


МИНОБРАЗОВАНИЯ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Тульский государственный университет»

Естественнонаучный институт  
Кафедра «Физики»

Утверждено на заседании кафедры  
«Физики»  
« 16 » января 2023 г., протокол № 6  
Заведующий кафедрой

 Р. Н. Ростовцев

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ (ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ) ДЛЯ  
ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И  
ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО  
ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

**«ФИЗИКА»**

**основной профессиональной образовательной программы  
высшего образования – программы бакалавриата**

по направлениям подготовки

12.03.01 Приборостроение

15.03.06 Мехатроника и робототехника

13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

12.03.04 Биотехнические системы и технологии

24.03.02 Системы управления движением и навигация

12.03.02 Опотехника

24.03.03 Баллистика и гидроаэродинамика

11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы

15.05.01 Проектирование технологических машин и комплексов

24.05.06 Системы управления летательными аппаратами

17.05.02 Стрелково-пушечное, артиллерийское и ракетное оружие

24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей

24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических  
комплексов

17.05.01, Боеприпасы и взрыватели

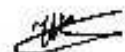
Формы обучения: очная, очно-заочная, заочная

Тула 2023 год

**Разработчик фонда оценочных средств**

Колмаков Ю.Н., к.ф.-м.н., доцент

(ФИО, должность, ученая степень, ученое звание)



(подпись)

## 1. Описание фонда оценочных средств (оценочных материалов)

Фонд оценочных средств (оценочные материалы) включает в себя контрольные задания и (или) вопросы, которые могут быть предложены обучающемуся в рамках текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю). Указанные контрольные задания и (или) вопросы позволяют оценить достижение обучающимся планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), установленных в соответствующей рабочей программе дисциплины (модуля), а также сформированность компетенций, установленных в соответствующей общей характеристике основной профессиональной образовательной программы.

Полные наименования компетенций и индикаторов их достижения представлены в общей характеристике основной профессиональной образовательной программы.

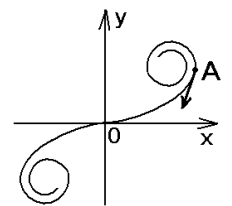
## 2. Оценочные средства (оценочные материалы) для проведения текущего контроля успеваемости обучающихся по дисциплине (модулю)

### 2 семестр

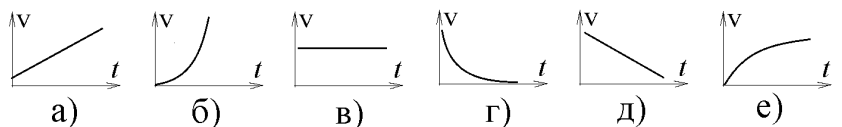
#### Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ОПК-1 (контролируемый индикатор достижения компетенции ОПК-1.1)

*Пример:* Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ОПК-1 (контролируемый индикатор достижения компетенции ОПК-1.1)

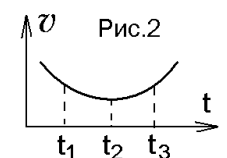
1. На рисунке изображена плоская кривая, называемая клотоидой (спиралью Корню). Точка А движется вдоль этой кривой в направлении, указанном стрелкой, с постоянной по величине скоростью. При этом величина её полного ускорения:
- а) равна нулю; б) постоянна и не равна нулю; в) увеличивается; г) уменьшается;



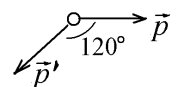
2. Частица движется по криволинейной траектории с постоянным по величине (модулю) нормальным ускорением. При этом оказывается, что радиус кривизны траектории в месте нахождения частицы возрастает со временем  $t$  по следующему закону:  $R(t) = \text{const} \cdot t^2$ . Укажите правильный график зависимости величины скорости частицы от времени  $t$ :



3. Материальная точка М движется по параболе (рис.1) в направлении, указанном стрелками. График изменения величины (модуля) её скорости приведен на рис.2. На рис.1 показано положение точки М в момент времени  $t_3$ . Укажите на этом рисунке направление силы, действующей на точку М в этот момент времени  $t_3$ :
- а) 1; б) 2; в) 3; г) 4;



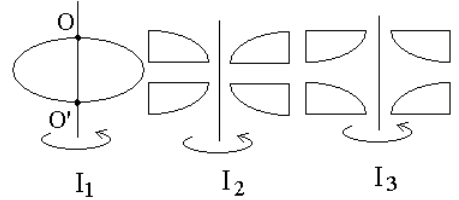
4. На тело, имевшее импульс  $\vec{p}$  в течение очень короткого времени  $\Delta t$  действовала сила большая сила  $\vec{F}$ . После окончания действия силы тело летит под углом  $120^\circ$  к направлению первоначального движения с импульсом, величина ко-



торого равна величине первоначального импульса тела:  $|\vec{p}'| = |\vec{p}|$ . При этом величина импульса действовавшей на тело силы  $|\vec{F}\Delta t|$  будет равна:

