вдоль оси Ox по закону $x(t) = 0,10 \cos\left(\frac{2\pi}{3}t\right)$ (м). В момент времени $t_1 = 0,50$ с проекция вектора скорости на ось Ox равна:

- 1) $-0,18$ м/с; 2) $0,18$ м/с; 3) $-0,10$ м/с; 4) $0,10$ м/с; 5) $0,21$ м/с.

9. Частица массой 20 г совершает колебания вдоль оси Ox по закону $x(t) = 0,15 \cos\left(\frac{5\pi}{6}t\right)$ (м). В момент времени $t_1 = 0,20$ с проекция вектора квазиупругой силы на ось Ox равна:

- 1) $10,3$ мН; 2) $-17,8$ мН; 3) $-20,5$ мН; 4) $17,8$ мН; 5) $-10,3$ мН.

10. Частица массой $0,10$ кг совершает колебания вдоль оси Ox по закону $x(t) = 0,50 \sin\left(\frac{5\pi}{3}t\right)$ (м). Энергия ее колебаний составляет:

- 1) $0,68$ Дж; 2) $1,25$ Дж; 3) $1,79$ Дж; 4) $0,34$ Дж; 5) $0,25$ Дж.

11. Частица массой 150 г совершает колебания вдоль оси Ox по закону $x(t) = 0,60 \sin\left(\frac{10\pi}{9}t\right)$ (м). В момент времени $t_1 = 0,15$ с кинетическая энергия частицы составляет:

- 1) $0,33$ Дж; 2) $0,50$ Дж; 3) $0,25$ Дж; 4) $0,07$ Дж; 5) $0,08$ Дж.

12. Математический маятник, совершающий гармонические колебания, в начальный момент времени находился в положении равновесия. Отношение времени прохождения маятником первой половины амплитуды смещения от равновесия к времени прохождения им второй половины амплитуды до максимального отклонения равно:

- 1) $1,0$; 2) $0,3$; 3) $0,5$; 4) $2,0$; 5) $3,0$.

13. Горизонтальный пружинный маятник отвели на $10,0$ см от положения равновесия и отпустили. Если трением можно пренебречь, то в тот момент времени, когда кинетическая энергия маятника будет равна его потенциальной энергии, маятник будет находиться от положения равновесия на расстоянии, равном:

- 1) $5,0$ см; 2) $7,1$ см; 3) $8,7$ см; 4) $3,2$ см; 5) $6,7$ см.

14. Однородное цилиндрическое бревно плавает в воде плотностью 1000 кг/м^3 в вертикальном положении. После небольшого толчка бревно совершает вертикальные колебания с периодом $1,8 \text{ с}$. Если длина бревна составляет 1 м , то плотность дерева, из которого изготовлено бревно, равна:

- 1) 805 кг/м^3 ; 2) 555 кг/м^3 ; 3) 723 кг/м^3 ; 4) 946 кг/м^3 ; 5) 652 кг/м^3 .

15. Тонкий однородный стержень может свободно вращаться относительно горизонтальной оси, проходящей перпендикулярно стержню через один из его концов. Если длина стержня составляет $1,46 \text{ м}$, то период его малых колебаний относительно указанной оси равен:

- 1) $0,32 \text{ с}$; 2) $1,40 \text{ с}$; 3) $2,42 \text{ с}$; 4) $0,99 \text{ с}$; 5) $1,98 \text{ с}$.

16. Тонкий однородный обруч может свободно вращаться вокруг горизонтальной оси, проходящей перпендикулярно плоскости обруча через его верхнюю точку. Если радиус обруча равен $0,48 \text{ м}$, то период его малых колебаний относительно указанной оси составляет:

- 1) $1,70 \text{ с}$; 2) $0,98 \text{ с}$; 3) $0,31 \text{ с}$; 4) $1,97 \text{ с}$; 5) $2,05 \text{ с}$.

17. Однородный диск может свободно вращаться вокруг горизонтальной оси, проходящей через середину его радиуса перпендикулярно плоскости диска. Если радиус диска равен $0,63 \text{ м}$, то период его малых колебаний относительно указанной оси составляет:

- 1) $0,25 \text{ с}$; 2) $1,59 \text{ с}$; 3) $1,95 \text{ с}$; 4) $0,89 \text{ с}$; 5) $2,03 \text{ с}$.

18. Тело массой $0,32 \text{ кг}$ подвешено к пружине с коэффициентом жесткости $16,00 \text{ Н/м}$ и совершает вертикальные колебания в некоторой среде. Если коэффициент затухания этих колебаний составляет $1,50 \text{ с}^{-1}$, то логарифмический декремент затухания равен:

- 1) $1,16$; 2) $1,36$; 3) $1,33$; 4) $1,27$; 5) $1,50$.

19. Частица совершает свободные незатухающие гармонические колебания вдоль оси Ox . Если на расстояниях x_1 и x_2 от положения равновесия частицы модуль ее скорости равен соответственно v_1 и v_2 , то собственная циклическая частота ω_0 колебаний частицы равна:

$$\begin{aligned} 1) \omega_0 &= \sqrt{\frac{v_1^2 - v_2^2}{x_2^2 - x_1^2}}; & 2) \omega_0 &= \sqrt{\frac{v_2^2 - v_1^2}{x_2^2 - x_1^2}}; & 3) \omega_0 &= \sqrt{\frac{v_2^2 + v_1^2}{x_2^2 - x_1^2}}; \\ 4) \omega_0 &= \sqrt{\frac{v_2^2 - v_1^2}{x_2^2 + x_1^2}}; & 5) \omega_0 &= \sqrt{\frac{v_2^2 + v_1^2}{x_2^2 + x_1^2}}. \end{aligned}$$

20. Период T малых вертикальных колебаний тела массой m , висающего на двух последовательно соединенных легких пружинках жесткостью k_1 и k_2 , равен:

$$1) T = 2\pi\sqrt{\frac{m(k_1 + k_2)}{k_1 k_2}}; \quad 2) T = 2\pi\sqrt{\frac{m(k_1 - k_2)}{k_1 k_2}}; \quad 3) T = 2\pi\sqrt{m(k_1 + k_2)};$$

$$4) T = 2\pi\sqrt{\frac{m(k_1^2 + k_2^2)}{k_1^2 k_2^2}}; \quad 5) T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k_1 + k_2}}.$$

21. Ареометр в форме цилиндра плавает в вертикальном положении в жидкости плотностью ρ . Масса ареометра m , радиус его поперечного сечения r . Ареометру сообщили небольшой толчок в вертикальном направлении. Если сопротивление жидкости пренебрежимо мало, то период T малых колебаний ареометра равен:

$$1) T = 2\sqrt{\frac{\pi m}{\rho g r^2}}; \quad 2) T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{\rho g r^2}}; \quad 3) T = \sqrt{\frac{\pi m}{\rho g r^2}};$$

$$4) T = \sqrt{\frac{2\pi m}{\rho g r^2}}; \quad 5) T = \sqrt{\frac{\pi m}{2\rho g r^2}}.$$

22. Представим себе шахту, пронизывающую Землю по ее оси вращения. В шахту без начальной скорости бросили тело. Если Землю считать однородным шаром радиусом R и сопротивлением воздуха пренебречь, то время τ , которое понадобится этому телу, чтобы достигнуть противоположного конца шахты, равно:

$$1) \tau = \pi\sqrt{\frac{R}{g}}; \quad 2) \tau = 2\pi\sqrt{\frac{R}{g}}; \quad 3) \tau = \sqrt{\frac{R}{g}}; \quad 4) \tau = \pi\sqrt{\frac{2R}{g}}; \quad 5) \tau = \pi\sqrt{\frac{R}{2g}}.$$

23. Если амплитуды смещений установившихся вынужденных гармонических колебаний при частотах ω_1 и ω_2 равны между собой, то циклическая частота ω_m , при которой амплитуда смещения максимальна, равна:

$$1) \omega_m = \sqrt{\frac{\omega_1^2 + \omega_2^2}{2}}; \quad 2) \omega_m = \sqrt{2(\omega_1^2 + \omega_2^2)}; \quad 3) \omega_m = \sqrt{\omega_1^2 + \omega_2^2};$$

$$4) \omega_m = \frac{1}{2}\sqrt{\omega_1^2 + \omega_2^2}; \quad 5) \omega_m = 2\sqrt{\omega_1^2 + \omega_2^2}.$$

24. Уравнение плоской звуковой волны имеет вид $\xi(x, t) = 60 \cdot \cos(1800t - 5,2 \cdot x)$, где ξ – смещение в микрометрах, t – время в секундах, x – координата в метрах. Длина этой волны равна:

- 1) 1,2 м; 2) 1,5 м; 3) 1,7 м; 4) 2,3 м; 5) 2,6 м.

25. Уравнение плоской звуковой волны имеет вид $\xi(x,t) = 60 \cdot \cos(1800t - 5,2 \cdot x)$, где ξ – смещение в микрометрах, t – время в секундах, x – координата в метрах. Амплитуда колебаний скорости частиц равна:

- 1) 346,15 м/с; 2) 0,11 м/с; 3) 5,2 м/с; 4) 0,03 м/с; 5) 11,54 м/с.

26. Плоская упругая волна распространяется со скоростью 340 м/с вдоль линии, соединяющей две точки, расстояние между которыми равно 0,15 м. Если частота источника волны составляет 1000 Гц, то разность фаз колебаний частиц среды в этих точках равна:

- 1) 0,32 рад; 2) 0,44 рад; 3) 1,50 рад; 4) 2,53 рад; 5) 2,77 рад.

27. Уравнение плоской упругой волны, распространяющейся вдоль оси Ox , имеет вид $\xi(x,t) = \xi_m \cos(\omega t - kx)$. Отношение амплитуды смещения частиц среды к длине волны равно:

- 1) $\frac{\xi_m k}{2\pi}$; 2) $\frac{2\pi \xi_m}{k}$; 3) $\frac{\xi_m}{2\pi k}$; 4) $\xi_m 2\pi k$; 5) $\xi_m k$.

28. Уравнение плоской упругой волны, распространяющейся вдоль оси Ox , имеет вид $\xi(x,t) = \xi_m \cos(\omega t - kx)$. Амплитуда скорости колебаний частицы среды равна:

- 1) $\xi_m \omega$; 2) $\frac{\xi_m}{\omega}$; 3) $\xi_m k$; 4) $\frac{\xi_m}{k}$; 5) $\xi_m \omega k$.

29. Уравнение плоской упругой волны, распространяющейся вдоль оси Ox , имеет вид $\xi(x,t) = \xi_m \cos(\omega t - kx)$. Отношение амплитуды скорости колебаний частиц среды к скорости распространения волны составляет:

- 1) $\xi_m k$; 2) $\frac{\xi_m}{k}$; 3) $\xi_m \omega$; 4) $\frac{\xi_m}{\omega}$; 5) $\xi_m \omega k$.

30. Уравнение плоской упругой волны, распространяющейся вдоль оси Ox , имеет вид $\xi(x,t) = \xi_m \cos(\omega t - kx)$. Амплитуда колебаний относительной деформации среды равна:

- 1) $\xi_m k$; 2) $\frac{\xi_m}{k}$; 3) $\xi_m \omega$; 4) $\frac{\xi_m}{\omega}$; 5) $\xi_m \omega k$.

31. Уравнение плоской упругой волны, распространяющейся вдоль оси Ox , имеет вид $\xi(x,t) = \xi_m \cos(\omega t - kx)$. Отношение амплитуды колебаний отно-

сительной деформации среды к амплитуде скорости колебаний частиц среды равно:

1) $\frac{k}{\omega}$; 2) $\frac{\omega}{k}$; 3) ωk ; 4) $\xi_m \omega k$; 5) $\frac{\xi_m k}{\omega}$.

Библиотека БГУИР

6. ЭЛЕМЕНТЫ СПЕЦИАЛЬНОЙ ТЕОРИИ ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ

1. Отношение длины стержня, движущегося со скоростью v в продольном направлении, к его собственной длине равно:

$$1) \sqrt{1 - \frac{v}{c}}; \quad 2) \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}; \quad 3) 1; \quad 4) 1 - \frac{v^2}{c^2}; \quad 5) \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}.$$

2. Космонавт, движущийся относительно Земли со скоростью v , отдыхал промежуток времени $\Delta\tau$, отсчитанный по собственным часам. Соответствующий промежуток времени по часам Земли равен:

$$1) \Delta\tau; \quad 2) \Delta\tau\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}; \quad 3) \frac{\Delta\tau}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}; \quad 4) \Delta\tau\left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right); \quad 5) \Delta\tau\left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right)^2.$$

3. Длина стержня, движущегося относительно неподвижного наблюдателя со скоростью v в продольном направлении, измеренная этим наблюдателем, равна l_1 . Длина этого же стержня, измеренная наблюдателем, движущимся относительно стержня со скоростью v вдоль стержня, равна l_2 . Отношение $\frac{l_1}{l_2}$ равно:

$$1) 1 - \frac{v^2}{c^2}; \quad 2) 1; \quad 3) \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}; \quad 4) \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}; \quad 5) \frac{1}{1 - \frac{v^2}{c^2}}.$$

4. В разных точках пространства последовательно произошли два события. В некоторой системе отсчета моменты времени событий удовлетворяют условию $t_1 < t_2$ (первое событие предшествует второму). Существует ли система отсчета, в которой $t'_1 > t'_2$?

1) Существует, если расстояние между указанными точками пространства меньше произведения $c(t_2 - t_1)$.

2) Всегда существует.

3) Не существует ни при каких условиях.

4) Существует, если расстояние между указанными точками пространства больше произведения $c(t_2 - t_1)$.

5) Существует, если эти события причинно связаны.

5. Тело массой m_0 , движущееся со скоростью $v \sim c$, где c – скорость света в вакууме, обладает кинетической энергией, равной:

1) $\frac{m_0 c^2}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} - m_0 c^2$; 2) $\frac{m_0 v^2}{2}$; 3) $\frac{p^2}{2m_0}$; 4) $\frac{m_0 c^2}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$; 5) $m_0 c^2$.

6. Стержень движется в продольном направлении с постоянной скоростью v относительно инерциальной K -системы отсчета. Если длина стержня в этой системе отсчета на 5,00 % меньше его собственной длины, то значение скорости v равно:

1) $0,94 \cdot 10^8$ м/с; 2) $0,96 \cdot 10^8$ м/с; 3) $1,50 \cdot 10^8$ м/с;
4) $2,60 \cdot 10^8$ м/с; 5) $2,99 \cdot 10^8$ м/с.

7. Часы движутся с постоянной скоростью v относительно инерциальной K -системы отсчета. Если за время 5,0 с (в K -системе) они отстали от часов этой системы на 0,10 с, то значение скорости v равно:

1) $2,4 \cdot 10^8$ м/с; 2) $1,8 \cdot 10^8$ м/с; 3) $1,1 \cdot 10^8$ м/с;
4) $0,6 \cdot 10^8$ м/с; 5) $0,7 \cdot 10^8$ м/с.

8. Две релятивистские частицы движутся навстречу друг другу со скоростью $v_1 = 0,50 \cdot c$ и $v_2 = 0,75 \cdot c$ (где c – скорость света в вакууме) по отношению к K -системе. Относительная скорость этих частиц равна:

1) $0,25 \cdot c$; 2) $0,18 \cdot c$; 3) $0,91 \cdot c$; 4) $0,63 \cdot c$; 5) $0,95 \cdot c$.

9. Две релятивистские частицы движутся в одном направлении со скоростью $v_1 = 0,60 \cdot c$ и $v_2 = 0,90 \cdot c$ (где c – скорость света в вакууме) по отношению к K -системе. Относительная скорость этих частиц равна:

1) $0,30 \cdot c$; 2) $0,19 \cdot c$; 3) $0,75 \cdot c$; 4) $0,97 \cdot c$; 5) $0,65 \cdot c$.

10. Импульс электрона равен $1,58 \cdot 10^{-22}$ кг·м/с. Если масса электрона составляет $9,11 \cdot 10^{-31}$ кг, то его скорость равна:

1) $1,73 \cdot 10^8$ м/с; 2) $1,50 \cdot 10^8$ м/с; 3) $1,67 \cdot 10^8$ м/с;
4) $1,41 \cdot 10^8$ м/с; 5) $1,15 \cdot 10^8$ м/с.

11. Если масса частицы составляет $6,64 \cdot 10^{-27}$ кг, то ее энергия покоя равна:

1) $6,64 \cdot 10^{-10}$ Дж; 2) $3,32 \cdot 10^{-10}$ Дж; 3) $5,97 \cdot 10^{-10}$ Дж;
4) $1,99 \cdot 10^{-10}$ Дж; 5) $2,99 \cdot 10^{-10}$ Дж.

12. Если общая мощность излучения Солнца составляет $3,8 \cdot 10^{26}$ Вт, то за одни сутки уменьшение его массы равно:

- 1) $1,5 \cdot 10^{14}$ кг; 2) $6,1 \cdot 10^{12}$ кг; 3) $4,2 \cdot 10^9$ кг;
4) $3,6 \cdot 10^{14}$ кг; 5) $5,7 \cdot 10^{12}$ кг.

13. Электрон движется со скоростью $0,5 \cdot c$, где c – скорость света в вакууме. Если масса электрона составляет $9,11 \cdot 10^{-31}$ кг, то его полная энергия равна:

- 1) $9,4 \cdot 10^{-14}$ Дж; 2) $1,09 \cdot 10^{-14}$ Дж; 3) $8,2 \cdot 10^{-14}$ Дж;
4) $4,5 \cdot 10^{-15}$ Дж; 5) $7,3 \cdot 10^{-14}$ Дж.

14. Релятивистский протон движется со скоростью, при которой его импульс равен $p = 3mc / 4$, где m – масса протона, $m = 1,67 \cdot 10^{-27}$ кг; c – скорость света в вакууме. Кинетическая энергия этого протона равна:

- 1) $1,25 \cdot 10^{-11}$ Дж; 2) $4,23 \cdot 10^{-11}$ Дж; 3) $7,71 \cdot 10^{-11}$ Дж;
4) $2,60 \cdot 10^{-11}$ Дж; 5) $3,76 \cdot 10^{-11}$ Дж.

15. Релятивистская частица движется со скоростью, при которой ее кинетическая энергия равна энергии покоя. Если c – скорость света в вакууме, m – масса частицы, то ее импульс равен:

- 1) mc ; 2) $mc\sqrt{2}$; 3) $2mc$; 4) $mc\sqrt{3}$; 5) $3mc$.

7. МОЛЕКУЛЯРНО-КИНЕТИЧЕСКАЯ ТЕОРИЯ ГАЗОВ

1. Основное уравнение кинетической теории газов имеет вид:

$$1) pV = \frac{m}{M} RT; \quad 2) \langle E_n \rangle = \frac{i}{2} kT; \quad 3) p = \frac{2}{3} n \langle E_n \rangle;$$
$$4) v_{\text{кв}} = \sqrt{\frac{3kT}{m_0}}; \quad 5) dN = N_0 \left(\frac{m_0}{2\pi kT} \right)^{3/2} 4\pi v^2 \exp\left(-\frac{m_0 v^2}{2kT} \right) dv.$$

2. При температуре T средняя кинетическая энергия поступательного движения молекулы массой m_0 равна:

$$1) \frac{3}{2} kT; \quad 2) \frac{1}{2} kT; \quad 3) \frac{3kT}{m_0}; \quad 4) \sqrt{\frac{3kT}{m_0}}; \quad 5) \sqrt{\frac{3kT}{2m_0}}.$$

3. Число степеней свободы двухатомной молекулы с жесткой связью между ее атомами равно:

$$1) 3; \quad 2) 6; \quad 3) 4; \quad 4) 5; \quad 5) 7.$$

4. При температуре T средняя квадратичная скорость молекулы массой m_0 равна:

$$1) \sqrt{\frac{3RT}{2m_0}}; \quad 2) \sqrt{\frac{2kT}{m_0}}; \quad 3) \sqrt{\frac{8kT}{\pi m_0}}; \quad 4) \sqrt{\frac{3RT}{m_0}}; \quad 5) \sqrt{\frac{3kT}{m_0}}.$$

5. Молекула имеет число n_1 поступательных степеней свободы, число n_2 вращательных степеней свободы и число n_3 колебательных степеней свободы.

В выражении для средней энергии теплового движения молекулы $\langle W \rangle = \frac{i}{2} kT$

число i равно:

$$1) n_1 + n_2 + n_3; \quad 2) n_1 + n_2 + 2n_3; \quad 3) n_1 + 2n_2 + n_3;$$
$$4) n_1 + 2n_2 + 2n_3; \quad 5) 3n_1.$$

6. Концентрация молекул кислорода, находящегося под давлением 5 кПа при температуре 20 °С, равна:

$$1) 1,24 \cdot 10^{24} \text{ м}^{-3}; \quad 2) 1,81 \cdot 10^{25} \text{ м}^{-3}; \quad 3) 1,24 \cdot 10^{21} \text{ м}^{-3};$$
$$4) 1,81 \cdot 10^{22} \text{ м}^{-3}; \quad 5) 1,24 \cdot 10^{27} \text{ м}^{-3}.$$

7. Кислород массой 6 кг находится в баллоне под давлением 15,0 МПа при температуре 27 °С. Если молярная масса кислорода равна $32 \cdot 10^{-3}$ кг/моль, то объем баллона составляет:

$$1) 2,8 \text{ л}; \quad 2) 3,6 \text{ л}; \quad 3) 13,0 \text{ л}; \quad 4) 12,6 \text{ л}; \quad 5) 31,1 \text{ л}.$$

8. Идеальный газ находится при температуре $14\text{ }^{\circ}\text{C}$ под давлением 400 кПа . Если при этом плотность газа составляет $0,68\text{ кг/м}^3$, то его молярная масса равна:

- 1) $28 \cdot 10^{-3}\text{ кг/моль}$; 2) $32 \cdot 10^{-3}\text{ кг/моль}$; 3) $4 \cdot 10^{-3}\text{ кг/моль}$;
4) $29 \cdot 10^{-3}\text{ кг/моль}$; 5) $2 \cdot 10^{-3}\text{ кг/моль}$.

9. В баллоне объемом 20 л находится 6 г водорода при температуре $27\text{ }^{\circ}\text{C}$. Если молярная масса водорода составляет $2 \cdot 10^{-3}\text{ кг/моль}$, то его давление равно:

- 1) 34 кПа ; 2) 112 кПа ; 3) 217 кПа ; 4) 374 кПа ; 5) 648 кПа .

10. В двух сосудах объемами 1 и 4 л при одинаковых температурах находятся идеальные газы под давлением 300 и 100 кПа соответственно. После соединения сосудов тонкой трубкой давление газов будет равно:

- 1) 140 кПа ; 2) 170 кПа ; 3) 200 кПа ; 4) 260 кПа ; 5) 400 кПа .

11. В сосуде находится 16 г кислорода и 42 г азота при температуре $27\text{ }^{\circ}\text{C}$. Давление в сосуде равно 100 кПа . Если молярные массы кислорода и азота составляют соответственно $32 \cdot 10^{-3}$ и $28 \cdot 10^{-3}\text{ кг/моль}$, то объем сосуда равен:

- 1) 24 л ; 2) $4,5\text{ л}$; 3) 36 л ; 4) 50 л ; 5) 54 л .

12. В сосуде находится 16 г кислорода и 42 г азота. Если молярные массы кислорода и азота равны соответственно $32 \cdot 10^{-3}$ и $28 \cdot 10^{-3}\text{ кг/моль}$, то молярная масса смеси составляет:

- 1) $31 \cdot 10^{-3}\text{ кг/моль}$; 2) $29 \cdot 10^{-3}\text{ кг/моль}$; 3) $30 \cdot 10^{-3}\text{ кг/моль}$;
4) $60 \cdot 10^{-3}\text{ кг/моль}$; 5) $57 \cdot 10^{-3}\text{ кг/моль}$.

13. Плотность некоторого идеального газа равна $6 \cdot 10^{-2}\text{ кг/м}^3$. Если средняя квадратичная скорость молекул этого газа составляет 500 м/с , то его давление равно:

- 1) $1,2\text{ кПа}$; 2) 3 кПа ; 3) 5 кПа ; 4) 6 кПа ; 5) 10 кПа .

14. Азот находится в равновесном состоянии, при котором средняя кинетическая энергия вращательного движения одной его молекулы составляет $4,28 \cdot 10^{-21}\text{ Дж}$. Если связь между атомами молекулы можно считать жесткой, то средняя кинетическая энергия ее поступательного движения равна:

- 1) $2,14 \cdot 10^{-21}\text{ Дж}$; 2) $6,42 \cdot 10^{-21}\text{ Дж}$; 3) $10,7 \cdot 10^{-21}\text{ Дж}$;
4) $2,85 \cdot 10^{-21}\text{ Дж}$; 5) $8,56 \cdot 10^{-21}\text{ Дж}$.

15. Водород находится в равновесном состоянии, при котором средняя энергия теплового движения одной его молекулы составляет $9,15 \cdot 10^{-21}\text{ Дж}$. Ес-

ли связь между атомами молекулы можно считать жесткой, то средняя кинетическая энергия ее поступательного движения равна:

- 1) $3,66 \cdot 10^{-21}$ Дж; 2) $9,15 \cdot 10^{-21}$ Дж; 3) $4,76 \cdot 10^{-21}$ Дж;
4) $5,49 \cdot 10^{-21}$ Дж; 5) $10,98 \cdot 10^{-21}$ Дж.

16. Азот, молярная масса которого равна $28 \cdot 10^{-3}$ кг/моль, находится в равновесном состоянии, при котором средняя кинетическая энергия вращательного движения одной его молекулы составляет $4,28 \cdot 10^{-21}$ Дж. Если связь между атомами молекулы можно считать жесткой, то ее средняя квадратичная скорость равна:

- 1) 525 м/с; 2) 168 м/с; 3) 742 м/с; 4) 314 м/с; 5) 473 м/с.