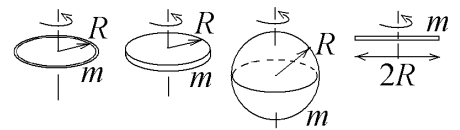
- а) 0; б)  $p \operatorname{tg} 120^\circ$ ; в)  $p \cos 120^\circ$ ; г)  $p/2$ ; д)  $p$ ; е)  $p \sin 120^\circ$ ; ж)  $2p$ ;

5. Из жести вырезали три одинаковые детали в виде эллипса. Две детали разрезали на четыре одинаковые части. Затем все части отодвинули друг от друга на одинаковое расстояние и расставили симметрично относительно оси  $OO'$  (см. рис.). Выберите правильное соотношение между моментами инерции этих деталей относительно оси  $OO'$ .



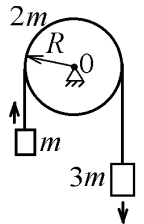
- а)  $I_1 > I_2 > I_3$ ; б)  $I_1 < I_2 < I_3$ ; в)  $I_1 < I_2 = I_3$ ;  
г) не хватает данных;

6. Тонкий обруч, диск, шар с одинаковыми радиусами  $R$  и тонкий стержень длины  $2R$  имеют одинаковые массы  $m$  и вращаются вокруг осей симметрии, проходящих через центры масс этих тел (см. рисунок). При этом моменты импульса всех тел при вращении одинаковы. Наименьшую угловую скорость вращения имеет:



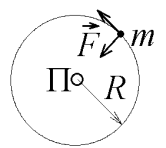
- а) обруч; б) диск; в) шар; г) стержень; д) угловые скорости всех тел одинаковы;

7. Цилиндр массы  $2m$  и радиуса  $R$  может вращаться без трения вокруг горизонтальной закрепленной оси, проходящей через его центр  $O$ . К концам нити, перекинутой через цилиндр, прикреплены грузы с массами  $m$  и  $3m$ , которые движутся под действием силы тяжести. Ускорение свободного падения равно  $g$ . Силы натяжения нити различаются с разных сторон цилиндра на величину  $\Delta T$ . Сила, с которой опора  $O$  действует на цилиндр, равна  $N$ . Нить не проскальзывает по поверхности цилиндра. Используя приведенные данные, укажите правильное выражение для величины ускорения груза  $m$ :



- а)  $a = \frac{2\Delta T}{m}$ ; б)  $a = \frac{\Delta T + N}{m}$ ; в)  $a = \frac{\Delta T - N}{2m}$ ; г)  $a = \frac{\Delta T - N}{m}$ ; д)  $a = \frac{\Delta T}{m}$ ; е)  $a = \frac{\Delta T}{2m}$ ;

8. Величина момента импульса спутника массы  $m$ , движущегося по круговой траектории радиуса  $R$  вокруг планеты  $\Pi$ , равна  $L$ . При этом величина силы гравитационного притяжения, со стороны планеты равна:



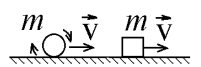
- а)  $\frac{2L^2}{mR^3}$ ; б)  $\frac{L}{\sqrt{mR^3}}$ ; в)  $\frac{L^2}{mR^3}$ ; г)  $\frac{L^2}{2mR^3}$ ; д)  $\frac{\sqrt{2}L}{\sqrt{mR^3}}$ ; е)  $\frac{L}{\sqrt{2mR^3}}$ ;

ж) нет правильного ответа;

9. С горки, с одной и той же высоты  $h$ , скатываются без проскальзывания шар, цилиндр и тонкий обруч (тонкое кольцо), имеющие одинаковые массы и одинаковые радиусы. Первоначально на высоте  $h$  все три тела покоились. Медленнее всех с горки скатится:

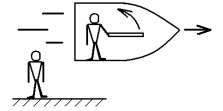
- а) шар; б) цилиндр; в) обруч; г) все три тела скатываются за одинаковое время;

10. По горизонтальной поверхности без проскальзывания со скоростью  $v$  катится шар с массой  $m$ , а также скользит с той же скоростью  $v$  шайба той же массы  $m$ . Во сколько раз кинетическая энергия шара больше кинетической энергии шайбы?



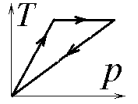
- а) в 2,5 раза; б) в 2 раза; в) в 1,75 раз; г) в 1,5 раз; д) в 1,4 раз; е) в 1,25 раз;  
ж) они равны; з) для ответа надо знать радиус шара;

11. Мимо неподвижного наблюдателя на Земле с большой скоростью, равной  $v=2 \cdot 10^8$  м/с, пролетает ракета. Космонавт в ракете держал стержень длины  $l$  параллельно движению ракеты и повернул его на  $90^\circ$ , направив перпендикулярно движению ракеты. Для человека на Земле длина стержня после этого будет равна ( $c$  – скорость света в вакууме):



- а)  $l$ ; б)  $l / \left(1 - \sqrt{1 - v^2/c^2}\right)$ ; в)  $l \cdot \sqrt{1 - v^2/c^2}$ ; г)  $l / \sqrt{1 - v^2/c^2}$ ; д)  $l \cdot \left(1 - \sqrt{1 - v^2/c^2}\right)$ ;

12. На рисунке изображена зависимость температуры от давления для заданной массы газа. Процессы идут в направлении, указанном стрелками. Возможны следующие процессы: 1) изобарическое нагревание; 2) изобарическое охлаждение; 3) изохорическое увеличение давления; 4) изохорическое уменьшение давления; 5) изотермическое сжатие газа; 6) изотермическое расширение газа. Укажите, какие процессы из перечисленных изображены на рисунке:

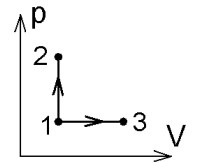


- а) 1, 2, 4; б) 1, 2, 3; в) 1, 3, 4; г) 1, 2, 5; д) 1, 2, 6; е) 3, 4, 5; ж) 3, 4, 6; з) 2, 3, 4;

13. В начале идеальный газ имел давление  $p_1$ , объём  $V_1$ , а его внутренняя энергия была равна  $U_1$ . Некоторый процесс приводит этот газ в состояние с давлением  $p_2 = p_1/3$  и с объёмом  $V_2 = 2V_1$ . На какую величину  $\Delta U$  изменяется внутренняя энергия газа при этом процессе?

- а)  $\Delta U = U_1$ , увеличивается; б)  $\Delta U = U_1$ , уменьшается; в)  $\Delta U = U_1/2$ , увеличивается; г)  $\Delta U = U_1/2$ , уменьшается; д)  $\Delta U = U_1/3$ , увеличивается; е)  $\Delta U = U_1/3$ , уменьшается; ж)  $\Delta U = 0$ ; з) нет правильного ответа;

14. Молярные теплоемкости идеального газа в процессах  $1 \rightarrow 2$  и  $1 \rightarrow 3$  равны  $C_1$  и  $C_2$  соответственно. Их отношение  $C_1/C_2 = 0,75$ . Таким газом может быть (укажите все правильные ответы):



- а) аммиак  $\text{NH}_3$ ; б) кислород  $\text{O}_2$ ; в) азот  $\text{N}_2$ ; г) углекислый газ  $\text{CO}_2$ ; д) гелий  $\text{He}$ ; е) водород  $\text{H}_2$ ; ж) данное условие невозможно;

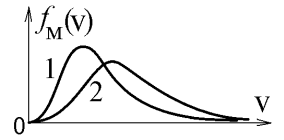
15. Укажите формулу для вычисления приращения энтропии идеального газа при изобарном охлаждении:

- а)  $-\int \frac{dU}{T}$ ; б)  $\int (dU + pdV)$ ; в)  $\int \frac{pdV}{T}$ ; г)  $\int \frac{vC_p dT}{T}$ ;  
д)  $\int pdV$ ; е)  $\int \frac{dU}{T}$ ; ж) нет правильной формулы;

16. Какие из приведенных ниже утверждений относятся ко второму началу термодинамики (укажите два правильных ответа)?

- а) Обратный циклический процесс возможен, если внешние тела совершают работу над рабочим телом тепловой машины;  
б) КПД цикла Карно равен  $(T_n - T_x)/T_n \times 100\%$ , где  $T_n$  и  $T_x$  - температуры “нагревателя” и “холодильника”;  
в) Изменение энтропии идеального газа при получении им теплоты  $\delta Q$  равно  $dS = \delta Q/T$ ;  
г) Одним из результатов происходящих в термодинамической системе процессов может быть передача теплоты от холодного тела к нагретому;  
д) В процессах, происходящих в замкнутой системе, энтропия убывать не может;  
е) Работа, произведенная за цикл рабочим телом тепловой машины, всегда меньше полученной за цикл извне теплоты;

17. На рисунке приведены два графика функции распределения по величинам скоростей молекул одного и того же идеального газа при разных температурах.  $T$  – температура газа,  $S$  – площадь под кривой графика. Приведены следующие соотношения:

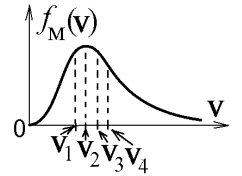


А)  $T_2 = T_1$ ; Б)  $T_2 < T_1$ ; В)  $T_2 > T_1$ ; Г)  $S_2 = S_1$ ; Д)  $S_2 > S_1$ ; Е)  $S_2 < S_1$ .

Какие из этих соотношений являются правильными?