17. Давление воздуха, молярная масса которого равна $29 \cdot 10^{-3}$ кг/моль, у поверхности Земли составляет 100,0 кПа при температуре 270 К. Если изменением температуры воздуха с изменением высоты можно пренебречь, то его давление на высоте 8 км равно:

- 1) 36,3 кПа; 2) 57,4 кПа; 3) 83,2 кПа; 4) 97,6 кПа; 5) 100,0 кПа.

18. Давление воздуха, молярная масса которого равна $29 \cdot 10^{-3}$ кг/моль, у поверхности Земли составляет 100,0 кПа при температуре 280 К. Если изменением температуры воздуха с изменением высоты можно пренебречь, то высота, на которой давление воздуха составляет 81,2 кПа, равна:

- 1) 1,5 км; 2) 1,7 км; 3) 1,9 км; 4) 2,3 км; 5) 2,5 км.

19. Гелий, молярная масса которого равна $4 \cdot 10^{-3}$ кг/моль, находится в равновесном состоянии при температуре 600 К. Относительное число молекул $\Delta N / N$ гелия, скорости которых лежат в интервале от 2000 до 2010 м/с, равно:

- 1) $2,15 \cdot 10^{-2}$; 2) $3,83 \cdot 10^{-4}$; 3) $1,91 \cdot 10^{-4}$; 4) $8,72 \cdot 10^{-3}$; 5) $4,61 \cdot 10^{-3}$.

20. Азот, молярная масса которого равна $28 \cdot 10^{-3}$ кг/моль, находится в равновесном состоянии при некоторой температуре. Если скоростям молекул азота, равным 300 и 600 м/с, соответствуют одинаковые значения функции распределения Максвелла по модулю скоростей молекул, то температура азота равна:

- 1) 330 К; 2) 572 К; 3) 656 К; 4) 273 К; 5) 393 К.

8. ТЕРМОДИНАМИКА

1. Если в ходе некоторого процесса приращение внутренней энергии системы равно ΔU и ей передали количество теплоты Q , то работа, совершенная внешними силами над данной системой, при этом равна:

- 1) $\Delta U - Q$; 2) $\Delta U + Q$; 3) $Q - \Delta U$; 4) $-\Delta U - Q$; 5) ΔU .

2. Второе начало термодинамики запрещает:

- 1) создание вечного двигателя второго рода;
2) создание вечного двигателя первого рода;
3) процессы с КПД, равным 100 %;
4) убывание энтропии;
5) убывание энтропии для изолированных систем.

3. Максимальный КПД может быть достигнут в ходе:

- 1) цикла Карно;
2) изобарического процесса;
3) изотермического процесса;
4) циклического процесса, состоящего из двух изохор и двух изобар;
5) изохорического процесса.

4. Цикл Карно состоит:

- 1) из двух изотерм и двух изохор;
2) из двух изотерм и двух адиабат;
3) из двух адиабат и двух изохор;
4) из двух изобар и двух изохор;
5) из двух изотерм и двух изобар.

5. Энтропия, приращение которой для изолированной системы согласно второму началу термодинамики $dS \geq \frac{\delta Q}{T}$, является мерой:

- 1) переданной системе теплоты при изменении температуры на 1 К;
2) переданной системе теплоты;
3) степени изменения температуры системы;
4) степени беспорядка в системе;
5) изменения температуры системы при получении 1 Дж теплоты.

6. Двухатомный газ был нагрет при постоянном давлении 90 кПа. Если при этом объем газа увеличился на 2 м^3 , то приращение его внутренней энергии равно:

- 1) 450 Дж; 2) 270 Дж; 3) 450 кДж; 4) 270 кДж; 5) 180 кДж.

7. Кислород объемом 3 л находится под давлением 0,15 МПа. Для увеличения давления кислорода в 3 раза при постоянном объеме ему необходимо сообщить количество теплоты, равное:

- 1) 1,35 МДж; 2) 2,25 МДж; 3) 1,35 кДж; 4) 2,25 кДж; 5) 3,15 кДж.

8. Кислород объемом 4 л находится под давлением 0,16 МПа. Для увеличения объема кислорода в 3 раза при постоянном давлении ему необходимо сообщить количество теплоты, равное:

- 1) 3,20 кДж; 2) 1,92 МДж; 3) 4,48 кДж; 4) 3,20 МДж; 5) 4,48 МДж.

9. Один моль газа расширяется при постоянной температуре 300 К. Для увеличения объема газа в 3 раза ему необходимо сообщить теплоту, равную:

- 1) 0,90 кДж; 2) 2,74 кДж; 3) 4,99 кДж; 4) 1,66 кДж; 5) 2,05 кДж.

10. Азот массой 0,56 кг нагрели на 100 К, сообщив ему при этом 58,75 кДж теплоты. Если молярная масса азота составляет $28 \cdot 10^{-3}$ кг/моль, то работа, совершенная силами давления азота при нагревании, равна:

- 1) 17,2 кДж; 2) 33,8 кДж; 3) 24,9 кДж; 4) 41,5 кДж; 5) 83,7 кДж.

11. Некоторое количество воздуха, находящегося при температуре 0 °С, адиабатически расширяется до объема, в 2 раза большего первоначального. Конечная температура воздуха равна:

- 1) 360 К; 2) 207 К; 3) 273 К; 4) 103 К; 5) 172 К.

12. Один моль двухатомного газа адиабатически расширяется от объема 22 л до объема 110 л. Если начальная температура газа составляет 290 К, то приращение его внутренней энергии равно:

- 1) 2860 Дж; 2) -2860 Дж; 3) 0; 4) 5444 Дж; 5) -5444 Дж.

13. Идеальный двухатомный газ находится под давлением $p_1 = 80$ кПа, занимая при этом объем $V_1 = 50$ л. Над газом последовательно проводят следующие процессы: $1 \rightarrow 2$ – изотермическое сжатие до объема $V_2 = V_1 / 3$; $2 \rightarrow 3$ – изобарное увеличение объема до $V_3 = 2V_1$; $3 \rightarrow 4$ – изохорное увеличение давления до $p_4 = 5p_1$. Изменение внутренней энергии газа в ходе всего процесса равно:

- 1) 54 кДж; 2) -50 кДж; 3) 90 кДж; 4) 40 кДж; 5) 100 кДж.

14. Идеальный двухатомный газ находится под давлением $p_1 = 200$ кПа, занимая при этом объем $V_1 = 100$ л. Над газом последовательно проводят следующие процессы: $1 \rightarrow 2$ – изохорное понижение давления до $p_2 = p_1 / 2$; $2 \rightarrow 3$ – изобарное сжатие до объема $V_3 = V_1 / 6$; $3 \rightarrow 4$ – изотермическое рас-

ширение до объема $V_4 = V_1 / 2$. Работа сил давления газа в ходе всего процесса равна:

- 1) $-8,3$ кДж; 2) $-6,5$ кДж; 3) $6,5$ кДж; 4) $8,3$ кДж; 5) $10,2$ кДж.

15. Идеальный двухатомный газ находится под давлением $p_1 = 100$ кПа, занимая при этом объем $V_1 = 50$ л. Над газом последовательно проводят следующие процессы: $1 \rightarrow 2$ – изотермическое сжатие до объема $V_2 = V_1 / 2$; $2 \rightarrow 3$ – изобарное увеличение объема до $V_3 = 2V_1$; $3 \rightarrow 4$ – изохорное понижение давления до $p_4 = p_1 / 4$. Количество теплоты, переданное газу в ходе всего процесса, равно:

- 1) $-6,3$ кДж; 2) $7,8$ кДж; 3) $15,0$ кДж; 4) $17,8$ кДж; 5) $5,3$ кДж.

16. Идеальный газ совершает цикл Карно, КПД которого равен 60% . Если температура холодильника составляет 280 К, то температура нагревателя равна:

- 1) 112 К; 2) 168 К; 3) 467 К; 4) 700 К; 5) 835 К.

17. Идеальный газ совершает цикл Карно. Температура нагревателя в $2,5$ раза больше температуры холодильника. Если за цикл силы давления газа совершают работу, равную 30 кДж, то количество теплоты, подводимое при этом к газу, составляет:

- 1) 75 кДж; 2) 50 кДж; 3) 30 кДж; 4) 80 кДж; 5) 20 кДж.

18. Идеальный двухатомный газ совершает цикл, состоящий из двух изохор и двух изобар. Если в пределах цикла максимальные значения объема и давления газа в 2 раза больше их минимальных значений, то КПД этого цикла составляет:

- 1) $10,5\%$; 2) $11,8\%$; 3) $15,4\%$; 4) $20,3\%$; 5) $25,0\%$.

19. Кислород массой $12,0$ г изотермически расширяется от объема 20 л до объема 50 л. Если молярная масса кислорода составляет $32 \cdot 10^{-3}$ кг/моль, то приращение его энтропии при этом равно:

- 1) $2,9$ мДж/К; 2) $7,1$ Дж/К; 3) $2,9$ Дж/К; 4) $4,3$ Дж/К; 5) $7,1$ мДж/К.

20. Идеальный газ изотермически расширяется от давления 100 кПа до давления 25 кПа. Если количество газа составляет $3,0$ моль, то приращение его энтропии при этом равно:

- 1) $13,8$ Дж/К; 2) $23,1$ Дж/К; 3) $34,6$ Дж/К; 4) $51,9$ Дж/К; 5) $86,5$ Дж/К.

9. ЭЛЕКТРОСТАТИКА

1. Напряженность \vec{E} в некоторой точке электростатического поля выражается через потенциал φ этой точки следующим образом:

$$1) \vec{E} = -\frac{\partial\varphi}{\partial x}\vec{e}_x - \frac{\partial\varphi}{\partial y}\vec{e}_y - \frac{\partial\varphi}{\partial z}\vec{e}_z; \quad 2) \vec{E} = \text{grad}\varphi; \quad 3) \vec{E} = -\vec{\nabla}\varphi;$$
$$4) \vec{E} = \text{div}\varphi; \quad 5) \vec{E} = \frac{\partial\varphi}{\partial x}\vec{e}_x + \frac{\partial\varphi}{\partial y}\vec{e}_y + \frac{\partial\varphi}{\partial z}\vec{e}_z.$$

2. В теореме Гаусса для электрического поля говорится о потоке вектора напряженности через:

- 1) произвольную замкнутую поверхность;
- 2) произвольную поверхность;
- 3) сферу;
- 4) замкнутый контур;
- 5) произвольный контур.

3. Теорему Гаусса для поля вектора \vec{E} в вакууме в дифференциальной форме выражает равенство:

$$1) \text{div}\vec{E} = \varepsilon_0\varepsilon\vec{E}; \quad 2) \text{rot}\vec{E} = \vec{0}; \quad 3) \text{rot}\vec{E} = \frac{\rho}{\varepsilon_0\varepsilon};$$
$$4) \text{div}\vec{E} = \frac{\rho}{\varepsilon_0}; \quad 5) \text{rot}\vec{E} = \frac{\rho}{\varepsilon_0}.$$

4. Энергия электрического диполя, момент которого \vec{p} образует угол α с вектором напряженности \vec{E} внешнего электрического поля, равна:

$$1) (\vec{p}, \vec{E}); \quad 2) \frac{pE^2}{2}; \quad 3) pE \sin \alpha; \quad 4) -pE \sin \alpha; \quad 5) -(\vec{p}, \vec{E}).$$

5. На границе раздела двух изотропных диэлектриков с диэлектрическими проницаемостями ε_1 и ε_2 углы α_1 и α_2 между нормалью к границе раздела сред и линиями смещения (\vec{D}_1 и \vec{D}_2 соответственно) удовлетворяют соотношению:

$$1) \frac{\text{tg}\alpha_1}{\text{tg}\alpha_2} = \frac{\varepsilon_2}{\varepsilon_1}; \quad 2) \frac{\text{tg}\alpha_1}{\text{tg}\alpha_2} = \frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_2}; \quad 3) \frac{\cos\alpha_1}{\cos\alpha_2} = \frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_2};$$
$$4) \frac{\cos\alpha_1}{\cos\alpha_2} = \frac{\varepsilon_2}{\varepsilon_1}; \quad 5) \frac{\sin\alpha_1}{\sin\alpha_2} = \frac{\varepsilon_2}{\varepsilon_1}.$$

6. Поляризованность диэлектрика \vec{P} выражается через векторы смещения \vec{D} и напряженности \vec{E} следующим образом:

$$1) \vec{P} = \vec{D} - \varepsilon_0 \vec{E}; \quad 2) \vec{P} = \vec{D} - \varepsilon_0 \varepsilon \vec{E}; \quad 3) \vec{P} = \frac{\vec{D}}{\varepsilon_0 \varepsilon};$$

$$4) \vec{P} = \varepsilon_0 \varepsilon \vec{E}; \quad 5) \vec{P} = \varepsilon_0 \varepsilon \vec{E} + \vec{D}.$$

7. Плотность энергии электрического поля равна:

$$1) q\varphi; \quad 2) \frac{\varepsilon_0 \varepsilon (\vec{E}, \vec{D})}{2}; \quad 3) \frac{CU^2}{2}; \quad 4) \frac{C\varphi^2}{2}; \quad 5) \frac{(\vec{E}, \vec{D})}{2}.$$

8. В формулах, выражающих теорему Гаусса в дифференциальной форме для напряженности $(\vec{\nabla}, \vec{E}) = \rho / \varepsilon_0$, смещения $(\vec{\nabla}, \vec{D}) = \rho$, поляризованности $(\vec{\nabla}, \vec{P}) = -\rho$, справа стоят соответственно плотности зарядов:

- 1) полного, связанного, стороннего;
- 2) стороннего, полного, связанного;
- 3) полного, стороннего, связанного;
- 4) полного, стороннего, стороннего;
- 5) связанного, стороннего, полного.

9. Теорема о циркуляции вектора напряженности электростатического поля выражается равенством:

$$1) \oint_{(S)} (\vec{E}, d\vec{S}) = 0; \quad 2) \oint_{(L)} (\vec{E}, d\vec{\ell}) = 0; \quad 3) \oint_{(S)} (\vec{E}, d\vec{S}) = \frac{1}{\varepsilon_0} \int_{(V)} \rho dV;$$

$$4) \int_1^2 (\vec{E}, d\vec{\ell}) = \varphi_2 - \varphi_1; \quad 5) \operatorname{rot} \vec{E} = \frac{\rho}{\varepsilon_0}.$$

10. Два неподвижных точечных заряда 4,50 и (-4,50) нКл находятся на расстоянии 10 см друг от друга в вакууме. В точке, удаленной на 6 см как от первого, так и от второго заряда, модуль напряженности равен:

- 1) 18,75 кВ/м; 2) 0; 3) 11,25 кВ/м; 4) 22,50 кВ/м; 5) 15,91 кВ/м.

11. В вершинах квадрата находятся одинаковые точечные заряды по 4,2 мкКл каждый. В центр квадрата помещают еще один точечный заряд. Если при этом вся система находится в равновесии, то этот заряд равен:

- 1) 4,0 мкКл; 2) 5,1 мкКл; 3) -4,0 мкКл; 4) -5,1 мкКл; 5) -16,8 мкКл.

12. В вершинах квадрата со стороной a находятся точечные заряды q , $2q$, $-4q$ и $2q$. Модуль напряженности E электростатического поля в центре квадрата равен:

$$\begin{aligned} 1) E &= \frac{5q}{2\pi\epsilon_0 a^2}; & 2) E &= \frac{5q}{4\pi\epsilon_0 a^2}; & 3) E &= \frac{q}{2\pi\epsilon_0 a^2}; \\ 4) E &= \frac{3q}{4\pi\epsilon_0 a^2}; & 5) E &= \frac{q}{4\pi\epsilon_0 a^2}. \end{aligned}$$

13. В вершинах правильного шестиугольника со стороной a размещены точечные заряды q , q , q , $-q$, $-q$, $-q$. Модуль напряженности E электростатического поля в центре шестиугольника равен:

$$\begin{aligned} 1) E &= \frac{q}{\pi\epsilon_0 a^2}; & 2) E &= \frac{q}{2\pi\epsilon_0 a^2}; & 3) E &= \frac{3q}{2\pi\epsilon_0 a^2}; \\ 4) E &= \frac{3q}{4\pi\epsilon_0 a^2}; & 5) E &= 0. \end{aligned}$$

14. Нить длиной 90 см равномерно заряжена с линейной плотностью заряда 6 мкКл/м. На оси нити на расстоянии 60 см от ближайшего ее конца находится точечный заряд 4 мкКл. Модуль силы взаимодействия между этим зарядом и нитью равен:

$$1) 540 \text{ мН}; \quad 2) 176 \text{ мН}; \quad 3) 86 \text{ мН}; \quad 4) 216 \text{ мН}; \quad 5) 318 \text{ мН}.$$

15. По тонкому кольцу радиусом 20 см равномерно распределен заряд 5,2 нКл. Модуль напряженности в центре кольца равен:

$$1) 1170,0 \text{ В/м}; \quad 2) 1490,4 \text{ В/м}; \quad 3) 1372,6 \text{ В/м}; \quad 4) 706,2 \text{ В/м}; \quad 5) 0.$$

16. Тонкое непроводящее полукольцо радиусом R заряжено с линейной плотностью λ . Модуль напряженности электростатического поля в центре кольца равен:

$$1) E = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0 R}; \quad 2) E = \frac{\lambda}{\pi\epsilon_0 R}; \quad 3) E = \frac{2\pi\lambda}{\epsilon_0 R}; \quad 4) E = \frac{\pi\lambda}{2\epsilon_0 R}; \quad 5) E = \frac{\pi\lambda}{\epsilon_0 R}.$$

17. По тонкому кольцу радиусом 3 см равномерно распределен заряд 2,5 нКл. В точке, расположенной на перпендикуляре к плоскости кольца, проходящего через его центр, на расстоянии 4 см от него, модуль напряженности равен:

$$1) 0; \quad 2) 7,2 \text{ кВ/м}; \quad 3) 14,1 \text{ кВ/м}; \quad 4) 25,0 \text{ кВ/м}; \quad 5) 36,0 \text{ кВ/м}.$$

18. Тонкое непроводящее кольцо радиусом R заряжено с линейной плотностью $\lambda = \lambda_0 \cos\varphi$, где λ_0 – постоянная; φ – азимутальный угол. Модуль напряженности электростатического поля в центре полукольца составляет:

$$1) E = \frac{\lambda}{4\epsilon_0 R}; \quad 2) E = \frac{\lambda}{\epsilon_0 R}; \quad 3) E = \frac{\lambda}{2\epsilon_0 R}; \quad 4) E = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0 R}; \quad 5) E = \frac{\pi\lambda}{4\epsilon_0 R}.$$

19. Полусфера равномерно заряжена с поверхностной плотностью заряда σ . Модуль напряженности электростатического поля в центре полусферы составляет:

$$1) E = \frac{\sigma}{4\pi\epsilon_0}; \quad 2) E = \frac{\sigma}{2\epsilon_0}; \quad 3) E = \frac{\sigma}{4\epsilon_0}; \quad 4) E = \frac{\sigma}{2\pi\epsilon_0}; \quad 5) E = \frac{\sigma}{\epsilon_0}.$$

20. Бесконечная плоскость равномерно заряжена с поверхностной плотностью заряда $35,4 \text{ нКл/м}^2$. Модуль напряженности в точке, удаленной на расстояние 2 см от плоскости, равен:

$$1) 2,0 \text{ кВ/м}; \quad 2) 4,0 \text{ кВ/м}; \quad 3) 10,0 \text{ кВ/м}; \quad 4) 17,7 \text{ кВ/м}; \quad 5) 70,8 \text{ кВ/м}.$$

21. Бесконечная прямая нить равномерно заряжена с линейной плотностью заряда 3 нКл/м . Модуль напряженности в точке, удаленной на расстояние 20 см от нити, равен:

$$1) 135 \text{ В/м}; \quad 2) 1350 \text{ В/м}; \quad 3) 600 \text{ В/м}; \quad 4) 270 \text{ В/м}; \quad 5) 300 \text{ В/м}.$$

22. По всему объему шара радиусом 3 см равномерно распределен заряд $4,8 \text{ нКл}$. На расстоянии $2,4 \text{ см}$ от центра шара модуль напряженности равен:

$$1) 48,0 \text{ кВ/м}; \quad 2) 93,7 \text{ кВ/м}; \quad 3) 38,4 \text{ кВ/м}; \quad 4) 0; \quad 5) 75,0 \text{ кВ/м}.$$

23. Бесконечно длинный цилиндр радиусом 5 см равномерно заряжен с объемной плотностью заряда $39,4 \text{ нКл/м}^3$. Модуль напряженности в точке, удаленной на расстояние 3 см от оси цилиндра, равен:

$$1) 133,6 \text{ В/м}; \quad 2) 185,5 \text{ В/м}; \quad 3) 111,3 \text{ В/м}; \quad 4) 66,8 \text{ В/м}; \quad 5) 0.$$

24. Бесконечно длинный цилиндр радиусом 6 см равномерно заряжен с объемной плотностью заряда $39,4 \text{ нКл/м}^3$. Модуль напряженности в точке, удаленной на расстояние 15 см от оси цилиндра, равен:

$$1) 133,6 \text{ В/м}; \quad 2) 53,4 \text{ В/м}; \quad 3) 106,8 \text{ В/м}; \quad 4) 333,9 \text{ В/м}; \quad 5) 66,8 \text{ В/м}.$$

25. Бесконечно длинный цилиндр радиусом R имеет положительный объемный заряд, объемная плотность которого зависит только от расстояния r до его оси по закону $\rho = \rho_0 \left(1 - \frac{r^2}{R^2}\right)$, где ρ_0 – константа. Если диэлектрическая проницаемость везде равна единице, то зависимость модуля напряженности E

электростатического поля внутри цилиндра от расстояния r до его оси имеет вид:

$$1) E = \frac{\rho_0 r}{4\varepsilon_0} \left(1 - \frac{r^2}{2R^2}\right); \quad 2) E = \frac{\rho_0 r}{\varepsilon_0} \left(1 - \frac{r^2}{4R^2}\right); \quad 3) E = \frac{\rho_0 r}{2\varepsilon_0} \left(1 - \frac{r^2}{2R^2}\right);$$

$$4) E = \frac{\rho_0 r}{2\varepsilon_0} \left(1 - \frac{r^2}{R^2}\right); \quad 5) E = \frac{\rho_0 r}{2\varepsilon_0} \left(1 - \frac{r^2}{4R^2}\right).$$

26. Бесконечно длинный цилиндр радиусом R имеет положительный объемный заряд, объемная плотность которого зависит только от расстояния r до его оси по закону $\rho = \rho_0 \left(1 - \frac{r^2}{R^2}\right)$, где ρ_0 – константа. Если диэлектрическая

проницаемость везде равна единице, то зависимость модуля напряженности E электростатического поля вне цилиндра от расстояния r до его оси имеет вид:

$$1) E = \frac{\rho_0 R^2}{4\varepsilon_0 r}; \quad 2) E = \frac{\rho_0 R^2}{2\varepsilon_0 r}; \quad 3) E = \frac{\rho_0 R^2}{\varepsilon_0 r}; \quad 4) E = \frac{\rho_0 R}{4\varepsilon_0}; \quad 5) E = \frac{\rho_0 r}{4\varepsilon_0}.$$

27. Шар радиусом R имеет положительный объемный заряд, объемная плотность которого зависит только от расстояния r до его центра по закону $\rho = \rho_0 r$, где ρ_0 – константа. Если диэлектрическая проницаемость везде равна единице, то зависимость модуля напряженности E электростатического поля внутри шара от расстояния r до его центра имеет вид:

$$1) E = \frac{\rho_0 r^2}{\pi\varepsilon_0}; \quad 2) E = \frac{\rho_0 r^2}{2\varepsilon_0}; \quad 3) E = \frac{\rho_0 r^2}{4\varepsilon_0}; \quad 4) E = \frac{2\rho_0 r^2}{\varepsilon_0}; \quad 5) E = \frac{\rho_0 r^2}{4\pi\varepsilon_0}.$$

28. Шар радиусом R имеет положительный объемный заряд, объемная плотность которого зависит только от расстояния r до его центра по закону $\rho = \rho_0 r$, где ρ_0 – константа. Если диэлектрическая проницаемость везде равна единице, то зависимость модуля напряженности E электростатического поля вне шара от расстояния r до его центра имеет вид:

$$1) E = \frac{\rho_0 R^4}{2\varepsilon_0 r^2}; \quad 2) E = \frac{\rho_0 R^4}{4\varepsilon_0 r^2}; \quad 3) E = \frac{\rho_0 R^4}{\varepsilon_0 r^2};$$

$$4) E = \frac{\rho_0 R^4}{4\pi\varepsilon_0 r^2}; \quad 5) E = \frac{\rho_0 r^2}{4\varepsilon_0}.$$

29. Неограниченная пластинка толщиной $2a$ равномерно заряжена с объемной плотностью заряда ρ . Если диэлектрическая проницаемость везде равна единице, то модуль напряженности E электростатического поля вне пластинки равен:

$$1) E = \frac{\rho a}{\epsilon_0}; \quad 2) E = \frac{\rho a}{2\epsilon_0}; \quad 3) E = \frac{2\rho a}{\epsilon_0}; \quad 4) E = \frac{\rho a}{2\pi\epsilon_0}; \quad 5) E = \frac{\rho a}{\pi\epsilon_0}.$$

30. Бесконечно длинная прямая нить заряжена равномерно с линейной плотностью заряда 4 нКл/м . Первая точка находится на расстоянии 2 см от нити, а вторая – на расстоянии 4 см от нити. Разность потенциалов первой и второй точек равна:

$$1) -900 \text{ В}; \quad 2) 900 \text{ В}; \quad 3) -450 \text{ В}; \quad 4) -50 \text{ В}; \quad 5) 50 \text{ В}.$$

31. Тонкое кольцо радиусом $0,8 \text{ м}$ имеет заряд 5 мКл , неравномерно распределенный по кольцу. Работа электрических сил при перемещении точечного заряда 10 мКл из центра кольца по произвольному пути в точку, находящуюся на оси кольца на расстоянии $0,6 \text{ м}$ от его центра, равна:

$$1) 112,5 \text{ мДж}; \quad 2) 187,7 \text{ мДж}; \quad 3) -112,5 \text{ мДж}; \quad 4) -187,7 \text{ мДж};$$

5) для получения числового ответа необходимо знать характер распределения заряда по кольцу и форму траектории точечного заряда.