Ответы: а) А, Г; б) А, Е; в) А, Д; г) Б, Д; д) Б, Е; е) Б, Г; ж) В, Е; з) В, Д; и) В, Г;

18. На рисунке представлен график функции распределения Максвелла молекул идеального газа по величинам скоростей. Среди отмеченных на нем скоростей  $v_i$  имеются величины средней, средней квадратичной и наиболее вероятной скорости молекул газа. Безразмерное отношение  $v_3 \cdot v_4 / (v_2)^2$



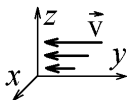
равно: а)  $\sqrt{\frac{3\pi^2}{32}}$ ; б)  $\sqrt{\frac{8}{\pi}}$ ; в)  $\sqrt{\frac{3\pi^2}{64}}$ ; г)  $\sqrt{\frac{16}{9\pi}}$ ; д)  $\sqrt{\frac{3\pi}{16}}$ ; е)  $\sqrt{\frac{6}{\pi}}$ ;

ж)  $\sqrt{\frac{8}{9\pi}}$ ; з)  $\sqrt{\frac{8\pi}{3}}$ ; и) другой ответ;

19. Давление газа, совершающего изотермический процесс, уменьшилось в 2 раза. При этом средняя длина свободного пробега молекул газа:

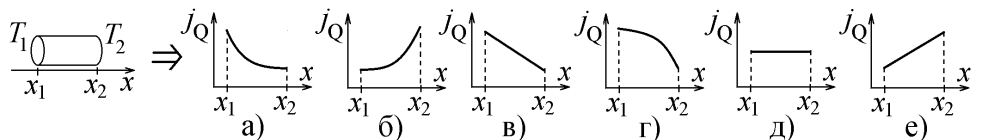
а) увеличилась в 4 раза; б) увеличилась в 2 раза; в) практически не изменилась; г) уменьшилась в 2 раза; д) уменьшилась в 4 раза;

20. В потоке газа, направленном против оси  $y$ , величина скорости газа растет в положительном направлении оси  $z$ . Перенос импульса направленного движения газа происходит:



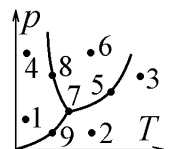
а) вдоль оси  $x$ ; б) против оси  $x$ ; в) вдоль оси  $y$ ; г) против оси  $y$ ; д) вдоль оси  $z$ ; е) против оси  $z$ ; ж) другой ответ;

21. Материал стержня, изображенного на левом рисунке, имеет всюду одинаковый, не зависящий



от температуры коэффициент теплопроводности. Концы стержня поддерживаются при разных температурах  $T_1 = 400$  К и  $T_2 = 300$  К. Укажите правильный график зависимости величины плотности потока тепла  $j_Q$  от расстояния  $x$  вдоль его оси:

22. На рисунке приведена диаграмма состояний вещества  $H_2O$  с кривыми раздела твердой, жидкой и газообразной фаз. Какая точка (или точки) на диаграмме соответствует состоянию кипящей воды?



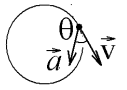
а) 1; б) 2; в) 3; г) 4; д) 5; е) 6; ж) 7; з) 8; и) 9; к) 2 и 3; л) 1 и 4;

### Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ОПК-1 (контролируемый индикатор достижения компетенции ОПК-1.2)

*Пример:* Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ОПК-1 (контролируемый индикатор достижения компетенции ОПК-1.2)

1. Материальная точка движется так, что с течением времени её координаты изменяются по законам:  $x = 2t + 6t^2 - 4t^3$ ,  $y = 5t^2 - 4t^3 + 1,5t^4$  и  $z = 4 + 8t - 2t^2$ . Вычислите модуль скорости материальной точки в момент времени  $t = 6$  с.

2. При движении материальной точки по круговой траектории её тангенциальное ускорение и нормальное ускорение возрастают со временем  $t$  по линейному закону:  $a_\tau = \text{const} \cdot t$ ,  $a_n = \text{const} \cdot t$ . При этом величина тангенса  $\text{tg } \theta$  угла между вектором  $\vec{v}$  скорости точки и вектором её полного ускорения  $\vec{a}$  будет изменяться со временем по закону:



а)  $\sim \frac{1}{t}$ ; б)  $\sim t^2$ ; в)  $\sim t$ ; г)  $\sim \frac{1}{t^3}$ ; д)  $\sim \frac{1}{t^2}$ ; е)  $\sim t^3$ ; ж)  $\text{tg } \theta$  не изменяется;

з) такое движение невозможно;

3. Материальная точка движется вдоль криволинейной траектории, причем величина (модуль) скорости этой точки меняется со временем  $t$  по закону  $v(t) = At^2 - Bt + C$ , где  $A, B, C$  – постоянные величины, не равные нулю. В какой момент времени  $t$  вектор полного ускорения точки будет перпендикулярен траектории?

а) при  $t = \frac{B}{A}$ ; б) при  $t = \frac{2A}{B}$ ;

в) при  $t = \sqrt{B^2 - 4AC}$ ; г) при  $t = \frac{A}{2B}$ ; д) при  $t = \frac{B}{2A}$ ; е) при  $t = 0$ ;

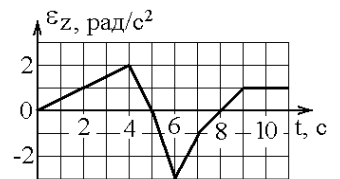
ж) в любой момент времени вектор ускорения не перпендикулярен к траектории;

4. Частица движется вдоль окружности с радиусом 1 м в соответствии с уравнением

$\varphi(t) = 2\pi(t^3 - 24t^2 + 24t - 12)$ , где  $\varphi$  – угол в радианах,  $t$  – время в секундах. Величина тангенциального (касательного к траектории) ускорения частицы равна нулю в момент времени (в секундах), равный:

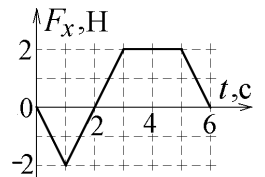
а) 1; б) 2; в) 3; г) 4; д) 6; е) 8; ж) нет правильного ответа;

5. Диск радиуса  $R$  начинает вращаться из состояния покоя в горизонтальной плоскости вокруг оси  $z$ , проходящей перпендикулярно его плоскости через его центр. Зависимость проекции углового ускорения от времени показана на графике. В какой момент времени величина (модуль) тангенциального ускорения точки на краю диска достигнет максимальной величины?



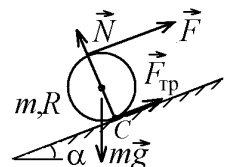
а) 11 с; б) 6; в) 5 с; г) 4 с;

6. На физическое тело действует сила. Зависимость от времени её проекции на ось  $x$  показана на рисунке. В начальный момент времени  $t_0 = 0$  проекция импульса тела на ось  $x$  была равна нулю. Чему она будет равна в момент  $t = 6$  с?



а) 0 кг·м/с; б) 1 кг·м/с; в) 2 кг·м/с; г) 3 кг·м/с; д) 4 кг·м/с;  
е) 5 кг·м/с; ж) 6 кг·м/с; з) 8 кг·м/с; и) нет правильного ответа;

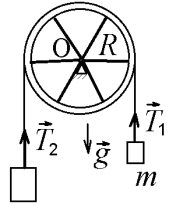
7. По наклонной плоскости, образующей угол  $\alpha$  с горизонтом тянут за намотанную нить вдоль плоскости с силой  $F$  цилиндр массы  $m$  и радиуса  $R$  (см. рисунок). Цилиндр катится без проскальзывания. На него действует сила тяжести  $mg$ , сила трения  $F_{\text{тр}}$  и сила реакции  $N$  со стороны плоскости. Используя только приведенные данные, запишите выражение для углового



ускорения цилиндра вокруг горизонтальной оси, проходящей через точку касания  $C$  цилиндра и плоскости.

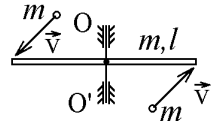
$$\begin{aligned} \text{а) } \varepsilon &= \frac{3F - 2mg \sin \alpha}{4mR}; & \text{б) } \varepsilon &= \frac{F + F_{\text{тр}} - 2mg \sin \alpha}{3mR}; & \text{в) } \varepsilon &= \frac{4F - 2mg \sin \alpha}{3mR}; \\ \text{г) } \varepsilon &= \frac{F + F_{\text{тр}} - 2mg \sin \alpha}{2mR}; & \text{д) } \varepsilon &= \frac{2F - mg \sin \alpha}{3mR}; & \text{е) } \varepsilon &= \frac{4F - 2mg \cos \alpha}{3mR}; \end{aligned}$$

8. Шкив радиуса  $R$  может вращаться без трения вокруг горизонтальной закрепленной оси симметрии, проходящей через его центр  $O$ . Через шкив перекинута нить, к концам которой подвешены грузы разной массы. Масса меньшего груза равна  $m$ , а нить тянет его с силой  $T_1 = mg/2$ , где  $g$  – ускорение свободного падения. Сила натяжения нити, действующая на второй груз равна  $T_2 = 3mg$ . Нить движется вместе с вращающимся ободом шкива не проскальзывая. Запишите уравнения динамики вращательного и поступательного движения, с их помощью получите выражение момента инерции шкива, записанное через величины  $m$  и  $R$ , и укажите правильный ответ:



$$\text{а) } I = 5mR^2/2; \quad \text{б) } I = 2mR^2; \quad \text{в) } I = 5mR^2; \quad \text{г) } I = 3mR^2; \quad \text{д) } I = 2mR^2/5; \quad \text{е) } I = mR^2;$$