32. Потенциал электрического поля зависит от координат x, y по закону $\varphi(x, y) = a(x^2 + y^2)$, где a – некоторая постоянная. Напряженность этого электрического поля в зависимости от x, y имеет вид:

$$1) \vec{E}(x, y) = -2a(x^2 \cdot \vec{e}_x - y^2 \cdot \vec{e}_y); \quad 2) \vec{E}(x, y) = -2a(x \cdot \vec{e}_x - y \cdot \vec{e}_y);$$

$$3) \vec{E}(x, y) = -2a(x \cdot \vec{e}_x + y \cdot \vec{e}_y); \quad 4) \vec{E}(x, y) = 2a(x \cdot \vec{e}_x + y \cdot \vec{e}_y);$$

$$5) \vec{E}(x, y) = 2a(x^2 \cdot \vec{e}_x - y^2 \cdot \vec{e}_y).$$

33. Если потенциал некоторого электростатического поля зависит от координат x, y, z по закону $\varphi(x, y, z) = a(x^2 + y^2) + bz^2$, где a и b – некоторые постоянные, то модуль напряженности E этого поля как функция координат x, y, z имеет вид:

$$1) E(x, y, z) = 2\sqrt{a^2(x^2 + y^2) + b^2z^2}; \quad 2) E(x, y, z) = \sqrt{a^2(x^2 + y^2) + b^2z^2};$$

$$3) E(x, y, z) = \sqrt{a(x^2 + y^2) + bz^2}; \quad 4) E(x, y, z) = \sqrt{a^2(x^2 + y^2)^2 + b^2z^4};$$

$$5) E(x, y, z) = 2\sqrt{a^2(x^2 + y^2)^2 + b^2z^4}.$$

34. Если потенциал некоторого электростатического поля зависит от координат x, y, z по закону $\varphi(x, y, z) = a(x^2 - y^2) + 3bz^2$, где a и b – некоторые постоянные, то модуль напряженности E этого поля как функция координат x, y, z имеет вид:

- 1) $E(x, y, z) = \sqrt{a^2(x^2 - y^2)^2 + 9b^2z^4}$;
- 2) $E(x, y, z) = \sqrt{a^2(x^2 + y^2) + 9b^2z^2}$;
- 3) $E(x, y, z) = \sqrt{a(x^2 - y^2) + 3bz^2}$;
- 4) $E(x, y, z) = 2\sqrt{a^2(x^2 + y^2) + 9b^2z^2}$;
- 5) $E(x, y, z) = 2\sqrt{a^2(x^2 - y^2)^2 + 9b^2z^4}$.

35. Если потенциал некоторого электростатического поля зависит от координат x, y, z по закону $\varphi(x, y, z) = a(xy - z^2)$, где a – некоторая постоянная, то модуль напряженности E этого поля как функция координат x, y, z имеет вид:

- 1) $E(x, y, z) = a\sqrt{x^2y^2 + z^4}$;
- 2) $E(x, y, z) = a\sqrt{x^2 - y^2 + 4z^2}$;
- 3) $E(x, y, z) = a\sqrt{x^2 + y^2 - 4z^2}$;
- 4) $E(x, y, z) = a\sqrt{x^2y^2 - z^4}$;
- 5) $E(x, y, z) = a\sqrt{x^2 + y^2 + 4z^2}$.

36. В некоторой области пространства напряженность электростатического поля зависит от координат x и y как $\vec{E}(x, y) = 2axy \cdot \vec{e}_x + a(x^2 - y^2) \cdot \vec{e}_y$, где a и b – некоторые постоянные. Зависимость потенциала φ этого поля от координат x, y имеет вид:

- 1) $\varphi(x, y) = ay\left(\frac{y^2}{3} - 2x^2\right) + C$;
- 2) $\varphi(x, y) = ay\left(\frac{y^2}{3} - x^2\right) + C$;
- 3) $\varphi(x, y) = -ax^2y + C$;
- 4) $\varphi(x, y) = a\frac{y^3}{3} + C$;
- 5) $\varphi(x, y) = ay\left(\frac{y^2}{3} + x^2\right) + C$.

37. В некоторой области пространства напряженность электростатического поля зависит от координат x, y, z как $\vec{E}(x, y, z) = ay \cdot \vec{e}_x + (ax - bz) \cdot \vec{e}_y - by \cdot \vec{e}_z$,

где a и b – некоторые постоянные. Зависимость потенциала φ этого поля от координат x, y, z имеет вид:

- 1) $\varphi(x, y, z) = -y(ax + bz) + C$; 2) $\varphi(x, y, z) = 2y(bz - ax) + C$;
- 3) $\varphi(x, y, z) = -axy + C$; 4) $\varphi(x, y, z) = -byz + C$;
- 5) $\varphi(x, y, z) = y(bz - ax) + C$.

38. В некоторой области пространства вектор напряженности электростатического поля зависит от координат x и y как $\vec{E}(x, y) = 2a(y^2x \cdot \vec{e}_x + yx^2 \cdot \vec{e}_y)$, где a и b – некоторые постоянные. Зависимость потенциала этого поля от координат x, y имеет вид:

- 1) $\varphi(x, y) = -2ax^2y^2 + C$; 2) $\varphi(x, y) = -ax^2y^2 + C$;
- 3) $\varphi(x, y) = 2axy + C$; 4) $\varphi(x, y) = -2axy + C$;
- 5) $\varphi(x, y) = -2a(x^2 + y^2) + C$.

39. Потенциал электрического поля в некоторой области пространства зависит только от координаты x как $\varphi(x) = -ax^3 + b$, где a и b – некоторые постоянные. Зависимость объемной плотности заряда в этой области от координаты x имеет вид:

- 1) $\rho(x) = -6\epsilon_0ax$; 2) $\rho(x) = 6\epsilon_0ax + b$; 3) $\rho(x) = 6\epsilon_0ax$;
- 4) $\rho(x) = 6ax$; 5) $\rho(x) = -3\epsilon_0ax^2$.

40. В некоторой области пространства вектор напряженности электростатического поля зависит от координат x, y как $\vec{E}(x, y) = a(x^2y \cdot \vec{e}_x + xy^2 \cdot \vec{e}_y)$, где a – некоторая постоянная. Распределение объемного заряда $\rho(x, y)$ в данной области имеет вид:

- 1) $\rho(x, y) = 4\epsilon_0axy$; 2) $\rho(x, y) = 4axy$; 3) $\rho(x, y) = 4\epsilon_0a(x^2 + y^2)$;
- 4) $\rho(x, y) = 2\epsilon_0a(x^2 + y^2)$; 5) $\rho(x, y) = 2\epsilon_0axy$.

41. В некоторой области пространства вектор напряженности электростатического поля зависит только от координаты x как $\vec{E}(x) = ax \cdot \vec{e}_x$, где a – некоторая постоянная. Это поле является:

- 1) потенциальным; 2) потенциальным при $x > 0$;
- 3) непотенциальным; 4) непотенциальным при $x < 0$;
- 5) потенциальным при $x > 0$ и непотенциальным при $x < 0$.

42. По сферической оболочке радиусом 20 см равномерно распределен заряд 5 мкКл. Работа электрических сил при расширении этой оболочки до радиуса 40 см равна:

- 1) 422 мДж; 2) 562 мДж; 3) –562 мДж; 4) 281 мДж; 5) –281 мДж.

43. Вблизи точки A границы раздела стекло – вакуум модуль напряженности электрического поля в вакууме равен 100 В/м, причем угол между вектором напряженности в вакууме и нормалью к границе раздела в точке A составляет 30° . Если диэлектрическая проницаемость стекла равна 6, то модуль напряженности электрического поля в стекле вблизи точки A составляет:

- 1) 17 В/м; 2) 52 В/м; 3) 87 В/м; 4) 50 В/м; 5) 75 В/м.

44. Вблизи точки A границы раздела стекло – вакуум модуль напряженности электрического поля в вакууме равен 10,0 кВ/м, причем угол между вектором напряженности в вакууме и нормалью к границе раздела в точке A составляет 30° . Если диэлектрическая проницаемость стекла равна 6, то модуль индукции электрического поля в стекле вблизи точки A составляет:

- 1) 88,5 нКл/м²; 2) 14,8 нКл/м²; 3) 462,0 нКл/м²;
4) 174,0 нКл/м²; 5) 276,3 нКл/м².

45. Вблизи точки A границы раздела стекло – вакуум модуль напряженности электрического поля в вакууме равен 10,5 кВ/м, причем угол между вектором напряженности в вакууме и нормалью к границе раздела в точке A составляет 30° . Если диэлектрическая проницаемость стекла равна 6, то поверхностная плотность связанных зарядов вблизи точки A составляет:

- 1) 77,4 нКл/м²; 2) 464,6 нКл/м²; 3) 67,1 нКл/м²;
4) 38,7 нКл/м²; 5) 402,4 нКл/м².

46. Плоская фарфоровая пластинка с диэлектрической проницаемостью ε помещена в однородное электростатическое поле напряженностью \vec{E}_1 так, что вблизи некоторой точки A границы раздела вакуум – фарфор направление \vec{E}_1 в вакууме образует угол α с нормалью к границе раздела в этой точке. Модуль напряженности E_2 электростатического поля в фарфоре вблизи точки A равен:

- 1) $E_2 = \varepsilon E_1 \cdot \operatorname{tg} \alpha$; 2) $E_2 = E_1 \sqrt{\sin^2 \alpha + \varepsilon^2 \cos^2 \alpha}$;
3) $E_2 = E_1 \sqrt{\varepsilon^2 \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha}$; 4) $E_2 = \frac{E_1}{\varepsilon} \cdot \sqrt{\varepsilon^2 \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha}$;
5) $E_2 = \frac{E_1}{\varepsilon} \cdot \operatorname{tg} \alpha$.

47. Вблизи некоторой точки A границы раздела вакуум – фарфор вектор напряженности электростатического поля в вакууме образует угол α с нормалью к границе раздела в этой точке. Если диэлектрическая проницаемость фар-

фора равна ε , то угол β между вектором напряженности поля в фарфоре вблизи точки A связан с углом α соотношением:

$$1) \operatorname{tg}\beta = \varepsilon \cdot \operatorname{tg}\alpha; \quad 2) \operatorname{tg}\beta = \frac{\operatorname{tg}\alpha}{\varepsilon}; \quad 3) \operatorname{tg}\beta = \operatorname{tg}\alpha;$$

$$4) \operatorname{tg}\beta = 2\varepsilon \cdot \operatorname{tg}\alpha; \quad 5) \operatorname{tg}\beta = \frac{\varepsilon \cdot \operatorname{tg}\alpha}{2}.$$

48. Плоская фарфоровая пластинка с диэлектрической проницаемостью ε помещена в однородное электростатическое поле напряженностью \vec{E} так, что вблизи некоторой точки A границы раздела вакуум – фарфор направление \vec{E} в вакууме образует угол α с нормалью к границе раздела в этой точке. Если сторонних зарядов на границе раздела нет, то поверхностная плотность σ' связанных зарядов в фарфоре вблизи точки A равна:

$$1) \sigma' = \frac{\varepsilon_0 E \cos \alpha}{\varepsilon}; \quad 2) \sigma' = \varepsilon_0 \varepsilon E \cos \alpha; \quad 3) \sigma' = \varepsilon_0 (\varepsilon - 1) E \cos \alpha;$$

$$4) \sigma' = \frac{\varepsilon_0 \varepsilon E \cos \alpha}{\varepsilon - 1}; \quad 5) \sigma' = \frac{\varepsilon_0 (\varepsilon - 1) E \cos \alpha}{\varepsilon}.$$

49. Неограниченная пластина толщиной a из однородного диэлектрика заряжена равномерно сторонним зарядом с объемной плотностью ρ . Если диэлектрическая проницаемость пластины составляет ε , то модуль вектора D электрического смещения электростатического поля на расстоянии b от средней плоскости пластины ($b < a$) равен:

$$1) D = \varepsilon \rho b; \quad 2) D = \rho a; \quad 3) D = \rho b; \quad 4) D = \frac{\rho b}{\varepsilon}; \quad 5) D = \varepsilon \rho a.$$

50. Неограниченная пластина толщиной a из однородного диэлектрика заряжена равномерно сторонним зарядом с объемной плотностью ρ . Если диэлектрическая проницаемость пластины равна ε , то поверхностная плотность σ' связанных зарядов на поверхности этой пластины составляет:

$$1) \sigma' = \frac{(\varepsilon - 1)\rho a}{2\varepsilon}; \quad 2) \sigma' = \frac{\varepsilon \rho a}{2(\varepsilon - 1)}; \quad 3) \sigma' = \frac{(\varepsilon - 1)\rho a}{\varepsilon};$$

$$4) \sigma' = \frac{\rho a}{2\varepsilon}; \quad 5) \sigma' = \frac{\rho a}{2}.$$

10. МАГНИТОСТАТИКА

1. Вектор индукции $d\vec{B}$ магнитного поля, создаваемого элементом линейного тока $I \cdot d\vec{\ell}$ в точке с радиус-вектором \vec{r} относительно этого элемента, равен:

$$\begin{aligned}
 & 1) \frac{\mu_0}{4\pi} \cdot \frac{I [d\vec{\ell}, \vec{r}]}{r^2}; & 2) \frac{I [d\vec{\ell}, \vec{r}]}{4\pi\mu_0 r^2}; & 3) \frac{I [d\vec{\ell}, \vec{r}]}{4\pi\mu_0 r^3}; \\
 & 4) \frac{\mu_0}{4\pi} \cdot \frac{I [d\vec{\ell}, \vec{r}]}{r^3}; & 5) \frac{4\pi\mu_0 I [d\vec{\ell}, \vec{r}]}{r^2}.
 \end{aligned}$$

2. Теорему Гаусса для поля вектора магнитной индукции \vec{B} в интегральной форме выражает равенство:

$$\begin{aligned}
 & 1) \oint_{(S)} (\vec{B}, d\vec{S}) = \mu_0 \sum_{k=1}^n I_k; & 2) \oint_{(S)} (\vec{B}, d\vec{S}) = 0; & 3) \oint_{(L)} (\vec{B}, d\vec{\ell}) = 0; \\
 & 4) \oint_{(L)} (\vec{B}, d\vec{\ell}) = \mu_0 \sum_{k=1}^n I_k; & 5) \oint_{(S)} (\vec{B}, d\vec{S}) = \int_{(V)} (\vec{\nabla}, \vec{B}) dV.
 \end{aligned}$$

3. Теорема о циркуляции магнитоэстатического поля вектора \vec{B} в вакууме в дифференциальной форме выражается равенством:

$$\begin{aligned}
 & 1) \operatorname{rot} \vec{B} = \vec{0}; & 2) \operatorname{div} \vec{B} = \mu_0 \vec{j}; & 3) \operatorname{rot} \vec{B} = \mu_0 \vec{j}; \\
 & 4) \operatorname{div} \vec{B} = 0; & 5) d\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I [d\vec{\ell}, \vec{r}]}{r^3}.
 \end{aligned}$$

4. В интегральной формулировке теоремы о циркуляции магнитного поля вектора \vec{B} интегрирование ведется:

- 1) по произвольной окружности;
- 2) по произвольному контуру;
- 3) по произвольному замкнутому контуру;
- 4) по произвольной замкнутой поверхности;
- 5) по произвольной поверхности.

5. Сила, действующая на заряд q , движущийся со скоростью \vec{v} в электрическом и магнитном полях, равна:

$$\begin{aligned}
 & 1) q\vec{E} + q[\vec{v}, \vec{B}]; & 2) qE + qvB \sin \alpha; & 3) q\vec{E} + q[\vec{B}, \vec{v}]; \\
 & 4) q[\vec{v}, \vec{B}]; & 5) qvB \sin \alpha.
 \end{aligned}$$

6. Энергия контура с током, магнитный момент \vec{p}_m которого образует с внешним магнитным полем \vec{B} угол α , равна:

$$1) -p_m B \sin \alpha; \quad 2) (\vec{p}_m, \vec{B}); \quad 3) p_m B \sin \alpha; \quad 4) -(\vec{p}_m, \vec{B}); \quad 5) \frac{p_m B^2}{2}.$$

7. На границе раздела двух магнетиков с магнитными проницаемостями μ_1 и μ_2 углы α_1 и α_2 между нормалью к границе раздела сред и линиями индукции (\vec{B}_1 и \vec{B}_2) удовлетворяют условию:

$$1) \frac{\cos \alpha_1}{\cos \alpha_2} = \frac{\mu_2}{\mu_1}; \quad 2) \frac{\operatorname{tg} \alpha_1}{\operatorname{tg} \alpha_2} = \frac{\mu_2}{\mu_1}; \quad 3) \frac{\cos \alpha_1}{\cos \alpha_2} = \frac{\mu_1}{\mu_2};$$

$$4) \frac{\operatorname{tg} \alpha_1}{\operatorname{tg} \alpha_2} = \frac{\mu_1}{\mu_2}; \quad 5) \frac{\sin \alpha_1}{\sin \alpha_2} = \frac{\mu_2}{\mu_1}.$$

8. Намагниченность магнетика \vec{J} выражается через индукцию магнитного поля \vec{B} и напряженность магнитного поля \vec{H} следующим образом:

$$1) \vec{J} = \frac{\vec{B}}{\mu_0} + \vec{H}; \quad 2) \vec{J} = \mu_0 \vec{B} + \vec{H}; \quad 3) \vec{J} = \frac{\vec{B}}{\mu_0} - \vec{H};$$

$$4) \vec{J} = \mu_0 \vec{B} - \vec{H}; \quad 5) \vec{J} = \vec{B} + \mu_0 \vec{H}.$$

9. Напряженность магнитного поля \vec{H} определяется следующим образом:

$$1) \vec{H} = \frac{\vec{B}}{\mu_0} - \vec{J}; \quad 2) \vec{H} = \mu_0 \mu \vec{B}; \quad 3) \vec{H} = \frac{\vec{B}}{\mu_0} + \vec{J};$$

$$4) \vec{H} = \vec{J} - \mu_0 \vec{B}; \quad 5) \vec{H} = \vec{J} + \mu_0 \vec{B}.$$

10. В формулах, выражающих теоремы о циркуляции в дифференциальной форме для вектора индукции магнитного поля $\operatorname{rot} \vec{B} = \mu_0 \vec{j}$, напряженности магнитного поля $\operatorname{rot} \vec{H} = \vec{j}$, намагниченности $\operatorname{rot} \vec{J} = \vec{j}$, справа стоят соответственно плотности токов:

- 1) макроскопического, сумма макроскопического и молекулярного, молекулярного;
- 2) макроскопического, молекулярного, макроскопического;
- 3) молекулярного, макроскопического, сумма макроскопического и молекулярного;
- 4) макроскопического, макроскопического, молекулярного;
- 5) сумма макроскопического и молекулярного, макроскопического, молекулярного.

11. Постоянный ток силой 10 А течет по прямому полубесконечному тонкому проводнику (рис. 12). Модуль индукции магнитного поля этого тока в точке O , находящейся на расстоянии 5 см от проводника, равен:

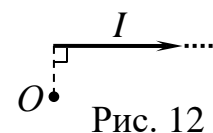


Рис. 12

- 1) 20 мкТл; 2) 40 мкТл; 3) 628 мТл; 4) 63 мкТл; 5) 200 мТл.

12. Постоянный ток силой 10 А течет по отрезку тонкого проводника (рис. 13). Точка O находится на серединном перпендикуляре к отрезку на расстоянии 4,5 см от него. Если угол $\varphi = 60^\circ$, то модуль индукции магнитного поля этого тока в точке O равен:

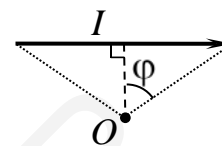


Рис. 13

- 1) 19,2 мкТл; 2) 22,2 мкТл; 3) 44,4 мкТл; 4) 38,5 мкТл; 5) 0.

13. Постоянный ток силой 10 А течет по отрезку тонкого проводника (рис. 14). Точка O находится на перпендикуляре к отрезку, проходящем через один из его концов, на расстоянии 4,5 см от него. Если угол $\varphi = 60^\circ$, то модуль индукции магнитного поля этого тока в точке O равен:

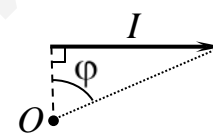


Рис. 14

- 1) 0; 2) 19,2 мкТл; 3) 38,5 мкТл; 4) 11,1 мкТл; 5) 22,2 мкТл.

14. По круговому витку радиусом 0,1 м из тонкого провода циркулирует постоянный ток силой 12 А. Модуль индукции магнитного поля этого тока в его центре равен:

- 1) 75,4 мкТл; 2) 24,0 мкТл; 3) 0; 4) 75,4 мТл; 5) 24,0 мТл.

15. По круговому витку радиусом 0,40 м из тонкого провода циркулирует постоянный ток силой 12 А. Модуль индукции магнитного поля этого тока на оси витка в точке, отстоящей от его центра на расстояние 0,30 м, равен:

- 1) 18,84 мкТл; 2) 6,14 мкТл; 3) 30,30 мкТл;
4) 9,65 мкТл; 5) 3,07 мкТл.

16. Постоянный ток силой 12 А течет по тонкому проводнику, который имеет вид, показанный на рис. 15. Если радиус изогнутой части проводника равен 0,30 м, а прямолинейные участки проводника считать очень длинными, то модуль индукции магнитного поля этого тока в точке O равен:

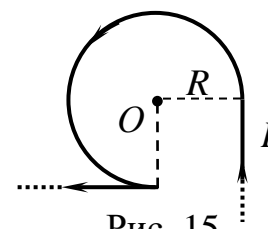


Рис. 15

- 1) 22,84 мкТл; 2) 6,00 мкТл; 3) 18,84 мкТл;
4) 26,84 мкТл; 5) 25,12 мкТл.

17. Постоянный ток силой 12 А течет по тонкому проводнику, который имеет вид, показанный на рис. 16. Если радиус изогнутой части проводника равен 0,40 м, а прямолинейные участки проводника считать очень длинными, то модуль индукции магнитного поля этого тока в точке O равен:

- 1) 14,13 мкТл; 2) 20,13 мкТл; 3) 8,13 мкТл;
4) 2,13 мкТл; 5) 18,84 мкТл.

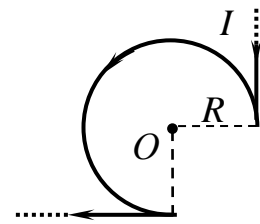


Рис. 16

18. Постоянный ток силой 12 А течет по тонкому проводнику, который имеет вид, показанный на рис. 17. Если радиус изогнутой части проводника равен 0,30 м, а прямолинейные участки проводника считать очень длинными, то модуль индукции магнитного поля этого тока в точке O равен:

- 1) 25,12 мкТл; 2) 33,11 мкТл; 3) 12,56 мкТл;
4) 4,56 мкТл; 5) 20,56 мкТл.

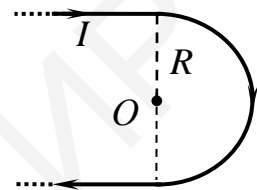


Рис. 17

19. Три прямых бесконечно длинных тонких проводника расположены так, как показано на рис. 18. По двум из них в направлении оси Oz идут постоянные токи силой I_1 каждый, а по третьему – ток силой I_2 в направлении оси Ox . Если проводники, параллельные оси Oz , пересекают ось Ox в точках $(a, 0, 0)$ и $(-a, 0, 0)$, а параллельный оси Ox проводник пересекает ось Oy в точке $(0, 2a, 0)$, то модуль индукции B магнитного поля этих токов в точке $A(0, a, 0)$ равен:

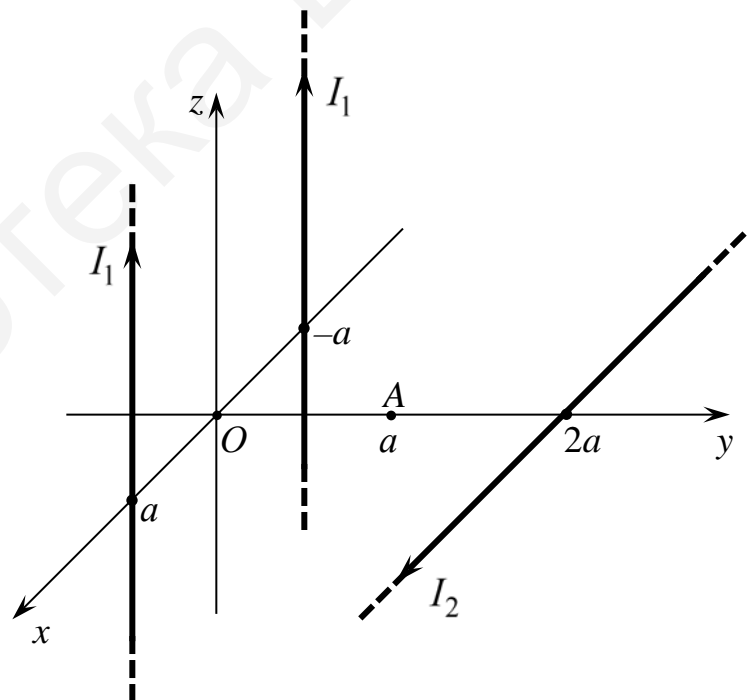


Рис. 18

- 1) $B = \frac{\mu_0}{2\pi a} \cdot \sqrt{2I_1^2 + I_2^2}$; 2) $B = \frac{\mu_0}{2\pi a} \cdot \sqrt{I_1^2 + I_2^2}$; 3) $B = \frac{\mu_0}{4\pi a} \cdot \sqrt{I_1^2 + I_2^2}$;
4) $B = \frac{\mu_0}{2\pi a} \cdot \frac{2I_1 + I_2}{3}$; 5) $B = \frac{\mu_0}{2\pi a} \cdot \frac{I_1 + I_2}{2}$.