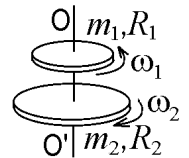
9. Покоящийся стержень массы  $m$  и длины  $l$  способен вращаться вокруг перпендикулярной закрепленной оси  $OO'$ , проходящей через его центр. В противоположные края стержня одновременно врезаются маленькие пластилиновые шарики с теми же массами  $m$ , летевшие навстречу друг другу с одинаковыми по величине скоростями  $\vec{v}$  перпендикулярно как стержню, так и к оси вращения. Шарики прилипают к стержню. Рассчитайте на основании приведенных данных угловую скорость стержня с прилипшими шариками сразу после удара и укажите ответ:



$$\text{а) } \frac{v}{l}; \quad \text{б) } \frac{2v}{3l}; \quad \text{в) } \frac{3v}{2l}; \quad \text{г) } \frac{3v}{8l}; \quad \text{д) } \frac{5v}{6l}; \quad \text{е) } \frac{6v}{5l}; \quad \text{ж) } \frac{9v}{5l}; \quad \text{з) } \frac{7v}{12l}; \quad \text{и) } \frac{12v}{7l}; \quad \text{к) } \frac{3v}{10l};$$

л) другой ответ;

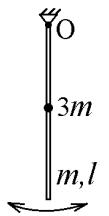
10. Два диска могут вращаться вокруг общей вертикальной оси. Верхний диск с массой  $m_1$  и радиусом  $R_1$  вращался с угловой скоростью  $\omega_1 = \omega$  и упал на нижний диск, имевший массу  $m_2 = 2m_1$ , радиус  $R_2 = 2R_1$  и вращавшийся в противоположную сторону с вдвое большей угловой скоростью  $\omega_2 = 2\omega$ .



Диски слипаются. Рассчитайте на основании приведенных данных их общую угловую скорость и укажите правильный ответ:

$$\text{а) } \omega; \quad \text{б) } 7\omega/9; \quad \text{в) } 5\omega/9; \quad \text{г) } 9\omega/5; \quad \text{д) } \omega/9; \quad \text{е) } 3\omega/5; \quad \text{ж) } \omega/5; \quad \text{з) } \omega/3; \quad \text{и) } 17\omega/9; \quad \text{к) } 5\omega/3; \quad \text{л) } 7\omega/5; \quad \text{м) правильного ответа нет (приведите его);}$$

11. Тонкий стержень массы  $m$  и длины  $l$  может совершать незатухающие колебания вокруг горизонтальной оси подвеса  $O$ , проходящей через край стержня. В центре стержня прикреплен маленький грузик массы  $3m$ . Рассчитайте на основании этих данных величину периода малых колебаний такого маятника и укажите правильный ответ ( $g$  – ускорение свободного падения):

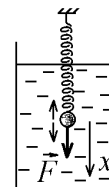


$$\text{а) } 2\pi\sqrt{\frac{2l}{3g}}; \quad \text{б) } 2\pi\sqrt{\frac{13l}{24g}}; \quad \text{в) } 2\pi\sqrt{\frac{13l}{12g}}; \quad \text{г) } 2\pi\sqrt{\frac{7l}{12g}}; \quad \text{д) } 2\pi\sqrt{\frac{8l}{9g}}; \quad \text{е) } 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}};$$

$$\text{ж) } 2\pi\sqrt{\frac{5l}{9g}}; \quad \text{з) } 2\pi\sqrt{\frac{17l}{12g}}; \quad \text{и) нет правильного ответа (приведите его);}$$



12. Грузик на пружинке совершает вынужденные вертикальные затухающие колебания в вязкой жидкости под действием внешней силой, меняющейся со временем по гармоническому закону:  $F_x(t) = F_0 \cos(\omega t)$ . Оказывается, что амплитуда смещения грузика из положения равновесия максимальна при частоте  $\omega = b$ , а амплитуда скорости грузика максимальна при частоте  $\omega = a$ , причем  $a = 4b$ . Рассчитайте на основании этих данных величину коэффициента затухания  $\beta$  собственных колебаний такого пружинного маятника в данной жидкости и укажите правильный ответ:



- а)  $b$ ; б)  $\sqrt{\frac{3}{2}}b$ ; в)  $\frac{\sqrt{3}}{2}b$ ; г)  $2b$ ; д)  $\frac{\sqrt{5}}{2}b$ ; е)  $\sqrt{\frac{5}{2}}b$ ; ж)  $\frac{\sqrt{10}}{2}b$ ; з)  $\sqrt{5}b$ ;  
и)  $\sqrt{\frac{15}{2}}b$ ; к)  $\frac{\sqrt{18}}{2}b$ ; л) нет правильного ответа (приведите его);

13. Покоящаяся частица живет до распада время  $\Delta t$ . Неподвижный наблюдатель в лабораторной системе отсчета заметил, что такая же частица, летящая с огромной скоростью, распалась спустя время  $3\Delta t$  после образования. Определите и укажите, чему равна релятивистская полная энергия этой частицы, если её энергия покоя равна  $E_{\text{пок}} = 6$  нДж?