20. Постоянный ток силой I равномерно распределен по ширине бесконечно длинной плоской тонкой ленты, расположенной в плоскости xOz вдоль оси Oz симметрично ей (рис. 19). Если ширина ленты $2a$ и ток идет в направлении оси Oz , то проекция на ось Ox вектора магнитной индукции B_x поля этого тока в точках плоскости yOz как функция координаты y имеет вид:

$$1) B_x(y) = -\frac{\mu_0}{4\pi a} \cdot \operatorname{arctg}\left(\frac{a}{y}\right);$$

$$2) B_x(y) = \frac{\mu_0}{2\pi a} \cdot \operatorname{arctg}\left(\frac{a}{y}\right);$$

$$3) B_x(y) = -\frac{\mu_0}{2\pi a} \cdot \operatorname{arctg}\left(\frac{a}{y}\right);$$

$$4) B_x(y) = \frac{\mu_0}{4\pi a} \cdot \operatorname{arctg}\left(\frac{a}{y}\right);$$

$$5) B_x(y) = \frac{\mu_0}{2\pi y} \cdot \operatorname{arctg}\left(\frac{a}{y}\right).$$

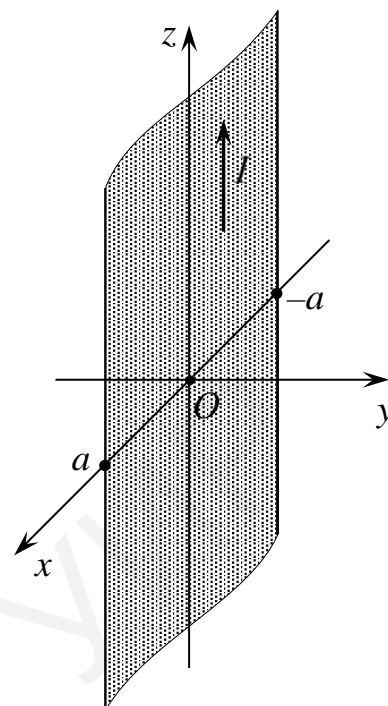


Рис. 19

21. Два прямых бесконечно длинных тонких параллельных проводника с постоянными токами лежат в плоскости xOy (рис. 20). Ток силой I_1 проходит по линейному проводнику, расположенному вдоль оси Oy , а ток силой I_2 равномерно распределен по ширине плоской ленты, края которой пересекают ось Ox в точках $(a, 0)$ и $(b, 0)$. Если ток I_2 идет в направлении оси Oy , а ток I_1 – против, то проекция на ось Oz вектора магнитной индукции B_z поля этих токов в точках плоскости xOy как функция координаты x на интервале $0 < x < a$ имеет вид:

$$1) B_z(x) = \frac{\mu_0 I_1}{4\pi x} + \frac{\mu_0 I_2}{4\pi(b-a)} \cdot \ln \frac{b-x}{a-x};$$

$$2) B_z(x) = -\frac{\mu_0 I_1}{2\pi x} + \frac{\mu_0 I_2}{2\pi(b-a)} \cdot \ln \frac{b-x}{a-x};$$

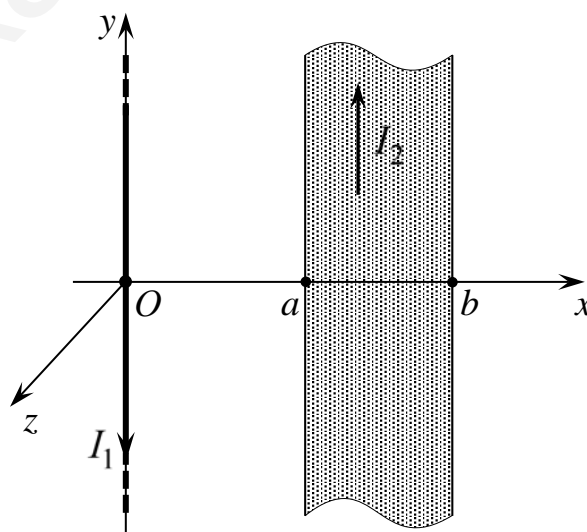


Рис. 20

$$3) B_z(x) = \frac{\mu_0 I_1}{2\pi x} - \frac{\mu_0 I_2}{2\pi(b-a)} \cdot \ln \frac{b-x}{a-x};$$

$$4) B_z(x) = \frac{\mu_0 I_1}{2\pi x} + \frac{\mu_0 I_2}{2\pi(b-a)} \cdot \ln \frac{b-x}{a-x};$$

$$5) B_z(x) = -\frac{\mu_0 I_1}{4\pi x} + \frac{\mu_0 I_2}{4\pi(b-a)} \cdot \ln \frac{b-x}{a-x}.$$

22. Два прямых бесконечно длинных тонких параллельных проводника с постоянными токами лежат в плоскости xOy (рис. 21). Ток силой I_1 проходит по линейному проводнику, расположенному вдоль оси Oy , а ток силой I_2 равномерно распределен по ширине плоской ленты, края которой пересекают ось Ox в точках $(a, 0)$ и $(b, 0)$. Если токи I_1 и I_2 идут в направлении оси Oy , то проекция на ось Oz вектора магнитной индукции B_z поля этих токов в точках плоскости xOy как функция координаты x на интервале $0 < x < a$ имеет вид:

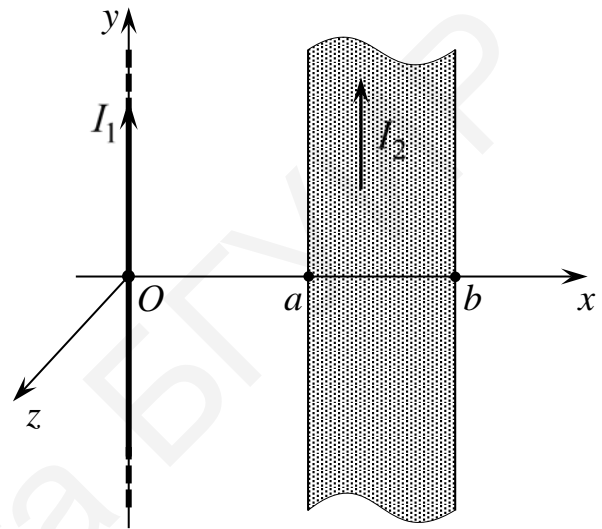


Рис. 21

$$1) B_z(x) = -\frac{\mu_0 I_1}{2\pi x} + \frac{\mu_0 I_2}{2\pi(b-a)} \cdot \ln \frac{b-x}{a-x};$$

$$2) B_z(x) = \frac{\mu_0 I_1}{2\pi x} - \frac{\mu_0 I_2}{2\pi(b-a)} \cdot \ln \frac{b-x}{a-x};$$

$$3) B_z(x) = \frac{\mu_0 I_1}{2\pi x} + \frac{\mu_0 I_2}{2\pi(b-a)} \cdot \ln \frac{b-x}{a-x};$$

$$4) B_z(x) = \frac{\mu_0 I_1}{4\pi x} - \frac{\mu_0 I_2}{4\pi(b-a)} \cdot \ln \frac{b-x}{a-x};$$

$$5) B_z(x) = -\frac{\mu_0 I_1}{4\pi x} + \frac{\mu_0 I_2}{4\pi(b-a)} \cdot \ln \frac{b-x}{a-x}.$$

23. Бесконечно длинный тонкий проводник с постоянным током силой I изогнут под прямым углом. Если точка магнитного поля этого тока лежит на прямой, проходящей через вершину угла перпендикулярно его плоскости, и удалена от вершины на расстояние ℓ , то модуль индукции B в этой точке равен:

$$1) B = \frac{\mu_0 I}{4\pi\ell} \cdot \sqrt{2}; \quad 2) B = \frac{\mu_0 I}{2\pi\ell} \cdot \sqrt{2}; \quad 3) B = \frac{\mu_0 I}{4\pi\ell}; \quad 4) B = \frac{\mu_0 I}{2\pi\ell}; \quad 5) 0.$$

24. Протон движется прямолинейно и равномерно со скоростью $0,8 \text{ Мм/с}$. Модуль индукции магнитного поля, создаваемого протоном в точке, отстоящей на $2,0 \text{ нм}$ от мгновенного положения протона и лежащей на перпендикуляре к его траектории, равен:

- 1) $3,2 \text{ нТл}$; 2) $6,4 \text{ пТл}$; 3) $3,2 \text{ пТл}$; 4) $6,4 \text{ нТл}$; 5) $12,8 \text{ нТл}$.

25. По двум параллельным бесконечно длинным проводам, находящимся на расстоянии $0,50 \text{ см}$ друг от друга, проходят в противоположных направлениях токи одинаковой силы по 7 А каждый. Модуль индукции магнитного поля, создаваемого этими токами в точке, лежащей посередине между проводами, равен:

- 1) 0 ; 2) $0,56 \text{ мТл}$; 3) $1,12 \text{ мТл}$; 4) $0,28 \text{ мТл}$; 5) $2,24 \text{ мТл}$.

26. По двум параллельным бесконечно длинным проводам, находящимся на расстоянии 10 см друг от друга, проходят в одном направлении токи силой 20 и 30 А . Модуль индукции магнитного поля, создаваемого этими токами в точке, удаленной от обоих проводов на одинаковое расстояние 10 см , равен:

- 1) 100 мкТл ; 2) 53 мкТл ; 3) 20 мкТл ; 4) 87 мкТл ; 5) 40 мкТл .

27. Постоянный ток силой $8,0 \text{ А}$ течет по длинному тонкому проводнику, который имеет вид, показанный на рис. 22. Расстояние между параллельными друг другу участками проводника составляет $1,0 \text{ м}$. Модуль силы, действующей на единицу длины проводника в точке O , равноудаленной от параллельных участков, равен:

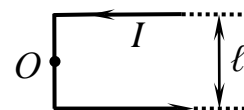


Рис. 22

- 1) 0 ; 2) $25,6 \text{ мкТл}$; 3) $3,2 \text{ мкТл}$; 4) $12,8 \text{ мкТл}$; 5) $1,6 \text{ мкТл}$.

28. В магнитном поле бесконечного прямого тока 32 А расположена легкая прямоугольная рамка со сторонами $0,08$ и $0,30 \text{ м}$ так, что более длинные ее стороны параллельны току и ближайшая сторона рамки отстоит от него на расстоянии $0,01 \text{ м}$. Если по рамке проходит ток 10 А , то модуль результирующей силы, действующей на рамку, равен:

- 1) $1,71 \text{ мН}$; 2) $2,13 \text{ мН}$; 3) 0 ; 4) $4,86 \text{ мН}$; 5) $1,68 \text{ мН}$.

29. Круговой контур радиусом $0,25 \text{ м}$ находится в однородном магнитном поле с индукцией 50 мТл так, что плоскость контура образует с силовыми линиями поля угол 60° . Если по контуру течет ток силой 2 А , то модуль механического момента, действующего на рамку, равен:

- 1) $17,0 \text{ мДж}$; 2) $9,81 \text{ мДж}$; 3) $12,5 \text{ мДж}$; 4) $3,92 \text{ мДж}$; 5) $1,25 \text{ мДж}$.

30. Протон, пройдя ускоряющую разность потенциалов $52,2 \text{ В}$, влетает в поперечное однородное магнитное поле индукцией 20 мТл . Радиус траектории движения протона в этом поле равен:

- 1) $5,2 \text{ см}$; 2) $1,9 \text{ см}$; 3) $2,6 \text{ см}$; 4) $1,9 \text{ м}$; 5) $2,6 \text{ м}$.

31. Электрон движется в однородном магнитном поле с индукцией 0,6 мТл по винтовой линии радиусом 4,7 мм и шагом 2,6 см. Модуль скорости электрона равен:

- 1) $4,9 \cdot 10^5$ м/с; 2) $9,3 \cdot 10^5$ м/с; 3) $6,6 \cdot 10^5$ м/с;
4) $4,4 \cdot 10^5$ м/с; 5) $7,5 \cdot 10^5$ м/с.

32. Ускоренная разностью потенциалов U нерелятивистская заряженная частица массой m пролетает поперечное однородное магнитное поле с индукцией B (рис. 23). Если заряд частицы $-q$, а толщина области с полем $-d$, то угол α отклонения частицы от первоначального направления ее движения равен:

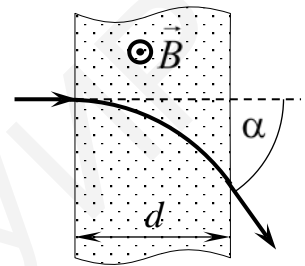


Рис. 23

- 1) $\alpha = \arcsin \left(Bd \sqrt{\frac{q}{2mU}} \right)$; 2) $\alpha = \arccos \left(Bd \sqrt{\frac{q}{2mU}} \right)$;
3) $\alpha = \arctg \left(Bd \sqrt{\frac{q}{2mU}} \right)$; 4) $\alpha = \arcsin \left(Bd \sqrt{\frac{2q}{mU}} \right)$;
5) $\alpha = \arccos \left(Bd \sqrt{\frac{2q}{mU}} \right)$.

33. Заряженная релятивистская частица массой m движется по окружности радиусом r в однородном магнитном поле с индукцией B . Если заряд частицы $-q$, то модуль ее скорости v равен:

- 1) $v = c \sqrt{1 - \left(\frac{qBr}{mc} \right)^2}$; 2) $v = c \sqrt{1 - \left(\frac{mc}{qBr} \right)^2}$; 3) $v = \frac{c}{\sqrt{1 + \left(\frac{qBr}{mc} \right)^2}}$;
4) $v = \frac{qBr}{m}$; 5) $v = \frac{c}{\sqrt{1 + \left(\frac{mc}{qBr} \right)^2}}$.

34. Заряженная релятивистская частица массой m движется по окружности радиусом r в однородном магнитном поле с индукцией B . Если заряд частицы $-q$, то период T ее обращения равен:

$$1) T = \frac{2\pi r}{c \sqrt{1 + \left(\frac{mc}{qBr}\right)^2}}; \quad 2) T = \frac{2\pi r}{c} \cdot \sqrt{1 + \left(\frac{mc}{qBr}\right)^2}; \quad 3) T = \frac{2\pi r}{c \sqrt{1 - \left(\frac{mc}{qBr}\right)^2}};$$

$$4) T = \frac{2\pi r}{c} \cdot \sqrt{1 - \left(\frac{mc}{qBr}\right)^2}; \quad 5) T = \frac{2\pi r m}{qBr}.$$

35. Ускоренная разностью потенциалов U нерелятивистская заряженная частица массой m влетает в однородное магнитное поле с индукцией \vec{B} под углом α к вектору \vec{B} . Если заряд частицы $-q$, то шаг h винтовой траектории движения частицы равен:

$$1) h = \frac{2\pi \cos \alpha}{B} \cdot \sqrt{\frac{2mU}{q}}; \quad 2) h = \frac{B \cos \alpha}{2\pi} \cdot \sqrt{\frac{mU}{2q}}; \quad 3) h = \frac{\pi \cos \alpha}{B} \cdot \sqrt{\frac{2mU}{q}};$$

$$4) h = \frac{\pi \cos \alpha}{B} \cdot \sqrt{\frac{mU}{2q}}; \quad 5) h = \frac{\pi \cos \alpha}{B} \cdot \sqrt{\frac{mU}{q}}.$$

36. Пучок нерелятивистских заряженных частиц (массой m и зарядом q каждая) проходит, не отклоняясь, через область, где созданы поперечные, взаимно перпендикулярные однородные электрическое и магнитное поля с напряженностью \vec{E} и индукцией \vec{B} . Затем пучок попадает на заземленную мишень. Если сила тока в пучке составляет I , то модуль силы F , с которой пучок действует на мишень, равен:

$$1) F = \frac{mEI}{qB}; \quad 2) F = \frac{2mEI}{qB}; \quad 3) F = \frac{mEI}{2qB};$$

$$4) F = IB \sqrt{\frac{2qmI}{E}}; \quad 5) F = IB \sqrt{\frac{qmI}{2E}}.$$

37. По однородному прямому проводу, радиус сечения которого равен 5,0 см, течет постоянный ток 6 А, равномерно распределенный по площади сечения провода. Магнитная проницаемость провода и окружающей среды $\mu=1$. Модуль индукции магнитного поля тока в точке, удаленной от оси провода на расстояние 4 см, равен:

$$1) 37,5 \text{ мкТл}; \quad 2) 19,1 \text{ мкТл}; \quad 3) 9,6 \text{ мкТл}; \quad 4) 27,7 \text{ мкТл}; \quad 5) 38,2 \text{ мкТл}.$$

38. По однородному прямому проводу, радиус сечения которого равен 7,0 см, течет постоянный ток, плотность которого зависит от расстояния r до оси провода как $j(r) = j_0 r$, где $j_0 = 75$ кА/м³; r – расстояние в метрах. Магнитная проницаемость провода и окружающей среды $\mu = 1$. Модуль индукции магнитного поля тока в точке, удаленной от оси провода на расстояние 5,0 см, равен:

- 1) 153,9 мкТл; 2) 78,5 мкТл; 3) 235,5 мкТл;
4) 117,8 мкТл; 5) 67,7 мкТл.

39. По однородному прямому проводу, радиус сечения которого равен 5 см, течет постоянный ток, плотность которого зависит от расстояния r до оси провода как $j(r) = j_0 r$, где $j_0 = 75$ кА/м³; r – расстояние в метрах. Магнитная проницаемость провода и окружающей среды $\mu = 1$. Модуль индукции магнитного поля тока в точке, удаленной от оси провода на расстояние 7 см, равен:

- 1) 215 мкТл; 2) 67 мкТл; 3) 56 мкТл; 4) 11 682 мкТл; 5) 17 мкТл.

40. Круговой контур диаметром 0,1 м свободно установился в однородном магнитном поле с индукцией 20 мТл. В контуре поддерживается постоянный ток силой 60 А. Работа внешней силы, под действием которой контур медленно поворачивается на угол 60° относительно оси, совпадающей с его диаметром, равна:

- 1) 18,84 мДж; 2) –4,7 мДж; 3) 1,3 мДж; 4) 4,7 мДж; 5) –1,3 мДж.

41. Квадратный контур со стороной 5 см расположен в однородном магнитном поле с индукцией 1,5 Тл так, что плоскость контура образует с силовыми линиями поля угол 30°. В контуре поддерживается постоянный ток силой 70 А. Если под действием сил Ампера контур меняет форму на окружность, не изменяя своей ориентации относительно силовых линий поля, то работа, совершаемая при этом силами Ампера, равна:

- 1) –35,6 мДж; 2) 62,3 мДж; 3) –62,3 мДж; 4) 35,9 мДж; 5) 281 мДж.

**11. ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ ИНДУКЦИЯ.
УРАВНЕНИЯ МАКСВЕЛЛА.
ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ**

1. Согласно основному закону электромагнитной индукции электродвижущая сила (ЭДС) индукции равна:

$$1) -\frac{\Phi}{\Delta t}; \quad 2) \frac{d\Phi}{dt}; \quad 3) -\frac{\Phi}{t}; \quad 4) \frac{\Phi}{t}; \quad 5) -\frac{d\Phi}{dt}.$$

2. Если Φ_s – собственный магнитный поток через поверхность, ограниченную замкнутым контуром с током силой I , то индуктивность этого контура равна:

$$1) \frac{\Phi_s I}{2}; \quad 2) \frac{I}{\Phi_s}; \quad 3) I\Phi_s; \quad 4) \frac{\Phi_s}{I}; \quad 5) \frac{\Phi_s I^2}{2}.$$

3. ЭДС самоиндукции в контуре с постоянной индуктивностью L и током силой I равна:

$$1) -L\frac{dI}{dt}; \quad 2) LI; \quad 3) -L\frac{I}{\Delta t}; \quad 4) -LI; \quad 5) -\frac{LI}{t}.$$

4. Индуктивность соленоида длиной ℓ , площадью поперечного сечения S ($\ell \gg \sqrt{S}$) и числом витков N равна:

$$1) \mu_0 \mu N^2 S \ell; \quad 2) \frac{\mu_0 \mu N^2 S}{\ell}; \quad 3) \mu_0 \mu N S \ell; \quad 4) \frac{\mu_0 \mu N S}{\ell}; \quad 5) \frac{\mu_0 \mu N^2}{S \ell}.$$

5. Энергия магнитного поля, создаваемого током силой I в неподвижном длинном соленоиде с постоянной индуктивностью L , равна (Φ_s – полный собственный магнитный поток через поперечное сечение соленоида):

$$1) \frac{\Phi_s I^2}{2}; \quad 2) \frac{LI}{2\Phi_s}; \quad 3) \frac{\Phi_s^2}{2L}; \quad 4) \frac{\Phi_s L}{2}; \quad 5) \frac{\Phi_s I^2}{2L}.$$

6. В уравнениях Максвелла $\operatorname{rot}\vec{E} = \dots$, $\operatorname{div}\vec{B} = \dots$, $\operatorname{rot}\vec{H} = \dots$, $\operatorname{div}\vec{D} = \dots$ справа стоят соответственно:

$$1) -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t}, \quad 0, \quad \vec{j} + \frac{\partial \vec{D}}{\partial t}, \quad \frac{\rho}{\varepsilon_0}; \quad 2) \vec{j} + \frac{\partial \vec{D}}{\partial t}, \quad 0, \quad -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t}, \quad \rho;$$

$$3) \frac{\partial \vec{B}}{\partial t}, \quad 0, \quad \vec{j} + \frac{\partial \vec{D}}{\partial t}, \quad \rho; \quad 4) -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t}, \quad 0, \quad \vec{j} + \frac{\partial \vec{D}}{\partial t}, \quad \rho;$$

$$5) -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t}, \quad 0, \quad \vec{j} - \frac{\partial \vec{D}}{\partial t}, \quad \frac{\rho}{\epsilon_0}.$$

7. Плотность тока смещения определяется выражением:

$$1) \frac{dI}{dt \cdot dS}; \quad 2) \frac{\partial \vec{D}}{\partial t}; \quad 3) e^+ n^+ \vec{u}^+; \quad 4) e^+ n^+ \vec{u}^+ + e^- n^- \vec{u}^-; \quad 5) \frac{\partial \vec{B}}{\partial t}.$$

8. Скорость распространения электромагнитной волны в однородной нейтральной непроводящей среде с диэлектрической проницаемостью ϵ и магнитной проницаемостью μ равна:

$$1) \frac{c}{\sqrt{\epsilon_0 \mu_0 \epsilon \mu}}; \quad 2) c \sqrt{\epsilon \mu}; \quad 3) \frac{c \sqrt{\epsilon}}{\sqrt{\mu}}; \quad 4) \frac{c \sqrt{\mu}}{\sqrt{\epsilon}}; \quad 5) \frac{c}{\sqrt{\epsilon \mu}}.$$

9. Вектор плотности потока энергии электромагнитной волны в вакууме равен:

$$1) \frac{[\vec{E}, \vec{D}]}{2} + \frac{[\vec{B}, \vec{H}]}{2}; \quad 2) [\vec{E}, \vec{B}]; \quad 3) [\vec{E}, \vec{H}];$$

$$4) \frac{\epsilon_0 \vec{E}^2}{2} + \frac{\mu_0 \vec{H}^2}{2}; \quad 5) [\vec{E}, \vec{D}].$$

10. Вектор плотности импульса электромагнитного поля равен:

$$1) c [\vec{E}, \vec{H}]; \quad 2) [\vec{E}, \vec{H}]; \quad 3) \frac{[\vec{E}, \vec{H}]}{c};$$

$$4) \frac{[\vec{E}, \vec{H}]}{c^2}; \quad 5) \sqrt{\epsilon_0 \mu_0} [\vec{E}, \vec{H}].$$

11. Квадратная рамка со стороной 0,3 м расположена в магнитном поле, индукция которого уменьшается на 20 мТл в секунду. Если силовые линии поля перпендикулярны плоскости рамки, то ЭДС индукции в ней равна:

$$1) 1,8 \text{ мВ}; \quad 2) 6,0 \text{ мВ}; \quad 3) 0,9 \text{ мВ}; \quad 4) 0; \quad 5) 1,2 \text{ мВ}.$$

12. Квадратная рамка со стороной 0,2 м расположена в магнитном поле так, что его силовые линии все время образуют с плоскостью рамки угол 60° . Модуль индукции магнитного поля изменяется со временем по закону $B(t) = B_0 \cos(\omega t)$, где $B_0 = 50$ мТл; $\omega = 29$ рад/с; t – время в секундах. Максимальная ЭДС индукции в рамке равна:

$$1) 29,0 \text{ мВ}; \quad 2) 50,2 \text{ мВ}; \quad 3) 1,7 \text{ мВ}; \quad 4) 58,0 \text{ мВ}; \quad 5) 1,0 \text{ мВ}.$$

13. В однородном магнитном поле с индукцией 0,7 Тл равномерно вращается круглая рамка с угловой скоростью 1,2 рад/с. Ось вращения совпадает с диаметром рамки и все время образует с силовыми линиями поля угол 30° . Если площадь рамки равна 150 см^2 , то максимальная ЭДС индукции в рамке составляет:

- 1) 1,1 мВ; 2) 12,6 мВ; 3) 5,25 мВ; 4) 9,1 мВ; 5) 6,3 мВ.

14. В однородном магнитном поле с индукцией 0,4 мТл расположена прямоугольная рамка $abcd$, подвижная сторона ab которой перемещается с постоянной скоростью 15 м/с (рис. 24). Если длина подвижной стороны рамки равна 0,2 м, то ЭДС индукции в рамке составляет:

- 1) 12,0 В; 2) 6,0 В; 3) 0,6 мВ; 4) 1,2 мВ; 5) 3,0 В.

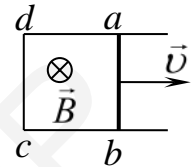


Рис. 24

15. Горизонтальный проводящий стержень длиной 1,2 м вращается в вертикальном однородном магнитном поле с индукцией 50 мкТл вокруг оси, проходящей через один из концов стержня перпендикулярно к нему. Если разность потенциалов на концах стержня составляет 1,4 мВ, то частота его вращения равна:

- 1) 38,9 Гц; 2) 3,1 Гц; 3) 6,2 Гц; 4) 7,4 Гц; 5) 19,5 Гц.

16. Провод, имеющий форму параболы, задаваемой уравнением $y = kx^2$, где k – положительная константа, а ось Oy направлена вертикально вверх, находится в однородном магнитном поле с индукцией \vec{B} (рис. 25). Из вершины параболы скользит горизонтальная проводящая перемычка 1-2, середина которой находится на оси Oy . Если перемычку перемещают с постоянной скоростью \vec{v} , то ЭДС индукции \mathcal{E}_i в образовавшемся контуре как функция координаты y перемычки имеет вид:

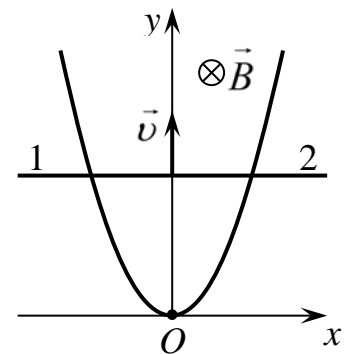


Рис. 25

- 1) $\mathcal{E}_i(y) = 2vB\sqrt{\frac{y}{k}}$; 2) $\mathcal{E}_i(y) = vB\sqrt{\frac{y}{k}}$;
 3) $\mathcal{E}_i(y) = 2vB\sqrt{\frac{2y}{k}}$; 4) $\mathcal{E}_i(y) = vB\sqrt{\frac{y}{2k}}$; 5) $\mathcal{E}_i(y) = vB\sqrt{\frac{2y}{k}}$.

17. Провод, имеющий форму параболы, задаваемой уравнением $y = kx^2$, где k – положительная константа, а ось Oy направлена вертикально вверх, находится в однородном магнитном поле с индукцией \vec{B} (см. рис. 25). Из вершины параболы в момент $t_0 = 0$ начинает скользить горизонтальная проводящая перемычка 1-2, середина которой находится на оси Oy . Если перемычку переме-

щают с постоянным ускорением \vec{a} , то ЭДС индукции \mathcal{E}_i в образовавшемся контуре как функция координаты y переключки имеет вид:

$$1) \mathcal{E}_i(y) = 2B\sqrt{\frac{2a}{k}} \cdot y; \quad 2) \mathcal{E}_i(y) = B\sqrt{\frac{2a}{k}} \cdot y; \quad 3) \mathcal{E}_i(y) = B\sqrt{\frac{a}{k}} \cdot y;$$

$$4) \mathcal{E}_i(y) = B\sqrt{\frac{a}{2k}} \cdot y; \quad 5) \mathcal{E}_i(y) = 2B\sqrt{\frac{a}{k}} \cdot y.$$

18. Прямой бесконечно длинный тонкий проводник с постоянным током силой I и П-образный проводник с подвижной переключкой расположены в одной плоскости (рис. 26). Переключку, длина которой – ℓ , перемещают вправо с постоянной скоростью \vec{v} . ЭДС индукции \mathcal{E}_i в контуре как функция расстояния x от переключки до проводника имеет вид:

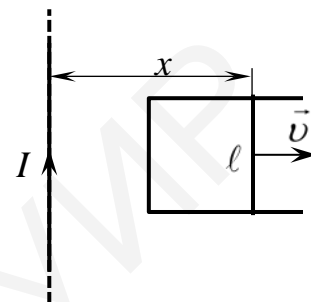


Рис. 26

$$1) \mathcal{E}_i(x) = \frac{\mu_0 I \ell v}{2} \cdot \frac{1}{x}; \quad 2) \mathcal{E}_i(x) = \frac{\mu_0 I \ell v}{\pi} \cdot \frac{1}{x};$$

$$3) \mathcal{E}_i(x) = \frac{\mu_0 I \ell v}{4\pi} \cdot \frac{1}{x}; \quad 4) \mathcal{E}_i(x) = \frac{\mu_0 I \ell v}{2\pi} \cdot \frac{1}{x}; \quad 5) \mathcal{E}_i(x) = \mu_0 I \ell v \cdot \frac{1}{x}.$$

19. Прямой бесконечно длинный тонкий проводник с постоянным током силой I и квадратная рамка со стороной a находятся в одной плоскости (рис. 27). Рамку поступательно перемещают вправо с постоянной скоростью \vec{v} . ЭДС индукции \mathcal{E}_i в рамке как функция расстояния x между проводником и ближайшей стороной рамки имеет вид:

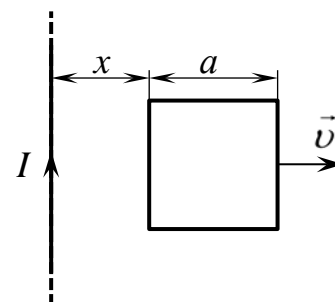


Рис. 27

$$1) \mathcal{E}_i(x) = \frac{\mu_0 I a^2 v}{2\pi} \cdot \frac{1}{x(a+x)};$$

$$2) \mathcal{E}_i(x) = \frac{\mu_0 I a^2 v}{2\pi} \cdot \frac{1}{x(a-x)}; \quad 3) \mathcal{E}_i(x) = \frac{\mu_0 I a v}{2\pi} \cdot \frac{1}{x};$$

$$4) \mathcal{E}_i(x) = \frac{\mu_0 I a v}{2\pi} \cdot \frac{1}{a+x}; \quad 5) \mathcal{E}_i(x) = \frac{\mu_0 I v}{2\pi} \cdot \frac{x}{a+x}.$$

20. Внутри длинного соленоида находится катушка из N витков с площадью поперечного сечения S . Катушку поворачивают с постоянной угловой скоростью ω вокруг оси, совпадающей с ее диаметром и перпендикулярной оси соленоида. Если индукция магнитного поля в соленоиде меняется со временем

как $B(t) = B_0 \sin(\omega t)$ и в момент $t_0 = 0$ ось катушки совпадала с осью соленоида, то ЭДС индукции \mathcal{E}_i в катушке изменяется со временем по закону:

- 1) $\mathcal{E}_i(t) = NB_0 S \omega \cos(2\omega t)$; 2) $\mathcal{E}_i(t) = -NB_0 S \omega \cos(2\omega t)$;
- 3) $\mathcal{E}_i(t) = NB_0 S \omega \cos(\omega t)$; 4) $\mathcal{E}_i(t) = -NB_0 S \omega \cos(\omega t)$;
- 5) $\mathcal{E}_i(t) = 2NB_0 S \omega \cos(2\omega t)$.

21. В однородном магнитном поле с индукцией 0,1 Тл равномерно с частотой 50 Гц вращается рамка, содержащая 1000 проводящих витков площадью 120 см^2 каждый. Ось вращения рамки лежит в ее плоскости и перпендикулярна силовым линиям поля. В момент времени, когда угол между нормалью к рамке и силовыми линиями поля составляет 30° , ЭДС индукции в рамке равна:

- 1) 326,3 В; 2) 60,0 В; 3) 188,4 В; 4) 376,8 В; 5) 163,2 В.

22. В однородное магнитное поле с индукцией 50 мТл помещена катушка, состоящая из 200 витков провода, причем ее ось образует с линиями поля угол 60° . Сопротивление катушки составляет 40 Ом, площадь ее поперечного сечения равна 12 см^2 . При исчезновении поля по катушке пройдет электрический заряд, равный:

- 1) 125 мкКл; 2) 300 мкКл; 3) 260 мкКл; 4) 130 мкКл; 5) 150 мкКл.

23. В однородном магнитном поле находится рамка, состоящая из 50 проводящих витков площадью 12 см^2 каждый. Силовые линии поля перпендикулярны плоскости рамки, сопротивление которой равно 300 Ом. Если при повороте рамки на угол 180° по ней проходит заряд 5,0 мкКл, то модуль магнитной индукции поля равен:

- 1) 25,0 мТл; 2) 80,0 мТл; 3) 30,0 мТл; 4) 12,5 мТл; 5) 8,5 мТл.

24. Квадратная рамка со стороной 1,3 м находится в магнитном поле, модуль индукции которого изменяется со временем по закону $B(t) = 25 + 3t$ (Тл), где t – время в секундах. Рамка изготовлена из провода, площадь поперечного сечения которого равна 1 мм^2 , а удельное сопротивление составляет $2,9 \cdot 10^{-8} \text{ Ом} \cdot \text{м}$. Если самоиндукция рамки мала, то максимальное количество теплоты, выделяющейся в рамке за минуту, равно:

- 1) 10,2 кДж; 2) 0,17 кДж; 3) 13,3 кДж; 4) 3,4 кДж; 5) 40,8 кДж.

25. На длинный прямой соленоид, имеющий диаметр сечения 5 см и содержащий 20 витков на 1 см длины, плотно надет круговой виток из медного провода сечением $1,0 \text{ мм}^2$. Силу тока в обмотке соленоида увеличивают каждую секунду на 100 А. Если удельное сопротивление меди составляет $1,7 \cdot 10^{-8} \text{ Ом} \cdot \text{м}$, то сила тока в медном витке равна:

- 1) 3,7 А; 2) 18,5 А; 3) 184,7 А; 4) 7,4 А; 5) 1,8 А.

26. По двум гладким проводящим шинам, установленным под углом 30° к горизонту, скользит проводник массой 10 г (рис. 28). Шины, расстояние между которыми $1,5\text{ м}$, замкнуты на резистор сопротивлением 12 Ом . Система находится в однородном магнитном поле с индукцией $0,3\text{ Тл}$, перпендикулярном плоскости, в которой перемещается проводник. Если сопротивления шин, проводника и скользящих контактов, а также самоиндукция контура малы, то установившаяся скорость переключки равна:

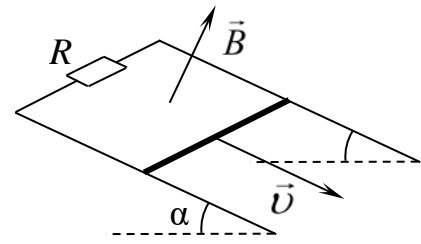


Рис. 28

- 1) $5,0\text{ м/с}$; 2) $2,9\text{ м/с}$; 3) $11,6\text{ м/с}$; 4) $5,8\text{ м/с}$; 5) $6,7\text{ м/с}$.

27. Катушка длиной $0,2\text{ м}$ имеет 400 витков диаметром $3,7\text{ см}$ каждый. Если силу тока в катушке равномерно увеличивать на $1,5\text{ А}$ в секунду, то ЭДС самоиндукции, возникающей в катушке, равна:

- 1) $3,2\text{ мВ}$; 2) $0,4\text{ мВ}$; 3) $8,1\text{ мВ}$; 4) $1,6\text{ мВ}$; 5) $4,0\text{ мВ}$.

28. Катушку индуктивностью $0,30\text{ Гн}$ и сопротивлением $0,15\text{ Ом}$ отключили от источника постоянного напряжения. Промежуток времени, через который сила тока в катушке уменьшится в 4 раза, равен:

- 1) $2,77\text{ с}$; 2) $0,14\text{ с}$; 3) $0,58\text{ с}$; 4) $1,29\text{ с}$; 5) $0,69\text{ с}$.

29. Катушку индуктивностью $0,4\text{ Гн}$ и сопротивлением $0,15\text{ Ом}$ подключили к источнику постоянного напряжения. Промежуток времени, через который сила тока в катушке достигнет 70% установившегося значения, равен:

- 1) $0,13\text{ с}$; 2) $0,95\text{ с}$; 3) $0,45\text{ с}$; 4) $3,21\text{ с}$; 5) $1,57\text{ с}$.

30. Два соленоида одинаковой длины и почти одинакового сечения вставлены полностью друг в друга. Если индуктивности соленоидов равны 25 и 49 мГн , то их взаимная индуктивность составляет:

- 1) 74 мГн ; 2) 24 мГн ; 3) 37 мГн ; 4) 35 мГн ; 5) 12 мГн .

31. Электрон в бетатроне движется по круговой орбите радиусом $0,5\text{ м}$ и приобретает за один оборот кинетическую энергию в 20 эВ . Если скорость изменения среднего по площади орбиты значения магнитной индукции $\frac{\partial B}{\partial t}$ считать постоянной, то ее значение равно:

- 1) $40,0\text{ Тл/с}$; 2) $25,5\text{ Тл/с}$; 3) $21,3\text{ Тл/с}$; 4) $12,7\text{ Тл/с}$; 5) $20,0\text{ Тл/с}$.

32. Пространство между обкладками плоского конденсатора заполнено слюдой, диэлектрическая проницаемость которой равна $7,5$. На конденсатор подано переменное напряжение $U(t) = U_m \sin(\omega t)$, где $U_m = 310\text{ В}$; $\omega = 314\text{ рад/с}$; t – время в секундах. Если расстояние между обкладками конден-

сатора равно 2,8 мм, то максимальное значение плотности тока смещения в слюде равно:

- 1) 7,3 мкА/м²; 2) 41,0 мкА/м²; 3) 2,3 мА/м²;
4) 7,3 мА/м²; 5) 2,3 мкА/м².

33. Пространство между двумя концентрическими металлическими сферами заполнено однородной слабо проводящей средой с удельным сопротивлением ρ и диэлектрической проницаемостью ϵ . Если в момент $t_0 = 0$ внутренней сфере сообщили некоторый заряд, то в произвольной точке среды в один и тот же момент вектор плотности тока смещения $\vec{j}_{\text{см}}$ связан с вектором плотности тока проводимости $\vec{j}_{\text{пр}}$ соотношением:

- 1) $\vec{j}_{\text{см}} = -\vec{j}_{\text{пр}}$; 2) $\vec{j}_{\text{см}} = \vec{j}_{\text{пр}}$; 3) $\vec{j}_{\text{см}} = -\frac{\vec{j}_{\text{пр}}}{2}$;
4) $\vec{j}_{\text{см}} = \frac{\vec{j}_{\text{пр}}}{2}$; 5) $\vec{j}_{\text{см}} = 2\vec{j}_{\text{пр}}$.

34. Пространство между двумя концентрическими металлическими сферами заполнено однородной слабо проводящей средой с удельным сопротивлением ρ и диэлектрической проницаемостью ϵ . В момент $t_0 = 0$ внутренней сфере сообщили некоторый заряд. Если заряд этой сферы в данный момент равен q , то величина силы тока смещения $I_{\text{см}}$ через произвольную замкнутую поверхность, расположенную целиком в среде и охватывающую внутреннюю сферу, составляет:

- 1) $I_{\text{см}} = \frac{q}{\pi\epsilon_0\epsilon\rho}$; 2) $I_{\text{см}} = \frac{4\pi q}{\epsilon_0\epsilon\rho}$; 3) $I_{\text{см}} = \frac{q}{4\pi\epsilon_0\epsilon\rho}$;
4) $I_{\text{см}} = \frac{q}{2\pi\epsilon_0\epsilon\rho}$; 5) $I_{\text{см}} = \frac{q}{\epsilon_0\epsilon\rho}$.

35. По виткам длинного прямого соленоида пропускают переменный ток силой $I = I_0 \sin(\omega t)$. Если соленоид имеет n витков на единицу длины, то величина плотности тока смещения $j_{\text{см}}$ внутри соленоида как функция расстояния r от его оси имеет вид:

- 1) $j_{\text{см}} = \frac{\epsilon_0\mu_0 I_0 n \omega^2 \sin(\omega t)}{2} \cdot r$; 2) $j_{\text{см}} = \epsilon_0\mu_0 I_0 n \omega^2 \sin(\omega t) \cdot r$;
3) $j_{\text{см}} = I_0 n \omega^2 \sin(\omega t) \cdot r$; 4) $j_{\text{см}} = \mu_0 I_0 n \omega^2 \sin(\omega t) \cdot r$;
5) $j_{\text{см}} = \frac{I_0 n \omega^2 \sin(\omega t)}{2} \cdot r$.

36. По виткам длинного прямого соленоида, имеющего n витков на единицу длины, пропускают переменный ток силой $I = I_0 \sin(\omega t)$. Если радиус сечения соленоида R , то величина плотности тока смещения $j_{\text{см}}$ вне соленоида как функция расстояния r от его оси имеет вид:

$$\begin{aligned}
 & 1) j_{\text{см}} = \mu_0 I_0 n R^2 \omega^2 \sin(\omega t) \cdot \frac{1}{r}; \quad 2) j_{\text{см}} = \varepsilon_0 \mu_0 I_0 n R^2 \omega^2 \sin(\omega t) \cdot \frac{1}{r}; \\
 & 3) j_{\text{см}} = I_0 n R^2 \omega^2 \sin(\omega t) \cdot \frac{1}{r}; \quad 4) j_{\text{см}} = \frac{\varepsilon_0 \mu_0 I_0 n R^2 \omega^2 \sin(\omega t)}{2} \cdot \frac{1}{r}; \\
 & 5) j_{\text{см}} = \frac{I_0 n R^2 \omega^2 \sin(\omega t)}{2} \cdot \frac{1}{r}.
 \end{aligned}$$

37. Если в некоторой области инерциальной системы отсчета имеется вращающееся с угловой скоростью $\vec{\omega}$ магнитное поле, индукция которого равна \vec{B} , то $\text{rot } \vec{E}$ в этой области как функция векторов $\vec{\omega}$ и \vec{B} имеет вид:

$$\begin{aligned}
 & 1) \text{rot } \vec{E} = [\vec{B}, \vec{\omega}]; \quad 2) \text{rot } \vec{E} = [\vec{\omega}, \vec{B}]; \quad 3) \text{rot } \vec{E} = 2(\vec{\omega}, \vec{B}); \\
 & 4) \text{rot } \vec{E} = 2[\vec{\omega}, \vec{B}]; \quad 5) \text{rot } \vec{E} = (\vec{\omega}, \vec{B}).
 \end{aligned}$$

38. Конденсатор емкостью 625 мкФ зарядили до напряжения 20 В, а затем замкнули на катушку, индуктивность которой составляет 0,4 мГн. Если сопротивлением проводов можно пренебречь, то сила тока в катушке через $7\pi / 12$ мс равна:

$$1) 25,0 \text{ А}; \quad 2) 10,0 \text{ А}; \quad 3) 12,5 \text{ А}; \quad 4) 21,7 \text{ А}; \quad 5) 17,3 \text{ А}.$$

39. Конденсатор емкостью 50 мкФ зарядили до напряжения 100 В, а затем замкнули на катушку индуктивностью 5 мГн. Напряжение на конденсаторе в тот момент, когда сила тока в катушке составляет 6 А, равно:

$$1) 80 \text{ В}; \quad 2) 60 \text{ В}; \quad 3) 30 \text{ В}; \quad 4) 90 \text{ В}; \quad 5) 40 \text{ В}.$$

40. В вакууме распространяется плоская электромагнитная волна, уравнение которой $\vec{E}(x, t) = E_{\text{max}} \cos(\omega t - kx) \cdot \vec{e}_y$, где $E_{\text{max}} = 160 \text{ В/м}$; $k = 0,51 \text{ м}^{-1}$. В точке с координатой $x_1 = 5,5 \text{ м}$ в момент времени $t_1 = 33 \text{ нс}$ вектор напряженности \vec{H} магнитного поля равен:

$$\begin{aligned}
 & 1) \vec{H} = -0,26 \cdot \vec{e}_y \text{ (А/м)}; \quad 2) \vec{H} = -0,26 \cdot \vec{e}_z \text{ (А/м)}; \quad 3) \vec{H} = 0,33 \cdot \vec{e}_z \text{ (А/м)}; \\
 & 4) \vec{H} = 0,33 \cdot \vec{e}_y \text{ (А/м)}; \quad 5) \vec{H} = -0,26 \cdot \vec{e}_x \text{ (А/м)}.
 \end{aligned}$$

12. ВОЛНОВАЯ ОПТИКА

1. Пусть в среде с показателем преломления n распространяются две когерентные волны, длина волны которых в среде равна λ . Максимум интенсивности будет наблюдаться в точках, для которых оптическая разность хода Δ равна ($m = 0, 1, 2, \dots$):

- 1) $\Delta = \pm m\lambda / n$; 2) $\Delta = \pm m\lambda n$; 3) $\Delta = \pm m\lambda$;
4) $\Delta = \pm(m + 1/2)\lambda$; 5) $\Delta = \pm(m + 1/2)\lambda / n$.

2. В опыте Юнга два когерентных источника света с длиной волны λ находятся на расстоянии d друг от друга и на расстоянии ℓ от экрана. Ширина интерференционных полос Δx равна:

- 1) $\Delta x = \frac{d\ell}{\lambda}$; 2) $\Delta x = \frac{\ell\lambda}{d}$; 3) $\Delta x = \frac{d\lambda}{\ell}$; 4) $\Delta x = d\ell\lambda$; 5) $\Delta x = \frac{\lambda}{\ell d}$.

3. Во сколько раз увеличится число открытых зон Френеля при дифракции Френеля на круглом отверстии, если радиус отверстия возрастет в N раз:

- 1) в N^2 раз; 2) в N раз; 3) в \sqrt{N} раз; 4) в $2N$ раз; 5) в $2N^2$ раз.

4. Дифракционная решетка длиной ℓ содержит N прозрачных щелей. Условие главных максимумов и число добавочных минимумов между соседними главными максимумами определяются выражениями ($m = 0, 1, 2, \dots$):

- 1) $\frac{\ell}{N} \sin \varphi = \pm m\lambda$ и 1; 2) $\ell \sin \varphi = \pm m\lambda$ и 1; 3) $\frac{\ell}{N} \sin \varphi = \pm m\lambda$ и $N - 1$;
4) $\ell \sin \varphi = \pm m\lambda$ и $N - 1$; 5) $\frac{\ell}{N} \sin \varphi = \pm m\lambda$ и $N^2 - 1$.

5. Закон Брюстера имеет вид:

- 1) $\varphi = \alpha_0 c \ell$; 2) $I = I_0 \cos^2 \varphi$; 3) $I = \frac{1}{2} I_{\text{ест}} \cos^2 \varphi$;
4) $\text{tg} \vartheta = \frac{n_2}{n_1}$; 5) $\varphi = V \ell H$.

6. В опыте Юнга на диафрагму с двумя узкими щелями, отстоящими друг от друга на расстояние 1,0 мм, падает нормально плоская монохроматическая световая волна. На экране, удаленном от щелей на 3 м, наблюдается интерференционная картина. Если длина световой волны равна 600 нм, то расстояние между вторым и центральным максимумами освещенности составляет:

- 1) 4,0 мм; 2) 3,6 мм; 3) 1,8 мм; 4) 0,9 мм; 5) 4,2 мм.

7. В опыте Юнга на диафрагму с двумя узкими щелями, отстоящими друг от друга на расстоянии d , падает нормально плоская монохроматическая световая волна. На экране, удаленном от щелей на расстояние ℓ ($\ell \gg d$), наблюдается интерференционная картина. Если ширина интерференционной полосы (расстояние между соседними максимумами интерференционной картины) равна Δx , длина световой волны λ составляет:

$$1) \lambda = \frac{\Delta x d}{\ell}; \quad 2) \lambda = \frac{\Delta x \ell}{d}; \quad 3) \lambda = \frac{\ell d}{\Delta x}; \quad 4) \lambda = \frac{(\Delta x + d)d}{\ell};$$

$$5) \lambda = \frac{(\Delta x + \ell)d}{\ell}.$$

8. В опыте Юнга на диафрагму с двумя узкими щелями падает нормально плоская монохроматическая световая волна. На экране, удаленном от щелей на расстояние ℓ ($\ell \gg d$), наблюдается интерференционная картина, в которой N темных интерференционных полос укладываются на отрезке длиной a . Если длина световой волны λ , то расстояние d ($d \ll \ell$) между щелями составляет:

$$1) d = \frac{\lambda \ell N}{a}; \quad 2) d = \frac{\lambda \ell a}{(a - \lambda)N}; \quad 3) d = \frac{\lambda(\ell - a)N}{a}; \quad 4) d = \frac{2\lambda \ell N}{a};$$

$$5) d = \frac{\lambda \ell N}{2a}.$$

9. На тонкую пленку, находящуюся в воздухе, под углом 60° падает параллельный пучок белого света. Если абсолютный показатель преломления пленки равен 1,35, то минимальная ее толщина, при которой отраженный свет будет наиболее сильно окрашен в красный цвет ($\lambda = 750$ нм), составляет:

$$1) 0,09 \text{ мкм}; \quad 2) 0,54 \text{ мкм}; \quad 3) 0,36 \text{ мкм}; \quad 4) 0,21 \text{ мкм}; \quad 5) 0,18 \text{ мкм}.$$

10. На поверхности стекла находится пленка воды с абсолютным показателем преломления $n = 1,33$ ($n < n_{\text{ст}}$, где $n_{\text{ст}}$ – абсолютный показатель преломления стекла). На пленку под углом 30° падает монохроматический свет с длиной волны 690 нм. Если интенсивность отраженного света меняется так, что промежуток времени между двумя последовательными максимумами равен 15 мин, то скорость, с которой из-за испарения уменьшается толщина пленки, составляет:

$$1) 3,11 \text{ мкм/ч}; \quad 2) 1,12 \text{ мкм/ч}; \quad 3) 1,87 \text{ мкм/ч};$$

$$4) 0,56 \text{ мкм/ч}; \quad 5) 2,73 \text{ мкм/ч}.$$

11. Плоская монохроматическая световая волна длиной 550 нм падает нормально на поверхность стеклянного клина. В отраженном свете наблюдают систему интерференционных полос, расстояние между соседними максима-

ми которых на поверхности клина составляет 0,21 мм. Если абсолютный показатель преломления стекла равен 1,5, то величина угла между гранями клина составляет:

- 1) $8,73 \cdot 10^{-4}$ рад; 2) $9,37 \cdot 10^{-4}$ рад; 3) $4,36 \cdot 10^{-4}$ рад;
4) $7,54 \cdot 10^{-4}$ рад; 5) $5,21 \cdot 10^{-4}$ рад.