- а) 12 нДж; б) 9 нДж; в)  $6\sqrt{3}$  нДж; г) 54 нДж; д) 18 нДж; е) 27 нДж;  
ж) нет правильного ответа;

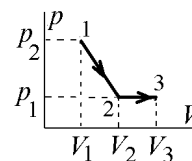
14. Идеальный газ находился в сосуде под поршнем. Поршень сжали, уменьшив объем сосуда в 2 раза при неизменной температуре, и при этом выпустили из сосуда половину массы находившегося там газа. Как при этом изменилось давление газа, оставшегося в сосуде?

- а) увеличилось в 4 раза; б) увеличилось в 2 раза; в) уменьшилось в 4 раза;  
г) уменьшилось в 2 раза; д) увеличилось в 16 раз; е) не изменилось;  
ж) уменьшилось в 16 раз;

15. Как изменится давление газа, если увеличить его объем в 4 раза в процессе, при котором соотношение между температурой и объемом газа  $T^2/V = \text{const}$ :

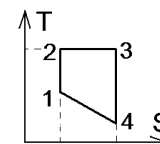
- а) увеличится в 8 раз; б) увеличится в 4 раза; в) увеличится в 2 раза; г) не изменится;  
д) уменьшится в 2 раза; е) уменьшится в 4 раза; ж) уменьшится в 8 раз; з) нет правильного ответа;

16. Идеальный газ совершает процесс  $1 \rightarrow 2 \rightarrow 3$ , изображенный на диаграмме  $p$ - $V$ , где  $p_2 = 4p_1$ ,  $V_2 = 2V_1$ ,  $V_3 = 3V_1$ ,  $p_1 = 10^5$  Па,  $V_1 = 1$  литр. За время этого процесса внутренняя энергия газа уменьшается на величину 150 Дж. Какое тепло получает газ за время процесса  $1 \rightarrow 2 \rightarrow 3$ ?



- а) 150 Дж; б) 200 Дж; в) 250 Дж; г) 300 Дж; д) 350 Дж; е) 400 Дж; ж) 450 Дж;  
з) другой ответ;

17. На рисунке представлен прямой цикл тепловой машины в координатах  $T$  -  $S$ , где  $T$  - термодинамическая температура,  $S$  - энтропия. Укажите участки, на которых теплота поступает в рабочее тело машины от нагревателей, и участки, где теплота отдается холодильнику:

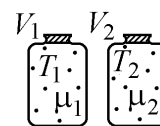


- а) 12, 23 - поступает; 34, 41 - отдается;  
б) 12, 23, 41 - поступает; 34 - отдается;  
в) 12, 41 - поступает; 34 - отдается; г) 23 - поступает; 41 - отдается;

18. Давление воздуха в атмосфере с температурой  $T$  уменьшится в 2 раза, если подняться на высоту ( $\mu$  - молярная масса воздуха,  $R$  - универсальная газовая постоянная):

а)  $h = \frac{\mu g}{RT} \exp(2)$ ; б)  $h = \frac{2RT}{\mu g}$ ; в)  $h = \frac{RT}{\mu g} \ln 2$ ; г)  $h = \frac{\mu g}{RT \ln 2}$ ; д)  $h = \frac{RT}{\mu g} \exp(2)$   
 е)  $h = \frac{RT}{2\mu g}$

19. В двух закрытых сосудах с одинаковым объемом  $V_1 = V_2$  при одинаковых температурах  $T_1 = T_2$  находятся разные газы: в первом (левом) сосуде – 1 моль метана  $\text{CH}_4$  с молярной массой  $\mu_1 = 16$  г/моль, во втором (правом) сосуде – 8 молей гелия с молярной массой  $\mu_2 = 4$  г/моль. Чему равно отношение  $\Delta N_1 / \Delta N_2$  числа соударений молекул с одинаковым участком стенки с площадью  $\Delta S$  за одинаковое время  $\Delta t$  в этих сосудах?

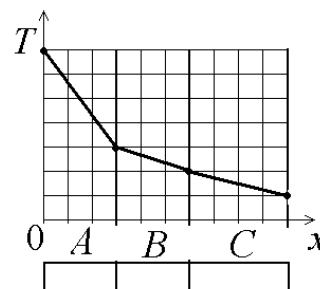


а) 256; б) 16; в) 4; г) 2; д) 1; е) 1/2; ж) 1/4; з) 1/16; и) 1/256;  
 к) другой ответ;

20. Давление газа, совершающего изотермический процесс, увеличилось в 2 раза. При этом средняя длина свободного пробега молекул газа:

а) увеличилась в 4 раза; б) увеличилась в 2 раза; в) практически не изменилась;  
 г) уменьшилась в 2 раза; д) уменьшилась в 4 раза.