12. Плосковыпуклая стеклянная линза с радиусом кривизны 40 см соприкасается выпуклой поверхностью с плоской стеклянной пластинкой. При этом в отраженном свете радиус некоторого кольца равен 2,5 мм. Если линзу осторожно отодвинуть от пластинки на расстояние 5,0 мкм, то радиус этого же кольца станет равным:

- 1) 1,5 мм; 2) 2,1 мм; 3) 2,3 мм; 4) 3,2 мм; 5) 3,6 мм.

13. Сферическая поверхность плосковыпуклой линзы соприкасается с плоской стеклянной пластинкой. Пространство между линзой и пластинкой заполнено сероуглеродом. Показатели преломления линзы, сероуглерода и пластинки равны соответственно $n_1 = 1,50$, $n_2 = 1,63$, $n_3 = 1,70$. Радиус кривизны сферической поверхности линзы равен 100 см. Если на плоскую поверхность линзы падает нормально плоская монохроматическая волна длиной 500 нм, то радиус пятого темного кольца Ньютона в отраженном свете равен:

- 1) 1,24 мм; 2) 2,71 мм; 3) 1,30 мм; 4) 1,27 мм; 5) 1,58 мм.

14. Точечный источник света с длиной волны 500 нм расположен на расстоянии 100 см перед диафрагмой с круглым отверстием радиусом 1,0 мм. Для некоторой точки наблюдения число зон Френеля в отверстии составляет 3. Если точка наблюдения и источник света находятся на оси отверстия, то расстояние между точкой наблюдения и диафрагмой равно:

- 1) 0,7 м; 2) 0,4 м; 3) 2,0 м; 4) 1,5 м; 5) 2,4 м.

15. Между точечным источником света и экраном находится диафрагма с круглым отверстием, радиус которого можно менять. При радиусе отверстия, равном 1,0 мм, в центре дифракционной картины на экране наблюдается максимум освещенности. При увеличении радиуса отверстия до 1,3 мм в этой же точке наблюдается следующий максимум освещенности. Если источник света находится на оси отверстия на расстоянии 100 см от диафрагмы, а расстояние между диафрагмой и экраном равно 125 см, то длина волны света составляет:

- 1) 424 нм; 2) 724 нм; 3) 537 нм; 4) 685 нм; 5) 621 нм.

16. Монохроматический свет падает нормально на щель шириной 12 мкм. За щелью находится тонкая линза с фокусным расстоянием 250 мм, в фокальной плоскости которой расположен экран. Если расстояние между симметрично расположенными минимумами третьего порядка на экране равно 49 мм, то длина волны падающего света составляет:

- 1) 392 нм; 2) 448 нм; 3) 575 нм; 4) 627 нм; 5) 784 нм.

17. Монохроматический свет с длиной волны 535 нм падает нормально на дифракционную решетку. Если одному из фраунгоферовых максимумов соответствует угол дифракции 30° , а наибольший порядок спектра равен пяти, то период дифракционной решетки составляет:

- 1) 5,3 мкм; 2) 2,7 мкм; 3) 4,7 мкм; 4) 3,2 мкм; 5) 2,1 мкм.

18. На дифракционную решетку с периодом d падает нормально монохроматический свет с длиной волны λ . Линза, помещенная вблизи решетки, проецирует на экран дифракционную картину, в которой главные максимумы первого порядка удалены друг от друга на расстояние Δx . Если соответствующие этим максимумам углы дифракции малы, то расстояние L между линзой и экраном равно:

1) $L = \frac{\Delta x d}{2\lambda}$; 2) $L = \frac{\Delta x d}{\lambda}$; 3) $L = \frac{2\Delta x d}{\lambda}$; 4) $L = \frac{\Delta x d}{4\lambda}$; 5) $L = \frac{4\Delta x d}{\lambda}$.

19. На дифракционную решетку падает нормально монохроматический свет. Линза, помещенная вблизи решетки, проецирует на удаленный от линзы на расстояние L экран дифракционную картину, в которой главные максимумы первого порядка удалены друг от друга на Δx . Если соответствующие этим максимумам углы дифракции малы, то общее количество N содержащихся в дифракционной картине главных максимумов равно:

1) $N = \left[\frac{4L}{\Delta x} \right] + 1$; 2) $N = \left[\frac{2L}{\Delta x} \right] + 1$; 3) $N = 2 \cdot \left[\frac{2L}{\Delta x} \right] + 1$;
 4) $N = \left[\frac{4L}{\Delta x} + 1 \right]$; 5) $N = 2 \cdot \left[\frac{2L}{\Delta x} + 1 \right]$.

20. При прохождении монохроматической линейно поляризованной световой волны через кварцевую пластинку толщиной d_1 плоскость поляризации света поворачивается на угол φ_1 . Если при всех прочих равных условиях толщина пластины будет составлять d_2 , то плоскость поляризации света повернется на угол φ_2 , равный:

1) $\varphi_2 = \varphi_1 \cdot \frac{d_2}{d_1}$; 2) $\varphi_2 = \varphi_1 \cdot \frac{d_1}{d_2}$; 3) $\varphi_2 = \varphi_1$;
 4) $\varphi_2 = \varphi_1 \cdot \frac{d_2^2}{d_1^2}$; 5) $\varphi_2 = \varphi_1 \cdot \frac{d_1^2}{d_2^2}$.

21. При падении естественного света на некоторый поляризатор через него проходит 30 % светового потока, а через два таких поляризатора – 13,5 %. Угол между плоскостями пропускания этих поляризаторов равен:

- 1) 48° ; 2) 30° ; 3) 60° ; 4) 45° ; 5) 77° .

22. Степень поляризации частично поляризованного света $P = 0,25$. Отношение интенсивности поляризованной составляющей этого света к интенсивности естественной составляющей равно:

1) 0,25; 2) 0,33; 3) 0,13; 4) 0,44; 5) 0,54.

Библиотека БГУИР

13. КВАНТОВЫЕ СВОЙСТВА ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

1. При теоретическом обосновании выражения для равновесной плотности энергии теплового излучения Планк предположил следующее:

- 1) выполняется закон смещения Вина $T\lambda_m = b$;
- 2) выполняется закон Стефана – Больцмана $R^* = \sigma T^4$;
- 3) осциллятор может обладать лишь дискретным набором энергий, пропорциональных минимальной энергии $E_1 = \hbar\omega$, а именно $E_n = nE_1$;
- 4) выполняется формула Рэля – Джинса;
- 5) энергия фотона равна $E = \hbar\nu$.

2. Энергетическая светимость R^* абсолютно черного тела и длина волны λ_m , соответствующая максимуму в распределении плотности энергии теплового излучения этого тела, связаны соотношением:

- 1) $R^*\lambda_m^4 = \text{const}$;
- 2) $R^*\lambda_m = \text{const}$;
- 3) $\frac{R^*}{\lambda_m^4} = \text{const}$;
- 4) $R^*\lambda_m^2 = \text{const}$;
- 5) $\frac{R^*}{\lambda_m^2} = \text{const}$.

3. Формула Эйнштейна для внешнего фотоэффекта имеет вид:

- 1) $\frac{mv_{\text{max}}^2}{2} = \hbar\omega + A_{\text{вых}}$;
- 2) $\hbar\omega = \frac{mv_{\text{max}}^2}{2} + A_{\text{вых}}$;
- 3) $E_{\text{ф}} = \hbar\omega$;
- 4) $\frac{2\pi c\hbar}{\lambda} = \frac{mv_{\text{max}}^2}{2} - A_{\text{вых}}$;
- 5) $eU_3 = \frac{mv_{\text{max}}^2}{2}$.

4. Модуль импульса фотона с частотой ω и длиной волны λ равен:

- 1) $\frac{\hbar\omega}{c}$;
- 2) $\hbar\omega \cdot c^2$;
- 3) $\frac{\hbar}{\lambda}$;
- 4) $\hbar\lambda$;
- 5) $\hbar\omega\lambda$.

5. Длина волны $\lambda_{\text{кр}}$, соответствующая красной границе фотоэффекта, равна:

- 1) $\lambda_{\text{кр}} = 2\pi\hbar c A_{\text{вых}}$;
- 2) $\lambda_{\text{кр}} = \frac{2\pi\hbar c}{A_{\text{вых}}}$;
- 3) $\lambda_{\text{кр}} = \frac{2\pi\hbar c}{eU_3}$;
- 4) $\lambda_{\text{кр}} = 2\pi c e \hbar U_3$;
- 5) $\lambda_{\text{кр}} = \frac{eU_3}{2\pi\hbar c}$.

6. При рассеянии рентгеновских лучей с длиной волны λ на свободных электронах в направлении под углом ϑ к первоначальному возникает дополни-

тельное излучение с длиной волны λ' , равной (λ_C – комптоновская длина волны электрона):

- 1) $\lambda' = \lambda + \lambda_C \cos \vartheta$; 2) $\lambda' = \lambda - \lambda_C(1 - \cos \vartheta)$; 3) $\lambda' = \lambda + \lambda_C(1 + \cos \vartheta)$;
4) $\lambda' = \lambda - \lambda_C(1 + \cos \vartheta)$; 5) $\lambda' = \lambda + \lambda_C(1 - \cos \vartheta)$.

7. Имеются два абсолютно черных источника теплового излучения. Температура первого из них составляет 2500 К. Если длина волны, отвечающая максимуму излучательной способности первого источника, на 500 нм меньше длины волны, отвечающей максимуму излучательной способности второго источника, то его температура равна:

- 1) 4394 К; 2) 1342 К; 3) 1250 К; 4) 3371 К; 5) 1747 К.

8. Мощность излучения абсолютно черного тела составляет 10 кВт. Если длина волны, на которую приходится максимум плотности энергии излучения, равна 0,72 мкм, то площадь излучающей поверхности тела составляет:

- 1) 3,51 см²; 2) 4,27 см²; 3) 5,10 см²; 4) 5,98 см²; 5) 6,70 см².

9. Излучение Солнца по своему спектральному составу близко к излучению абсолютно черного тела, для которого максимум излучательной способности приходится на длину волны 0,49 мкм. Если излучающую поверхность Солнца считать сферой радиусом $6,95 \cdot 10^8$ м, то масса, теряемая Солнцем ежесекундно за счет излучения, составляет:

- 1) $4,69 \cdot 10^9$ кг; 2) $3,78 \cdot 10^9$ кг; 3) $1,56 \cdot 10^9$ кг;
4) $5,43 \cdot 10^9$ кг; 5) $1,23 \cdot 10^9$ кг.

10. Площадь излучающей поверхности абсолютно черного тела составляет S . Если длина волны, на которую приходится максимум излучательной способности этого тела, равна λ_m , то мощность P его излучения составляет:

- 1) $P = \frac{\sigma S \lambda_m^4}{b^4}$; 2) $P = \frac{\sigma b^4}{S \lambda_m^4}$; 3) $P = \frac{\lambda_m^4}{\sigma S b^4}$; 4) $P = \frac{\sigma S b^4}{\lambda_m^4}$; 5) $P = \frac{S b^4}{\sigma \lambda_m^4}$.

11. При остывании абсолютно черного тела длина волны, на которую приходится максимум его излучательной способности, изменилась на $\Delta\lambda$. Если T_1 – начальная температура этого тела, то его конечная температура T_2 равна:

- 1) $T_2 = \frac{bT_1}{b - \Delta\lambda T_1}$; 2) $T_2 = \frac{T_1}{b + \Delta\lambda T_1}$; 3) $T_2 = \frac{bT_1}{b + \Delta\lambda T_1}$;
4) $T_2 = \frac{T_1}{b - \Delta\lambda T_1}$; 5) $T_2 = \frac{T_1}{\Delta\lambda T_1 - b}$.

12. Мощность излучения абсолютно черного тела равна P . Если площадь излучающей поверхности абсолютно черного тела составляет S , то длина волны

λ_m , на которую приходится максимум его излучательной способности, составляет:

$$1) \lambda_m = b \cdot \sqrt[4]{\frac{\sigma S}{P}}; \quad 2) \lambda_m = b \cdot \sqrt{\frac{\sigma S}{P}}; \quad 3) \lambda_m = b \cdot \frac{\sigma S}{P};$$

$$4) \lambda_m = b \cdot \sqrt{\frac{P}{\sigma S}}; \quad 5) \lambda_m = b \cdot \sqrt[4]{\frac{P}{\sigma S}}.$$

13. Если максимум излучательной способности абсолютно черного тела сместился с красной границы видимого спектра λ_1 на фиолетовую λ_2 , то энергетическая светимость этого тела увеличилась в n раз, а именно:

$$1) n = \frac{\lambda_1}{\lambda_2}; \quad 2) n = \left(\frac{\lambda_1}{\lambda_2}\right)^4; \quad 3) n = \left(\frac{\lambda_1}{\lambda_2}\right)^2; \quad 4) n = \left(\frac{\lambda_2}{\lambda_1}\right)^4; \quad 5) n = \left(\frac{\lambda_2}{\lambda_1}\right)^2.$$

14. Печь, потребляющая мощность P , имеет отверстие площадью S . Если температура внутренней поверхности печи равна T , то КПД мощности η , рассеиваемой стенками печи, составляет:

$$1) \eta = \frac{P - \sigma ST^4}{P}; \quad 2) \eta = \frac{P}{P + \sigma ST^4}; \quad 3) \eta = \frac{\sigma ST^4 - P}{P};$$

$$4) \eta = \frac{\sigma ST^4}{P}; \quad 5) \eta = \frac{P}{P - \sigma ST^4}.$$

15. Медный шарик диаметром 1,2 см поместили в откачанный сосуд, температура стенок которого поддерживается близкой к абсолютному нулю. Начальная температура шарика равна 27°C , удельная теплоемкость меди составляет $390 \text{ Дж/кг}\cdot\text{К}$, ее плотность – $8,9 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$. Если поверхность шарика считать абсолютно черной, то его температура уменьшится вдвое через промежуток времени, равный:

$$1) 5,8 \text{ ч}; \quad 2) 1,9 \text{ ч}; \quad 3) 3,7 \text{ ч}; \quad 4) 2,9 \text{ ч}; \quad 5) 4,1 \text{ ч}.$$

16. Цезиевый электрод освещается монохроматическим излучением с длиной волны 400 нм. Если красная граница фотоэффекта для цезия равна 653 нм, то величина задерживающей разности потенциалов, при которой прекращается фототок, составляет:

$$1) 0,9 \text{ В}; \quad 2) 1,2 \text{ В}; \quad 3) 1,4 \text{ В}; \quad 4) 1,7 \text{ В}; \quad 5) 2,0 \text{ В}.$$

17. На плоский алюминиевый электрод падает ультрафиолетовое излучение с длиной волны 90 нм. Вне электрода имеется однородное электрическое поле напряженностью $0,82 \text{ кВ/м}$, которое является задерживающим для фотоэлектронов. Если красная граница фотоэффекта для алюминия равна 332 нм, то

максимальное расстояние, на которое может удалиться фотоэлектрон от поверхности алюминиевого электрода, составляет:

- 1) 3,75 мм; 2) 1,23 см; 3) 4,09 см; 4) 12,3 м; 5) 40,9 м.

18. При увеличении длины волны падающего на металлическую пластину излучения с 0,35 до 0,55 мкм максимальная скорость фотоэлектронов изменилась в 2 раза. Работа выхода с поверхности этого металла составляет:

- 1) 1,83 эВ; 2) 1,15 эВ; 3) 2,93 эВ; 4) 2,35 эВ; 5) 2,04 эВ.

19. Изолированный металлический шар емкостью 1,2 мкФ освещается монохроматическим излучением с частотой 10^{15} Гц. Если работа выхода с поверхности этого металла составляет 1,9 эВ, то максимальный заряд, приобретенный шариком при длительном освещении, равен:

- 1) -7,2 мкКл; 2) 2,7 мкКл; 3) 1,58 мкКл;
4) -2,7 мкКл; 5) 7,2 мкКл.

20. Поверхность некоторого металла освещается электромагнитным излучением с длиной волны λ . Если работа выхода с поверхности этого металла равна $A_{\text{ВЫХ}}$, то максимальная скорость v_{max} испускаемых фотоэлектронов составляет (m_e – масса электрона):

$$1) v_{\text{max}} = \sqrt{\frac{1}{m_e} \left(A_{\text{ВЫХ}} - \frac{hc}{\lambda} \right)}; \quad 2) v_{\text{max}} = \sqrt{\frac{1}{m_e} \left(\frac{2hc}{\lambda} - A_{\text{ВЫХ}} \right)};$$

$$3) v_{\text{max}} = \sqrt{\frac{2}{m_e} \left(\frac{hc}{\lambda} + A_{\text{ВЫХ}} \right)}; \quad 4) v_{\text{max}} = \sqrt{\frac{2}{m_e} \left(A_{\text{ВЫХ}} + \frac{hc}{\lambda} \right)};$$

$$5) v_{\text{max}} = \sqrt{\frac{2}{m_e} \left(\frac{hc}{\lambda} - A_{\text{ВЫХ}} \right)}.$$

21. При очередном освещении поверхности некоторого металла светом с частотой ν_1 и ν_2 обнаружили, что соответствующие максимальные скорости фотоэлектронов отличаются друг от друга в $\eta > 1$ раз. Если $\nu_2 > \nu_1$, то работа выхода $A_{\text{ВЫХ}}$ с поверхности этого металла равна:

$$1) A_{\text{ВЫХ}} = \frac{h(\eta^2 \nu_1 - \nu_2)}{\eta^2 - 1}; \quad 2) A_{\text{ВЫХ}} = \frac{h(\eta^2 \nu_2 - \nu_1)}{\eta^2 - 1}; \quad 3) A_{\text{ВЫХ}} = \frac{h(\eta \nu_1 - \nu_2)}{\eta - 1};$$

$$4) A_{\text{ВЫХ}} = \frac{h(\eta \nu_2 - \nu_1)}{\eta - 1}; \quad 5) A_{\text{ВЫХ}} = \frac{h(\eta^2 \nu_2 - \nu_1)}{\eta + 1}.$$

22. Удаленный от других тел металлический шарик облучается электромагнитным излучением с длиной волны λ . Если работа выхода для этого ме-

талла составляет $A_{\text{ВЫХ}}$, то максимальное значение потенциала φ , до которого зарядится этот шарик, равно (e – элементарный заряд):

$$1) \varphi = \frac{hc - \lambda A_{\text{ВЫХ}}}{\lambda e}; \quad 2) \varphi = \frac{hc + \lambda A_{\text{ВЫХ}}}{\lambda e}; \quad 3) \varphi = \frac{\lambda A_{\text{ВЫХ}} - hc}{\lambda e};$$

$$4) \varphi = \frac{hc - 2\lambda A_{\text{ВЫХ}}}{\lambda e}; \quad 5) \varphi = \frac{2hc - \lambda A_{\text{ВЫХ}}}{\lambda e}.$$

23. Удаленный от других тел металлический шарик облучается электромагнитным излучением с длиной волны λ . Если φ – максимальное значение потенциала, до которого может зарядиться этот шарик, то красная граница фотоэффекта $\lambda_{\text{кр}}$ для этого металла равна (e – элементарный заряд):

$$1) \lambda_{\text{кр}} = \frac{\lambda hc}{hc + \lambda e\varphi}; \quad 2) \lambda_{\text{кр}} = \frac{\lambda hc}{hc - \lambda e\varphi}; \quad 3) \lambda_{\text{кр}} = \frac{hc - \lambda e\varphi}{\lambda hc};$$

$$4) \lambda_{\text{кр}} = \frac{hc + \lambda e\varphi}{\lambda hc}; \quad 5) \lambda_{\text{кр}} = \frac{\lambda e\varphi - hc}{\lambda hc}.$$

24. Поверхность некоторого металла освещается электромагнитным излучением с частотой ν . Если красная граница фотоэффекта для этого металла равна $\nu_{\text{кр}}$, то максимальная скорость v_{max} испускаемых фотоэлектронов составляет (m_e – масса электрона):

$$1) v_{\text{max}} = \sqrt{\frac{2h(\nu - \nu_{\text{кр}})}{m_e}}; \quad 2) v_{\text{max}} = \sqrt{\frac{2h(\nu_{\text{кр}} - \nu)}{m_e}}; \quad 3) v_{\text{max}} = \sqrt{\frac{h(\nu - \nu_{\text{кр}})}{m_e}};$$

$$4) v_{\text{max}} = 2\sqrt{\frac{h(\nu_{\text{кр}} - \nu)}{m_e}}; \quad 5) v_{\text{max}} = \sqrt{\frac{h(\nu - \nu_{\text{кр}})}{2m_e}}.$$

25. Узкий пучок монохроматического рентгеновского излучения падает на рассеивающее вещество. При этом длины волн смещенных составляющих излучения, рассеянного под углами 60° и 120° , отличаются друг от друга в 2 раза. Если считать, что рассеяние происходит на покоившихся свободных электронах, то длина волны падающего излучения равна:

$$1) 1,2 \text{ нм}; \quad 2) 2,4 \text{ пм}; \quad 3) 3,6 \text{ пм}; \quad 4) 1,2 \text{ пм}; \quad 5) 3,6 \text{ нм}.$$

26. Фотон с энергией $1,00 \text{ МэВ}$ рассеялся на покоившемся свободном электроне. Если в результате этого длина волны фотона изменилась на 25% , то кинетическая энергия электрона отдачи составляет:

$$1) 0,80 \text{ МэВ}; \quad 2) 0,40 \text{ МэВ}; \quad 3) 0,75 \text{ МэВ}; \quad 4) 0,25 \text{ МэВ}; \quad 5) 0,20 \text{ МэВ}.$$

27. Фотон с энергией 250 кэВ рассеялся под углом 120° на первоначально покоившемся свободном электроне. Энергия рассеянного фотона равна:

- 1) 201 кэВ; 2) 125 кэВ; 3) 144 кэВ; 4) 167 кэВ; 5) 193 кэВ.

28. Фотон с энергией E_1 рассеялся на покоившемся свободном электроне. Если энергия рассеянного фотона составляет E_2 , то угол рассеяния Θ равен (λ_K – комптоновская длина волны электрона):

- 1) $\Theta = \arccos \left[1 - \frac{hc}{\lambda_K} \left(\frac{1}{E_2} - \frac{1}{E_1} \right) \right]$; 2) $\Theta = \arccos \left[1 - \frac{hc}{\lambda_K (E_1 - E_2)} \right]$;
 3) $\Theta = \arccos \left[\frac{hc}{\lambda_K} \left(\frac{1}{E_2} - \frac{1}{E_1} \right) \right]$; 4) $\Theta = \arccos \left[\frac{hc}{\lambda_K} \left(\frac{1}{E_2} - \frac{1}{E_1} \right) - 1 \right]$;
 5) $\Theta = \arccos \left[1 - \frac{hc}{\lambda_K} \left(\frac{1}{E_1} - \frac{1}{E_2} \right) \right]$.

29. Если наблюдаемое изменение длины волны фотона при его рассеянии на покоившемся свободном электроне (m_e – масса электрона) составляет $\Delta\lambda$, то угол рассеяния Θ равен:

- 1) $\Theta = 2 \arccos \sqrt{\frac{m_e c \Delta\lambda}{2h}}$; 2) $\Theta = 2 \arcsin \sqrt{\frac{m_e c \Delta\lambda}{h}}$;
 3) $\Theta = \arcsin \sqrt{\frac{m_e c \Delta\lambda}{2h}}$; 4) $\Theta = 2 \arcsin \sqrt{\frac{m_e c \Delta\lambda}{2h}}$;
 5) $\Theta = \arccos \sqrt{\frac{m_e c \Delta\lambda}{2h}}$.

30. Фотон с длиной волны λ рассеялся на покоившемся свободном электроне. Если угол рассеяния $\Theta = \pi/2$, то доля η первоначальной энергии, которую при этом теряет фотон, равна (λ_K – комптоновская длина волны электрона):

- 1) $\eta = \frac{\lambda_K}{\lambda + \lambda_K}$; 2) $\eta = \frac{\lambda - \lambda_K}{\lambda}$; 3) $\eta = \frac{\lambda_K}{\lambda - \lambda_K}$;
 4) $\eta = \frac{\lambda}{\lambda + \lambda_K}$; 5) $\eta = \frac{\lambda}{\lambda - \lambda_K}$.

31. Фотон с длиной волны λ рассеялся под углом $\Theta = \pi/2$ на покоившемся свободном электроне (m_e – масса электрона). Если считать электрон отдачи нерелятивистским, то его скорость равна (λ_K – комптоновская длина волны электрона):

$$1) v = \sqrt{\frac{hc\lambda_K}{m_e\lambda(\lambda + \lambda_K)}}; \quad 2) v = \sqrt{\frac{2hc\lambda_K}{m_e\lambda(\lambda + \lambda_K)}}; \quad 3) v = \sqrt{\frac{2hc\lambda}{m_e\lambda(\lambda + \lambda_K)}};$$

$$4) v = 2\sqrt{\frac{hc\lambda_K}{m_e\lambda(\lambda - \lambda_K)}}; \quad 5) v = 2\sqrt{\frac{hc\lambda}{m_e\lambda(\lambda + \lambda_K)}}.$$

32. Если фотон с длиной волны λ рассеялся под углом $\Theta = \pi/2$ на покоившемся свободном электроны (m_e – масса электрона), то кинетическая энергия W^k электрона отдачи равна:

$$1) W^k = \frac{hc/\lambda}{1 + \lambda m_e c / h}; \quad 2) W^k = \frac{hc/\lambda}{1 - \lambda m_e c / h}; \quad 3) W^k = \frac{hc/\lambda}{\lambda m_e c / h - 1};$$

$$4) W^k = \frac{hc/\lambda}{1 + h / (\lambda m_e c)}; \quad 5) W^k = \frac{hc/\lambda}{h / (\lambda m_e c) - 1}.$$

33. Фотон с импульсом $p_1 = 1,020 \text{ МэВ}/c$, где c – скорость света в вакууме, рассеялся на покоившемся свободном электроны. Если в результате этого импульс фотона стал $p_2 = 0,255 \text{ МэВ}/c$, то угол, под которым рассеялся фотон, равен:

$$1) 60^\circ; \quad 2) 45^\circ; \quad 3) 120^\circ; \quad 4) 135^\circ; \quad 5) 30^\circ.$$

14. ВОЛНОВЫЕ СВОЙСТВА МИКРОЧАСТИЦ

1. Длина волны де Бройля частицы массой m , движущейся со скоростью $v \ll c$, равна:

$$1) \lambda_B = 2\pi\hbar mv; \quad 2) \lambda_B = \frac{\hbar}{mv}; \quad 3) \lambda_B = \frac{2\pi\hbar}{mv}; \quad 4) \lambda_B = \frac{c\hbar}{mv};$$
$$5) \lambda_B = \frac{2\pi\hbar}{mv}.$$

2. Длина волны де Бройля нерелятивистского электрона, ускоренного разностью потенциалов U из состояния покоя, равна (m_e – масса электрона, $|e|$ – величина его заряда):

$$1) \lambda_B = \frac{2\pi\hbar}{\sqrt{2m_e|e|U}}; \quad 2) \lambda_B = \frac{\hbar}{\sqrt{2m_e|e|U}}; \quad 3) \lambda_B = 2\pi\hbar\sqrt{2m_e|e|U};$$
$$4) \lambda_B = \hbar\sqrt{2m_e|e|U}; \quad 5) \lambda_B = \frac{\hbar c}{\sqrt{2m_e|e|U}}.$$

3. Микрочастица совершает двумерное движение. Соотношения неопределенностей для ее координат и проекций импульса имеют вид:

$$1) \Delta x \cdot \Delta p \geq \hbar/2, \quad \Delta y \cdot \Delta p_y \geq \hbar/2, \quad \Delta x \cdot \Delta p_y \geq \hbar/2, \quad \Delta y \cdot \Delta p_x \geq \hbar/2;$$
$$2) \Delta x \cdot \Delta p_x \geq \hbar/2, \quad \Delta y \cdot \Delta p_y \geq \hbar/2;$$
$$3) \Delta x \cdot \Delta p_x \geq \hbar/2, \quad \Delta y \cdot \Delta p_y \geq \hbar/2, \quad \Delta x \cdot \Delta p_y \geq \hbar, \quad \Delta y \cdot \Delta p_x \geq \hbar;$$
$$4) \Delta x \cdot \Delta p_x \geq \hbar/2, \quad \Delta y \cdot \Delta p_y \geq \hbar/2, \quad \Delta x \cdot \Delta p_y \geq \hbar^2/4, \quad \Delta y \cdot \Delta p_x \geq \hbar^2/4;$$
$$5) \Delta x \cdot \Delta p_x \geq \hbar/2, \quad \Delta y \cdot \Delta p_y \geq \hbar/2, \quad \Delta x \cdot \Delta p_y \geq \hbar, \quad \Delta y \cdot \Delta p_x \geq \hbar.$$

4. Движение микрочастицы с двумя нулевыми и одной ненулевой компонентами момента импульса запрещено соотношением неопределенностей в следующем случае:

- 1) в отсутствие силовых полей;
- 2) в центральном силовом поле;
- 3) в консервативном силовом поле;
- 4) всегда;
- 5) в неконсервативном силовом поле.

5. Если классическая частица массой m обладает кинетической энергией T , то дебройлевская длина волны λ_B этой частицы равна:

$$1) \lambda_B = \frac{2\pi\hbar}{\sqrt{2mT}}; \quad 2) \lambda_B = \frac{\hbar}{\sqrt{2mT}}; \quad 3) \lambda_B = \frac{2\pi\hbar}{\sqrt{mT}};$$

$$4) \lambda_B = \frac{\pi \hbar}{\sqrt{2mT}}; \quad 5) \lambda_B = \frac{\pi \hbar}{\sqrt{mT}}.$$

6. Релятивистская частица массой m обладает кинетической энергией T . Ее дебройлевская длина волны λ_B равна:

$$1) \lambda_B = \frac{2\pi \hbar}{\sqrt{2mT(1 - T/(2mc^2))}}; \quad 2) \lambda_B = \frac{\hbar}{\sqrt{2mT(1 + T/(2mc^2))}};$$

$$3) \lambda_B = \frac{2\pi \hbar}{\sqrt{2mT(1 + T/(2mc^2))}}; \quad 4) \lambda_B = \frac{\hbar}{\sqrt{2mT(1 - T/(2mc^2))}};$$

$$5) \lambda_B = \frac{2\pi \hbar}{\sqrt{2mT}}.$$

7. Длина волны де Бройля для электронов, прошедших ускоряющее напряжение 100 В, составляет:

$$1) 1,23 \text{ пм}; \quad 2) 1,35 \text{ пм}; \quad 3) 123 \text{ пм}; \quad 4) 13,5 \text{ пм}; \quad 5) 135 \text{ пм}.$$

8. Частица движется слева направо в одномерном потенциальном поле, показанном на рис. 29. Левее барьера, высота которого $U = 15$ кэВ, кинетическая энергия частицы $T = 20$ эВ. При переходе через барьер дебройлевская длина волны частицы увеличится:

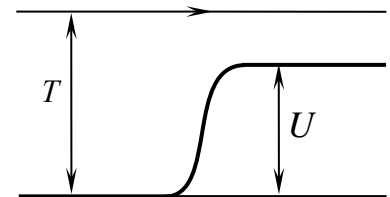


Рис. 29

$$1) \text{ в } 1,15 \text{ раз}; \quad 2) \text{ в } 1,33 \text{ раз}; \quad 3) \text{ в } 4,00 \text{ раз}; \\ 4) \text{ в } 2,00 \text{ раз}; \quad 5) \text{ в } 3,50 \text{ раз}.$$

9. Чтобы дебройлевская длина волны электрона уменьшилась от 0,10 до 0,05 нм, ему необходимо дополнительно сообщить энергию, равную:

$$1) 0,15 \text{ кэВ}; \quad 2) 0,37 \text{ кэВ}; \quad 3) 0,45 \text{ кэВ}; \quad 4) 0,58 \text{ кэВ}; \quad 5) 0,60 \text{ кэВ}.$$

10. Если дебройлевская длина волны релятивистского электрона равна его комптоновской длине волны, то кинетическая энергия этого электрона составляет:

$$1) 0,51 \text{ МэВ}; \quad 2) 0,31 \text{ МэВ}; \quad 3) 0,27 \text{ МэВ}; \quad 4) 0,21 \text{ МэВ}; \quad 5) 0,15 \text{ МэВ}.$$

11. Электрон движется со скоростью $v = 0,8 \cdot c$, где c – скорость света в вакууме. Длина волны де Бройля данного электрона равна:

$$1) 3,0 \text{ пм}; \quad 2) 1,3 \text{ пм}; \quad 3) 2,4 \text{ пм}; \quad 4) 2,6 \text{ пм}; \quad 5) 1,8 \text{ пм}.$$

12. Если длина волны коротковолновой границы сплошного рентгеновского спектра составляет λ_{\min} , то длина волны де Бройля λ_B подлетающих к

аноду рентгеновской трубки релятивистских электронов (m_e – масса электрона) равна:

$$1) \lambda_B = \frac{\lambda_{\min}}{\sqrt{1 + \frac{m_e c \lambda_{\min}}{\pi \hbar}}}; \quad 2) \lambda_B = \frac{\lambda_{\min}}{\sqrt{1 - \frac{m_e c \lambda_{\min}}{\pi \hbar}}}; \quad 3) \lambda_B = \frac{\lambda_{\min}}{\sqrt{\frac{m_e c \lambda_{\min}}{\pi \hbar} - 1}};$$

$$4) \lambda_B = \frac{\lambda_{\min}}{\sqrt{1 + \frac{\pi \hbar}{m_e c \lambda_{\min}}}}; \quad 5) \lambda_B = \lambda_{\min} \sqrt{1 - \frac{\pi \hbar}{m_e c \lambda_{\min}}}.$$

13. Нейтрон с кинетической энергией T налетает на покоящийся дейтрон. Найти дебройлевскую длину волны λ_B дейтрона в системе их общего центра масс (m_n и m_d – масса нейтрона и дейтрона соответственно).

$$1) \lambda_B = \frac{2\pi \hbar}{\sqrt{2m_n T}} \cdot \left(1 + \frac{m_n}{m_d}\right); \quad 2) \lambda_B = \frac{2\pi \hbar}{\sqrt{2m_n T}} \cdot \left(1 - \frac{m_n}{m_d}\right);$$

$$3) \lambda_B = \frac{2\pi \hbar m_n}{m_d \sqrt{2m_n T}}; \quad 4) \lambda_B = \frac{2\pi \hbar}{\sqrt{2m_n T}} \cdot \left(\frac{m_d}{m_n} - 1\right);$$

$$5) \lambda_B = \frac{2\pi \hbar}{\sqrt{2m_d T}} \cdot \left(1 + \frac{m_n}{m_d}\right).$$

14. Параллельный пучок моноэнергетических электронов падает нормально на диафрагму с узкой прямоугольной щелью шириной 1,0 мкм. Если на экране, отстоящем от щели на расстояние 50 см, ширина центрального дифракционного максимума составляет 0,36 мм, то скорость этих электронов равна:

$$1) 1,01 \text{ Мм/с}; \quad 2) 1,93 \text{ Мм/с}; \quad 3) 2,02 \text{ Мм/с};$$

$$4) 2,45 \text{ Мм/с}; \quad 5) 3,86 \text{ Мм/с}.$$

15. Частица массой m находится в одномерной прямоугольной потенциальной яме с бесконечно высокими стенками. Ширина ямы равна ℓ . Если считать, что реализуются лишь такие состояния движения частицы, для которых в пределах данной ямы укладывается целое число n дебройлевских полудлин волн, то возможные значения энергии этой частицы определяются выражением:

$$1) \frac{\pi^2 \hbar^2}{2m\ell^2} \cdot n^2; \quad 2) \frac{\pi^2 \hbar^2}{2m\ell^2} \cdot n; \quad 3) \frac{2\pi^2 \hbar^2}{m\ell^2} \cdot n^2;$$

$$4) \frac{\hbar^2}{8m\ell^2} \cdot n^2; \quad 5) \frac{\hbar^2}{32\pi^2 m\ell^2} \cdot n^2.$$

16. Определить наименьшую неопределенность скорости Δv частицы массой m , если ее координата установлена с неопределенностью Δx .

1) $\Delta v = \frac{\hbar}{2\Delta x m}$; 2) $\Delta v = \frac{\hbar m}{2\Delta x}$; 3) $\Delta v = \frac{\Delta x m}{2\hbar}$;

4) $\Delta v = \frac{\Delta x}{2\hbar m}$; 5) $\Delta v = \sqrt{\frac{2\hbar}{\Delta x m}}$.

17. Свободный электрон в начальный момент $t_0 = 0$ локализован в области $\Delta x_0 = 100$ пм. Оценить с помощью соотношения неопределенностей ширину локализации этого электрона спустя 1 с.

1) 577 м; 2) 577 пм; 3) 577 мм; 4) 577 км; 5) 577 нм.

18. Оценить с помощью соотношения неопределенностей минимальную кинетическую энергию электрона, локализованного в области размером 0,20 нм.

1) $3,8 \cdot 10^{-20}$ Дж; 2) $3,8 \cdot 10^{-10}$ Дж; 3) $3,8 \cdot 10^{-12}$ Дж;

4) $3,8 \cdot 10^{-23}$ Дж; 5) $3,8 \cdot 10^{-27}$ Дж.

19. Электрон с кинетической энергией 4 эВ локализован в области размером 1,0 мкм. Оценить с помощью соотношения неопределенностей относительную неопределенность его скорости.

1) $9,7 \cdot 10^{-8}$; 2) $9,7 \cdot 10^{-5}$; 3) $9,7 \cdot 10^{-9}$; 4) $9,7 \cdot 10^{-6}$; 5) $9,7 \cdot 10^{-7}$.

15. СПЕКТРАЛЬНЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ. АТОМ БОРА

1. Обобщенная формула Бальмера для атома водорода имеет вид:

$$1) \omega = \frac{R}{m^2 - n^2}; \quad 2) \omega = R \left(\frac{1}{m^2} + \frac{1}{n^2} \right); \quad 3) \omega = R \left(\frac{1}{m} - \frac{1}{n} \right);$$
$$4) \omega = R(m^2 - n^2); \quad 5) \omega = R \left(\frac{1}{m^2} - \frac{1}{n^2} \right).$$

2. Ядерная модель атома, предложенная Резерфордом:

- 1) не противоречит классической механике и противоречит электродинамике Максвелла;
- 2) не противоречит классической механике и электродинамике Максвелла;
- 3) противоречит классической механике и электродинамике Максвелла;
- 4) противоречит классической механике и не противоречит электродинамике Максвелла;
- 5) не противоречит классической механике, но не согласуется с законами геометрической оптики.

3. Правило квантования круговых орбит в теории Бора имеет вид (m_e – масса электрона):

$$1) m_e v r = n \hbar; \quad 2) \frac{m_e v^2}{r} = n \hbar; \quad 3) \frac{m_e v^2}{2} - \frac{Z e^2}{4 \pi \epsilon_0 r} = n \hbar;$$
$$4) \frac{m_e v^2}{2} + \frac{Z e^2}{4 \pi \epsilon_0 r}; \quad 5) \frac{m_e v}{r} = n \hbar.$$

4. Уравнение движения электрона (m_e – масса электрона) в поле атомного ядра с зарядом Ze по круговой орбите в модели Бора имеет вид:

$$1) \frac{m_e v^2}{2} - \frac{Z e^2}{4 \pi \epsilon_0 r} = n \hbar; \quad 2) \frac{m_e v^2}{r} = \frac{Z e^2}{4 \pi \epsilon_0 r^2}; \quad 3) m_e v r = n \hbar;$$
$$4) E = \frac{m_e v^2}{2} - \frac{Z e^2}{4 \pi \epsilon_0 r}; \quad 5) \frac{m_e v^2}{2} = \frac{Z e^2}{r}.$$

5. Полная энергия E , потенциальная энергия U электрона, движущегося по круговой орбите в атоме водорода, выражаются через его кинетическую энергию T следующим образом:

$$1) E = -2T, \quad U = -3T; \quad 2) E = T, \quad U = -2T; \quad 3) E = 2T, \quad U = T;$$
$$4) E = -T, \quad U = -2T; \quad 5) E = T/2, \quad U = -T/2.$$

6. α -частица налетает на неподвижное тяжелое ядро атома свинца ${}_{82}^{207}\text{Pb}$, двигаясь точно по направлению к его центру. Если кинетическая энергия α -частицы вдали от ядра составляет 0,40 МэВ, то минимальное расстояние, на которое она приблизится к ядру, равно:

- 1) 0,53 пм; 2) 0,59 пм; 3) 0,77 мкм; 4) 0,29 пм; 5) 0,38 мкм.

7. Длина волны второй линии, принадлежащей серии Лаймана в спектре атомарного водорода, равна:

- 1) $1,22 \cdot 10^{-7}$ м; 2) $1,37 \cdot 10^{-7}$ м; 3) $1,02 \cdot 10^{-7}$ м;
4) $5,43 \cdot 10^{-7}$ м; 5) $4,10 \cdot 10^{-7}$ м.

8. Длина волны головной линии серии Лаймана в спектре иона He^+ равна:

- 1) $1,22 \cdot 10^{-7}$ м; 2) $1,64 \cdot 10^{-7}$ м; 3) $1,52 \cdot 10^{-8}$ м;
4) $3,04 \cdot 10^{-8}$ м; 5) $0,76 \cdot 10^{-8}$ м.

9. Энергия связи электрона в основном состоянии водородоподобных атомов, в спектре которых длина волны третьей спектральной линии серии Бальмера равна 108,5 нм, составляет:

- 1) 12,9 эВ; 2) 54,5 эВ; 3) 38,2 эВ; 4) 61,1 эВ; 5) 43,7 эВ.

10. Наименьшая энергия, которую надо сообщить иону He^+ , находящемуся в основном состоянии, чтобы он смог испустить фотон, соответствующий головной линии серии Бальмера, составляет:

- 1) 77,6 эВ; 2) 5,8 эВ; 3) 36,4 эВ; 4) 48,5 эВ; 5) 7,6 эВ.

11. Скорость электрона на третьей круговой боровской орбите атома водорода равна:

- 1) 2,19 Мм/с; 2) 6,58 Мм/с; 3) 0,73 Мм/с;
4) 0,24 Мм/с; 5) 1,60 Мм/с.

12. Радиус второй круговой боровской (стационарной) орбиты электрона в атоме водорода равен:

- 1) $2,10 \cdot 10^{-10}$ м; 2) $1,05 \cdot 10^{-10}$ м; 3) $0,26 \cdot 10^{-10}$ м;
4) $0,13 \cdot 10^{-10}$ м; 5) $0,53 \cdot 10^{-10}$ м.

13. Циклическая частота обращения электрона на второй круговой боровской орбите иона He^+ равна:

- 1) $2,08 \cdot 10^{16}$ с⁻¹; 2) $8,32 \cdot 10^{16}$ с⁻¹; 3) $1,04 \cdot 10^{16}$ с⁻¹;
4) $6,75 \cdot 10^{16}$ с⁻¹; 5) $4,16 \cdot 10^{16}$ с⁻¹.

14. Энергия электрона иона He^+ в основном состоянии равна:

- 1) -13,6 эВ; 2) 13,6 эВ; 3) -27,2 эВ; 4) 54,4 эВ; 5) -54,4 эВ.

15. Покоившийся атом водорода испустил фотон, соответствующий головной линии серии Лаймана. Если масса атома составляет $1,67 \cdot 10^{-27}$ кг, то скорость отдачи, которую он получил при этом, равна:

- 1) 0,97 м/с; 2) 1,63 м/с; 3) 2,52 м/с; 4) 3,26 м/с; 5) 4,15 м/с.

16. Частица массой m движется по круговой орбите в центрально-симметричном поле, где ее потенциальная энергия зависит от расстояния r до центра поля как $U(r) = \frac{\alpha r^2}{2}$, где α – постоянная. Возможные значения полной энергии частицы в данном поле, найденные с помощью боровского условия квантования, определяются выражением:

- 1) $\hbar \cdot \sqrt{\frac{\alpha}{m}} \cdot n^2$; 2) $2\hbar \cdot \sqrt{\frac{\alpha}{m}} \cdot n$; 3) $\hbar \cdot \sqrt{\frac{\alpha}{m}} \cdot \frac{1}{n}$;
4) $\hbar \cdot \sqrt{\frac{\alpha}{m}} \cdot \frac{1}{n^2}$; 5) $\hbar \cdot \sqrt{\frac{\alpha}{m}} \cdot n$.

17. Энергия связи электрона в основном состоянии атома гелия He равна 24,6 эВ. Минимальная энергия, необходимая для последовательного удаления обоих электронов из этого атома, составляет:

- 1) 79,1 эВ; 2) 38,5 эВ; 3) 49,2 эВ; 4) 24,6 эВ; 5) 54,5 эВ.

16. СТАЦИОНАРНОЕ УРАВНЕНИЕ ШРЕДИНГЕРА

1. Уравнение Шредингера для стационарных состояний имеет вид:

$$\begin{aligned} 1) \quad \vec{\nabla}^2 \psi + \frac{\hbar^2}{2m}(E + U) = 0; \quad 2) \quad \vec{\nabla}^2 \psi = \frac{\hbar^2}{2m}(E + U); \\ 3) \quad \vec{\nabla}^2 \psi + \frac{2m}{\hbar^2}(E + U) = 0; \quad 4) \quad \vec{\nabla}^2 \psi + \frac{2m}{\hbar^2}(E - U)\psi = 0; \\ 5) \quad \vec{\nabla}^2 \psi + \frac{\hbar^2}{2m}(E - U) = 0. \end{aligned}$$

2. Содержательный смысл волновой функции:

- 1) ее модуль дает плотность вероятности нахождения частицы в соответствующем месте пространства;
- 2) квадрат ее модуля дает плотность вероятности нахождения частицы в соответствующем месте пространства;
- 3) квадратный корень из ее модуля дает плотность вероятности нахождения частицы в соответствующем месте пространства;
- 4) квадрат ее модуля дает вероятность нахождения частицы в соответствующем месте пространства;
- 5) квадрат ее модуля дает значения координат частицы.

3. Волновая функция $\Psi(x, y, z, t)$ свободной частицы, движущейся с энергией E , имеет вид:

$$\begin{aligned} 1) \quad \Psi(x, y, z, t) = \exp[-i\hbar Et] \cdot \psi(x, y, z); \\ 2) \quad \Psi(x, y, z, t) = \exp\left[\frac{iET}{\hbar}\right] \cdot \psi(x, y, z); \\ 3) \quad \Psi(x, y, z, t) = \exp\left[\frac{i\hbar t}{E}\right] \cdot \psi(x, y, z); \\ 4) \quad \Psi(x, y, z, t) = \exp[i\hbar Et] \cdot \psi(x, y, z); \\ 5) \quad \Psi(x, y, z, t) = \exp\left[\frac{-iEt}{\hbar}\right] \cdot \psi(x, y, z). \end{aligned}$$

4. Оператор Лапласа $\vec{\nabla}^2$ в декартовой прямоугольной системе координат имеет вид:

$$\begin{aligned} 1) \quad \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2} + \frac{\partial^2}{\partial z^2}; \quad 2) \quad \left(\frac{\partial}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial y} + \frac{\partial}{\partial z}\right)^2; \quad 3) \quad \frac{\partial^2}{\partial x^2} \cdot \vec{e}_x + \frac{\partial^2}{\partial y^2} \cdot \vec{e}_y + \frac{\partial^2}{\partial z^2} \cdot \vec{e}_z; \\ 4) \quad \frac{\partial}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial y} + \frac{\partial}{\partial z}; \quad 5) \quad \frac{\partial}{\partial x} \cdot \vec{e}_x + \frac{\partial}{\partial y} \cdot \vec{e}_y + \frac{\partial}{\partial z} \cdot \vec{e}_z. \end{aligned}$$

5. Вероятность того, что частица преодолет потенциальный барьер $U(x)$, если ее полная энергия $E < U_{\max}$, равна:

$$1) \exp \left[\frac{2}{\hbar} \int_{x_1}^{x_2} \sqrt{2m(E - U(x))} dx \right];$$

2) 0;

$$3) \exp \left[-\frac{2}{\hbar} \int_{x_1}^{x_2} \sqrt{2m(U(x) - E)} dx \right];$$

$$4) \exp \left[-i\hbar \int_{x_1}^{x_2} \sqrt{2m(U(x) - E)} dx \right];$$

$$5) \exp \left[\frac{2}{\hbar} \int \sqrt{2m(U(x) - E)} dx \right].$$

6. Частица массой m находится в одномерной прямоугольной потенциальной яме шириной ℓ с абсолютно непроницаемыми стенками ($0 < x < \ell$). Собственные значения энергии E_n этой частицы равны:

$$1) E_n = \frac{\pi^2 \hbar^2}{2m\ell^2} \cdot n^2; \quad 2) E_n = \frac{\pi^2 \hbar^2}{m\ell^2} \cdot n^2; \quad 3) E_n = \frac{\pi^2 \hbar^2}{2m\ell^2} \cdot n^2;$$

$$4) E_n = \frac{\pi \hbar}{m\ell} \cdot n; \quad 5) E_n = \frac{2\pi^2 \hbar^2}{m\ell^2} \cdot n^2.$$

7. Частица массой m находится в одномерной прямоугольной потенциальной яме шириной ℓ с абсолютно непроницаемыми стенками ($0 < x < \ell$). Нормированные волновые функции $\psi_n(x)$ стационарных состояний этой частицы имеют вид:

$$1) \psi_n(x) = \sqrt{\frac{2}{\ell}} \sin \frac{\pi n x}{\ell}; \quad 2) \psi_n(x) = \sqrt{\frac{\ell}{2}} \sin \frac{\pi n x}{\ell};$$

$$3) \psi_n(x) = \sqrt{\frac{1}{\ell}} \sin \frac{\pi n x}{\ell}; \quad 4) \psi_n(x) = \frac{\ell}{2} \cdot \sin \frac{\pi n x}{\ell};$$

$$5) \psi_n(x) = \frac{\ell}{2} \cdot \cos \frac{\pi n x}{\ell}.$$

8. Частица находится в основном состоянии в одномерной прямоугольной потенциальной яме шириной ℓ с абсолютно непроницаемыми стенками ($0 < x < \ell$). Вероятность пребывания этой частицы в области $\ell/4 < x < \ell/2$ равна:

$$1) 0,409; \quad 2) 0,204; \quad 3) 0,341; \quad 4) 0,910; \quad 5) 0,195.$$

9. Частица массой m находится в основном состоянии в одномерной прямоугольной потенциальной яме (рис. 30). Если на краях ямы ψ -функция вдвое меньше, чем в середине ямы, то энергия E_1 основного состояния этой частицы составляет:

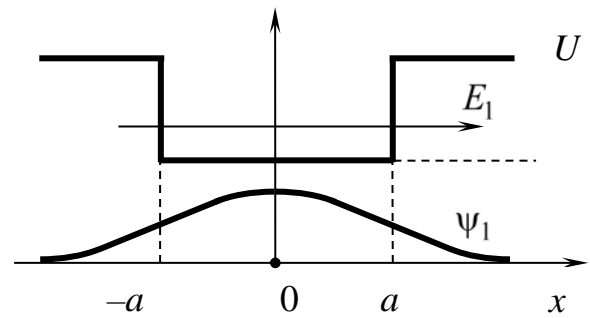


Рис. 30

1) $E_1 = \frac{\pi^2 \hbar^2}{18ma^2}$; 2) $E_1 = \frac{\pi^2 \hbar^2}{2ma^2}$;

3) $E_1 = \frac{\pi^2 \hbar^2}{8ma^2}$; 4) $E_1 = \frac{\pi^2 \hbar^2}{32ma^2}$; 5) $E_1 = \frac{\pi^2 \hbar^2}{16ma^2}$.

10. Электрон находится в одномерной потенциальной яме с бесконечно высокими стенками. Если разность энергии между уровнями с $n_1 = 2$ и $n_2 = 3$ составляет $\Delta E = 0,3$ эВ, то ширина ямы равна:

- 1) 2,9 нм; 2) 3,2 нм; 3) 1,8 нм; 4) 3,6 нм; 5) 2,5 нм.

11. Частица массой m находится в одномерной прямоугольной потенциальной яме шириной ℓ с абсолютно непроницаемыми стенками. Если ширина ямы такова, что энергетические уровни расположены достаточно густо, то плотность уровней $\frac{dn}{dE}$, т. е. их число на единичный интервал энергии в зависимости от величины E составляет:

1) $\frac{dn}{dE} = \frac{\pi \hbar}{\ell} \cdot \sqrt{\frac{2m}{E}}$; 2) $\frac{dn}{dE} = \frac{\pi \hbar}{2\ell} \cdot \sqrt{\frac{m}{E}}$; 3) $\frac{dn}{dE} = \frac{\ell}{\pi \hbar} \cdot \sqrt{\frac{2m}{E}}$;

4) $\frac{dn}{dE} = \frac{\ell}{\pi \hbar} \cdot \sqrt{\frac{m}{2E}}$; 5) $\frac{dn}{dE} = \frac{2\ell}{\pi \hbar} \cdot \sqrt{\frac{m}{E}}$.

12. Волновая функция электрона в основном состоянии атома водорода в зависимости от расстояния r между электроном и ядром имеет вид

$$\psi(r) = \frac{1}{r_1 \sqrt{\pi r_1}} \cdot \exp\left(-\frac{r}{r_1}\right),$$

где r_1 – первый борковский радиус. Наиболее вероятное расстояние между электроном и ядром равно:

1) $1,5r_1$; 2) r_1 ; 3) $0,9r_1$; 4) $1,3r_1$; 5) $1,8r_1$.

13. Волновая функция электрона в основном состоянии атома водорода в зависимости от расстояния r между электроном и ядром имеет вид

$\psi(r) = \frac{1}{r_1 \sqrt{\pi r_1}} \cdot \exp\left(-\frac{r}{r_1}\right)$, где r_1 – первый борковский радиус. Среднее значение модуля кулоновской силы $\langle F \rangle$, действующей на электрон, равно:

$$1) \langle F \rangle = \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 r_1^2}; \quad 2) \langle F \rangle = \frac{3e^2}{4\pi\epsilon_0 r_1^2}; \quad 3) \langle F \rangle = \frac{e^2}{2\pi\epsilon_0 r_1^2};$$

$$4) \langle F \rangle = \frac{2e^2}{\pi\epsilon_0 r_1^2}; \quad 5) \langle F \rangle = \frac{3e^2}{8\pi\epsilon_0 r_1^2}.$$

14. Собственное значение оператора $\hat{A} = -\frac{\partial^2}{\partial x^2}$, принадлежащее собственной функции $\psi(x) = C \sin(2x)$, где C – постоянная, равно:
1) 2; 2) 4; 3) $-C$; 4) -2 ; 5) -4 .

15. Частица находится в трехмерной кубической потенциальной яме с абсолютно непроницаемыми стенками. Кратность вырождения четвертого уровня энергии этой частицы составляет:
1) 2; 2) 3; 3) 4; 4) 6; 5) 8.

16. Электрон с энергией $E = 4,66$ эВ движется слева на прямоугольный потенциальный барьер (рис. 31) высотой $U_0 = 5,00$ эВ. Если вероятность прохождения электрона сквозь этот барьер (коэффициент прозрачности) составляет 0,2, то его ширина равна:
1) 0,17 нм; 2) 0,20 нм; 3) 0,22 нм;
4) 0,27 нм; 5) 0,30 нм.

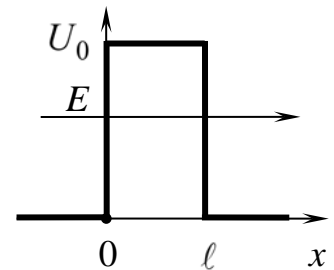


Рис. 31

17. Частица массой m , обладающая энергией E , движется слева на потенциальный барьер, форма которого показана на рис. 32. Высота барьера равна U_0 , его ширина – ℓ . Если считать форму барьера достаточно гладкой и $(E - U_0) \ll E$, то вероятность D прохождения частицей этого барьера (коэффициент прозрачности) составляет:

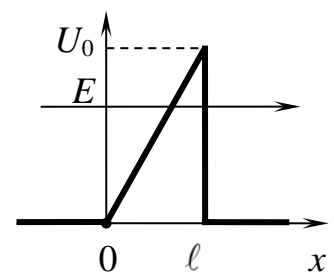


Рис. 32

$$1) D \approx \exp\left[-\frac{2\ell\sqrt{2m(U_0 - E)}}{\hbar}\right];$$

$$2) D \approx \exp\left[-\frac{8l\sqrt{2m(U_0 - E)}}{\hbar}\right];$$

$$3) D \approx \exp\left[-\frac{2l\sqrt{2m}}{3\hbar U_0} \cdot (U_0 - E)^{3/2}\right];$$

$$4) D \approx \exp\left[-\frac{8l\sqrt{2m}}{3\hbar U_0} \cdot (U_0 - E)^{3/2}\right];$$

$$5) D \approx \exp\left[-\frac{4l\sqrt{2m}}{3\hbar U_0} \cdot (U_0 - E)^{3/2}\right].$$

Библиотека БГУИР

17. ЭЛЕМЕНТЫ ФИЗИКИ АТОМНОГО ЯДРА

1. Порядковый номер химического элемента в периодической таблице Менделеева определяется:

- 1) зарядовым числом Z ;
- 2) массовым числом A ;
- 3) разностью $A - Z$;
- 4) разностью $Z - A$;
- 5) суммой $Z + A$.

2. Период полураспада некоторого изотопа химического элемента равен T . Отношение числа N нераспавшихся ядер к числу ΔN распавшихся ядер в момент времени t равно:

- 1) $\frac{N}{\Delta N} = 2^{-t/T}$;
- 2) $\frac{N}{\Delta N} = \frac{1}{1 - 2^{-t/T}}$;
- 3) $\frac{N}{\Delta N} = \frac{1}{2^{t/T} - 1}$;
- 4) $\frac{N}{\Delta N} = \exp[-t/T]$;
- 5) $\frac{N}{\Delta N} = \frac{1}{\exp[-t/T] - 1}$.

3. Период полураспада T и постоянная распада λ связаны соотношением:

- 1) $T = \lambda \cdot \ln 2$;
- 2) $T = \frac{\ln 2}{\lambda}$;
- 3) $T = \frac{\lambda}{\ln 2}$;
- 4) $T = \frac{1}{\lambda \cdot \ln 2}$;
- 5) $T = \lambda(1 - \ln 2)$.

4. В ходе ядерных реакций ...:

- 1) сохраняется только импульс системы, ее полная энергия и кинетическая энергия не сохраняются;
- 2) сохраняются полная энергия, кинетическая энергия и импульс системы;
- 3) сохраняется полная энергия системы, ее импульс и кинетическая энергия не сохраняются;
- 4) сохраняются кинетическая энергия и импульс системы, ее полная энергия не сохраняется;
- 5) сохраняются полная энергия и импульс системы, кинетическая энергия системы не сохраняется.

5. Энергия связи $E_{\text{св}}$ атомного ядра равна (m_n , m_p и $m_{\text{я}}$ – масса соответственно нейтрона, протона и ядра в свободном состоянии):

- 1) $E_{\text{св}} = c^2 \left(\left[Zm_n + (A - Z)m_p \right] - m_{\text{я}} \right)$;
- 2) $E_{\text{св}} = c^2 \left(\left[Zm_p + Am_n \right] - m_{\text{я}} \right)$;
- 3) $E_{\text{св}} = c^2 \left(m_{\text{я}} - \left[Zm_p + Am_n \right] \right)$;
- 4) $E_{\text{св}} = c^2 \left(\left[Zm_p + (A - Z)m_n \right] - m_{\text{я}} \right)$;

$$5) E_{\text{св}} = c^2 \left([Zm_n + Am_p] - m_{\text{я}} \right).$$

6. Количество ядер, распавшихся в течение 1 сут в 1 мг изотопа йода $^{131}_{53}\text{I}$, период полураспада которого составляет 8 сут, равно:

- 1) $45,9 \cdot 10^{17}$; 2) $3,8 \cdot 10^{17}$; 3) $11,5 \cdot 10^{17}$; 4) $42,1 \cdot 10^{17}$; 5) $5,7 \cdot 10^{17}$.

7. Активность 5 мкг радиоактивного изотопа натрия $^{24}_{11}\text{Na}$, период полураспада которого составляет $5,33 \cdot 10^4$ с, равна:

- 1) $1,63 \cdot 10^{10}$ Бк; 2) $1,63 \cdot 10^{12}$ Бк; 3) $1,63 \cdot 10^{15}$ Бк;
4) $1,63 \cdot 10^{18}$ Бк; 5) $1,63 \cdot 10^{21}$ Бк.

8. Если число радиоактивных атомов изотопа висмута $^{210}_{83}\text{Bi}$ в течение 1 сут уменьшилось на 13 %, то период полураспада этого изотопа составляет:

- 1) 4,8 сут; 2) 3,1 сут; 3) 5,0 сут; 4) 7,7 сут; 5) 1,4 сут.

9. Если некоторый радиоактивный изотоп имеет постоянную распада $1,44 \cdot 10^{-3} \text{ с}^{-1}$, то 75 % первоначальной массы атомов этого изотопа распадется в течение:

- 1) 4 мин; 2) 8 мин; 3) 24 мин; 4) 12 мин; 5) 16 мин.

10. Доля нераспавшихся ядер некоторого радиоактивного изотопа за время, в 3 раза большее его периода полураспада, равна:

- 1) 12,5 %; 2) 33,3 %; 3) 87,5 %; 4) 75,0 %; 5) 66,7 %.

11. Энергия связи ядра атома алюминия $^{27}_{13}\text{Al}$ равна:

- 1) 372,6 МэВ; 2) 217,6 МэВ; 3) 251,5 МэВ;
4) 130,4 МэВ; 5) 318,5 МэВ.

12. Удельная энергия связи в ядре атома кислорода $^{16}_8\text{O}$ равна:

- 1) 15,44 МэВ; 2) 61,76 МэВ; 3) 30,88 МэВ;
4) 7,72 МэВ; 5) 123,52 МэВ.

13. При α -распаде неподвижного ядра полония $^{218}_{84}\text{Po}$ кинетическая энергия α -частицы равна 5,91 МэВ. Кинетическая энергия дочернего ядра, образующегося в основном состоянии при этом распаде, составляет:

- 1) 0,14 МэВ; 2) 0,11 МэВ; 3) 5,91 МэВ; 4) 1,48 МэВ; 5) 0,54 МэВ.

14. Фотон с энергией 3,20 МэВ превратился в пару «электрон – позитрон». Если импульсы образовавшихся частиц одинаковы, то кинетическая энергия каждой частицы равна:

- 1) 1,09 МэВ; 2) 1,60 МэВ; 3) 0,97 МэВ; 4) 1,23 МэВ; 5) 1,45 МэВ.

15. Энергия ядерной реакции ${}^2_1\text{H} + {}^3_2\text{He} \rightarrow {}^1_1\text{H} + {}^4_2\text{He}$ равна:
1) $-18,3$ МэВ; 2) $-3,5$ МэВ; 3) $18,3$ МэВ; 4) $3,5$ МэВ; 5) $-6,9$ МэВ.

16. Энергия ядерной реакции ${}^{14}_7\text{N} + {}^4_2\text{He} \rightarrow {}^{17}_8\text{O} + {}^1_1\text{p}$ равна:
1) $0,69$ МэВ; 2) $1,20$ МэВ; 3) $-0,77$ МэВ;
4) $-0,69$ МэВ; 5) $-1,20$ МэВ.

17. Минимальная энергия налетающей α -частицы, необходимая для осуществления ядерной реакции ${}^7_3\text{Li} + {}^4_2\text{He} \rightarrow {}^{10}_5\text{B} + {}^1_0\text{n}$, равна:
1) $2,78$ МэВ; 2) $4,38$ МэВ; 3) $1,01$ МэВ; 4) $5,56$ МэВ; 5) $4,64$ МэВ.

18. С учетом, что в одном акте деления ядра урана ${}^{235}_{92}\text{U}$ освобождается энергия 200 МэВ, определить массу каменного угля, эквивалентную в тепловом отношении одному килограмму ${}^{235}_{92}\text{U}$ (удельная теплота сгорания каменного угля $2,39 \cdot 10^7$ Дж/кг).
1) $6,36 \cdot 10^6$ кг; 2) $2,72 \cdot 10^6$ кг; 3) $4,54 \cdot 10^6$ кг;
4) $5,15 \cdot 10^6$ кг; 5) $3,43 \cdot 10^6$ кг.

19. Определить электрическую мощность атомной электростанции, расходующей $28,2$ г урана ${}^{235}_{92}\text{U}$ в сутки, если КПД станции составляет 48% , а при расщеплении каждого ядра урана выделяется энергия 200 МэВ.
1) $12,8$ МВт; 2) $14,1$ МВт; 3) $15,3$ МВт; 4) $13,5$ МВт; 5) $16,4$ МВт.

ОТВЕТЫ

Номер задания	Тема							
	1	2	3	4	5	6	7	8
1	1	1	3	2	4	5	3	1
2	4	2	4	5	1	3	1	1, 5
3	2	3	1	4	5	2	4	3
4	3	2, 3, 5	2	1	4	4	5	2
5	4	3, 5	5	2	3	1	2	4
6	1, 5	1	4	4	5	1	1	4
7	2, 4	3	1	1, 2	5	4	5	4
8	2	3	3	2	1	3	3	3
9	1	4	2	3	2	5	4	2
10	3	2	5	3	4	2	1	1
11	3	1	2	1	3	3	4	2
12	2	1	1	1	3	4	2	2
13	5	3	3	2	2	1	3	3
14	1	1	3	1	1	5	2	2
15	2	2	1	5	5	4	4	5
16	5	4	3	2	4	–	1	4
17	1	1	2	4	3	–	1	2
18	4	5	1	1	2	–	2	1
19	3	1	4	3	5	–	5	3
20	2	2	5	4	2	–	3	3
21	3	5	3	2	1	–	–	–
22	4	2	1	1	4	–	–	–
23	3	4	5	3	2	–	–	–
24	2	1	4	1	1	–	–	–
25	5	3	1	3	2	–	–	–
26	4	3	2	4	5	–	–	–
27	1	5	1	3	3	–	–	–
28	2	2	3	5	3	–	–	–
29	5	4	4	5	1	–	–	–
30	1	–	–	2	4	–	–	–
31	2	–	–	4	2	–	–	–
32	1	–	–	3	–	–	–	–
33	3	–	–	–	–	–	–	–
34	4	–	–	–	–	–	–	–

Номер задания	Тема								
	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1	3	4	5	3	3	5	5	4	1
2	1	2	4	2	1	1	3	2	3
3	4	3	1	1	2	2	1	5	2
4	5	3	2	3	1	4	2	1	5
5	2	1	3	4	2	1	4	3	4
6	1	4	4	2	5	3	2	3	2
7	5	4	2	1	5	3	3	1	2
8	3	3	5	1	5	4	4	1	3
9	2	1	3	5	1	3	2	1	5
10	1	5	4	2	4	4	4	5	1
11	3	1	1	1	3	5	3	4	2
12	1	4	2	1	1	1	1	2	4
13	1	2	5	3	2	1	1	3	2
14	4	1	4	3	1	3	5	2	1
15	5	4	3	5	4	1	4	2	3
16	1	3	1	1	2	1	5	4	4
17	2	3	1	4	2	4	1	5	2
18	1	5	4	1	1	1	–	–	5
19	3	2	1	3	2	2	–	–	1
20	1	3	1	1	5	–	–	–	–
21	4	4	3	2	1	–	–	–	–
22	3	1	5	2	1	–	–	–	–
23	4	1	4	–	2	–	–	–	–
24	2	2	1	–	1	–	–	–	–
25	5	3	3	–	4	–	–	–	–
26	1	4	2	–	5	–	–	–	–
27	3	2	4	–	3	–	–	–	–
28	2	1	1	–	1	–	–	–	–
29	1	2	4	–	4	–	–	–	–
30	5	1	4	–	1	–	–	–	–
31	1	3	2	–	2	–	–	–	–
32	3	1	3	–	1	–	–	–	–
33	1	5	1	–	3	–	–	–	–
34	4	2	5	–	–	–	–	–	–

Номер задания	Тема								
	9	10	11	12	13	14	15	16	17
35	5	1	1	–	–	–	–	–	–
36	2	1	4	–	–	–	–	–	–
37	1	2	1	–	–	–	–	–	–
38	2	2	3	–	–	–	–	–	–
39	3	3	1	–	–	–	–	–	–
40	1	4	2	–	–	–	–	–	–
41	1	4	–	–	–	–	–	–	–
42	4	–	–	–	–	–	–	–	–
43	2	–	–	–	–	–	–	–	–
44	5	–	–	–	–	–	–	–	–
45	3	–	–	–	–	–	–	–	–
46	4	–	–	–	–	–	–	–	–
47	1	–	–	–	–	–	–	–	–
48	5	–	–	–	–	–	–	–	–
49	3	–	–	–	–	–	–	–	–
50	1	–	–	–	–	–	–	–	–

ОСНОВНЫЕ ФИЗИЧЕСКИЕ КОНСТАНТЫ И ВЕЛИЧИНЫ
(округленные значения)

Физическая константа (величина)	Обозначение	Значение
Ускорение свободного падения	g	9,8 м/с ²
Масса Земли	M_3	5,98·10 ²⁴ кг
Радиус Земли (среднее значение)	R	6,37·10 ⁶ м
Гравитационная постоянная	G	6,67·10 ⁻¹¹ м ³ /(кг·с ²)
Скорость света в вакууме	c	3·10 ⁸ м/с
Постоянная Авогадро	N_A	6,02·10 ²³ моль ⁻¹
Универсальная газовая постоянная	R	8,31 Дж/(моль·К)
Постоянная Больцмана	k	1,38·10 ⁻²³ Дж/К
Молярная масса водорода	M_{H_2}	2·10 ⁻³ кг/моль
Молярная масса гелия	M_{He}	4·10 ⁻³ кг/моль
Молярная масса кислорода	M_{O_2}	32·10 ⁻³ кг/моль
Молярная масса азота	M_{N_2}	28·10 ⁻³ кг/моль
Молярная масса воздуха	M	29·10 ⁻³ кг/моль
Элементарный заряд	e	1,60·10 ⁻¹⁹ Кл
Масса электрона	m_e	9,1·10 ⁻³¹ кг
Масса протона	m_p	1,67·10 ⁻²⁷ кг
Электрическая постоянная	ϵ_0	8,85·10 ⁻¹² Ф/м
Магнитная постоянная	μ_0	4 π ·10 ⁻⁷ Гн/м
Постоянная Планка	h	6,626·10 ⁻³⁴ Дж·с
	$\hbar = \frac{h}{2\pi}$	1,05·10 ⁻³⁴ Дж·с
Атомная единица массы	$a.e.m.$	1,66·10 ⁻²⁷ кг
Постоянная закона смещения Вина	b	2,9·10 ⁻³ м·К
Постоянная Стефана – Больцмана	σ	5,67·10 ⁻⁸ Вт/(м ² ·К ⁴)
Постоянная Ридберга	R_ω	2,07·10 ¹⁶ с ⁻¹
	$R_\lambda = \frac{R_\omega}{2\pi c}$	1,097·10 ⁷ м ⁻¹
Энергия покоя электрона	E_0	511 кэВ

ОТНОСИТЕЛЬНАЯ АТОМНАЯ МАССА НЕКОТОРЫХ ИЗОТОПОВ И ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЧАСТИЦ

Изотоп (частица)	Масса, а.е.м.	Изотоп (частица)	Масса, а.е.м.
1_1p (протон)	1,00728	${}^{10}_5B$ (бор)	10,01294
1_0n (нейтрон)	1,00866	${}^{11}_5B$ (бор)	11,00931
1_1H (протий)	1,00783	${}^{12}_6C$ (углерод)	12,00000
2_1H (дейтерий)	2,01410	${}^{14}_6C$ (углерод)	14,00324
3_1H (тритий)	3,01605	${}^{14}_7N$ (азот)	14,00307
3_2He (гелий)	3,01602	${}^{15}_7N$ (азот)	15,00011
4_2He (гелий)	4,00260	${}^{16}_8O$ (кислород)	15,99491
6_3Li (литий)	6,01513	${}^{17}_8O$ (кислород)	16,99913
7_3Li (литий)	7,01601	${}^{27}_{13}Al$ (алюминий)	26,98146
8_4Be (бериллий)	8,00531	${}^{30}_{13}Al$ (алюминий)	29,99817

ПЕРЕЧЕНЬ ПРИНЯТЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

\vec{a}	– вектор
$a, \vec{a} $	– модуль вектора
a_x	– проекция вектора \vec{a} на ось (например, Ox)
$\vec{\beta}$	– угловое ускорение
\vec{M}	– момент силы
\vec{L}	– момент импульса
(\vec{a}, \vec{b})	– скалярное произведение векторов \vec{a} и \vec{b}
$[\vec{a}, \vec{b}]$	– векторное произведение векторов \vec{a} и \vec{b}
$\vec{e}_x, \vec{e}_y, \vec{e}_z$	– орты (единичные векторы) координатных осей Ox, Oy, Oz декартовой прямоугольной системы координат соответственно
$\langle v \rangle$	– среднее значение величины
Δ	– приращение величины, т. е. разность между ее конечным и начальным значениями (например, $\Delta U = U_2 - U_1$)
d	– дифференциал или бесконечно малое приращение (например, dU)
δ	– элементарное значение величины или бесконечно малое количество (например, $\delta A, \delta Q$)
$\frac{df}{dt}$	– производная по времени от некоторой функции f
$\frac{\partial f}{\partial x}$	– частная производная функции нескольких переменных (например, $f = f(x, y, z)$) по некоторой переменной (например, по x)
$\frac{\partial^2 f}{\partial x^2}$	– частная производная второго порядка функции нескольких переменных (например, $f = f(x, y, z)$) по некоторой переменной (например, по x)
$\vec{\nabla}$	– оператор набла

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Иродов, И. Е. Механика. Основные законы / И. Е. Иродов. – 12-е изд. – М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014. – 309 с.
2. Иродов, И. Е. Физика макросистем. Основные законы : учеб. пособие / И. Е. Иродов. – 4-е изд. – М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. – 207 с.
3. Иродов, И. Е. Электромагнетизм. Основные законы / И. Е. Иродов. – 9-е изд. – М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014. – 319 с.
4. Иродов, И. Е. Волновые процессы. Основные законы / И. Е. Иродов. – 7-е изд. – М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. – 263 с.
5. Иродов, И. Е. Квантовая физика. Основные законы : учеб. пособие / И. Е. Иродов. – 5-е изд. – М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013. – 256 с.
6. Савельев, И. В. Курс физики : учеб. пособие. В 3 т. Т. 1 : Механика. Молекулярная физика / И. В. Савельев. – 7-е изд., стер. – СПб. : Лань, 2018 . – 356 с.
7. Савельев, И. В. Курс физики : учеб. пособие. В 3 т. Т. 2 : Электричество. Колебания и волны. Волновая оптика / И. В. Савельев. – 5-е изд., стер. – СПб. : Лань, 2018 . – 468 с.
8. Савельев, И. В. Курс физики : учеб. пособие. В 3 т. Т. 3 : Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц / И. В. Савельев. – 6-е изд., стер. – СПб. : Лань, 2018 . – 308 с.
9. Иродов, И. Е. Задачи по общей физике / И. Е. Иродов. – 10-е изд. – М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014. – 431 с.
10. Механика. Колебания. Волны : метод. указания / сост. А. В. Березин, З. А. Боброва, Н. Р. Последович. – Минск : БГУИР, 2010. – 57 с.
11. Электричество. Магнетизм. Электромагнитные волны. Оптика. Сборник задач : учеб.-метод. пособие / А. В. Березин [и др.]. – Минск : БГУИР, 2013. – 79 с.
12. Решение задач по квантовой физике : пособие / Е. В. Андрианова [и др.]. – Минск : БГУИР, 2014. – 68 с.

Учебное издание

Аксёнов Валерий Васильевич
Андрианова Елена Вилоровна
Андрос Елена Васильевна
Дорошевич Ирина Леонидовна

**ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ
ПО ФИЗИКЕ**

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ

Редактор *М. А. Зайцева*
Корректор *Е. И. Костина*
Компьютерная правка, оригинал-макет *М. В. Касабуцкий*

Подписано в печать 11.11.2019. Формат 60×84 1/16. Бумага офсетная. Гарнитура «Таймс».
Отпечатано на ризографе. Усл. печ. л. 6,39. Уч.-изд. л. 6,5. Тираж 300 экз. Заказ 280.

Издатель и полиграфическое исполнение: учреждение образования
«Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники».
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий №1/238 от 24.03.2014,
№2/113 от 07.04.2014, №3/615 от 07.04.2014.
Ул. П. Бровки, 6, 220013, г. Минск