21. Стержень, изображенный на нижнем рисунке, состоит из трех частей А, В и С из разных материалов одного сечения. На верхнем рисунке изображен график зависимости температуры внутри стержня  $T$  от координаты в установившемся тепловом процессе. Рассчитайте на основании данных из графика во сколько раз отличается самый большой и самый маленький коэффициент теплопроводности из трех материалов  $\kappa_A, \kappa_B, \kappa_C$



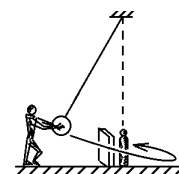
### Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ОПК-1 (контролируемый индикатор достижения компетенции ОПК-1.3)

**Пример: Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ОПК-1 (контролируемый индикатор достижения компетенции ОПК-1.3)**

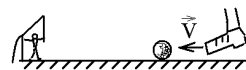
1. Стоявшая автомашина начинает двигаться с ускорением  $\vec{a}$ . Первый наблюдатель считает, что причиной этого является трение колес о поверхность дороги, поскольку других сил, тянущих автомобиль вперед нет. Второй уверен в том, что трение может только затормозить движение автомобиля, но никак не ускорить. Выскажите своё мнение о том, кто из наблюдателей прав. Оцените роль трения колес о дорогу: будет оно причиной ускорения или замедления автомобиля. Ответ обоснуйте с помощью физических законов и формул.



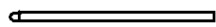
2. В аттракционе человек должен отвести тяжелый шар, подвешенный на шнуре и толкнуть его так, чтобы во время возвратного движения шар сбил кеглю, стоящую прямо под точкой, в которой шнур подвешен к потолку (перед кеглей стоит препятствие, не позволяющее сбить её прямым ударом). Оценить возможность сбить шаром кеглю в таком аттракционе. Как следует толкать шар? Ответ обоснуйте с помощью физических законов и формул.



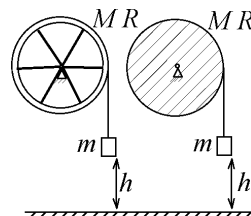
3. Футболист бьёт пенальти. В момент удара нога футболиста имеет скорость  $v$ , а масса бьющей по мячу ноги во много раз больше массы мяча. Предложите способ, позволяющий с помощью законов механики найти скорость мяча после удара и найдите эту скорость.



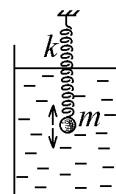
4. Имеется металлический стержень, который можно подвесить за крючок на конце. Линейки под рукой нет, но имеются часы. Предложите процедуру определения длины стержня с помощью имеющихся часов. Обоснуйте предложенную процедуру формулами, позволяющими вычислить требуемую длину стержня.



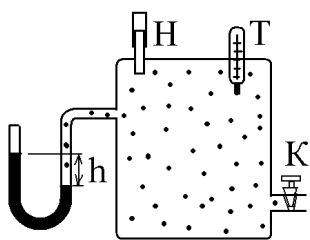
5. На обод колеса со спицами и на обод сплошного диска того же радиуса  $R$  и той же массы  $M$  намотаны невесомые нити, к которым прикреплены одинаковые грузы массой  $m$ . И колесо, и диск могут вращаться вокруг горизонтальной закрепленной оси симметрии без трения и первоначально покоятся, а грузы находятся на одинаковой высоте  $h$  над полом. Оцените, какой из грузов быстрее упадет на пол после начала движения. Ответ обоснуйте с помощью физических законов и формул.



6. Шарик, подвешенный на невесомой пружинке совершает вертикальные колебания в глицерине. Утверждается, что после того, как в глицерин добавили воду, а шарик подвесили на другой пружинке с меньшей жесткостью, он перестал совершать колебания. Выскажите своё суждение о возможности или невозможности такого результата. Найдите в сделанном утверждении те факторы, которые могли или не могли привести к данному результату. Ответ обоснуйте с помощью физических законов и формул.



7. Некоторое количество газа следует перевести из состояния с давлением  $p_1$  и объемом  $V_1$  в состояние с давлением  $p_2 = 2p_1$  и с объемом  $V_2 = 2V_1$ . Это можно сделать используя (комбинируя) **только два** обратимых процесса из четырех перечисленных: изотермический, изобарический, изохорический и адиабатический процессы. Необходимо найти такую комбинацию из двух перечисленных процессов, чтобы газ в результате этих двух процессов перешёл из начального в конечное состояние, совершив при этом наибольшую работу. Изложите своё мнение о том, какая комбинация процессов будет удовлетворять данному условию. Ответ обоснуйте с помощью физических законов и формул, изобразив выбранную комбинацию процессов на диаграмме  $p - V$ .



8. В трубку U-образного манометра, соединенного с сосудом, залита жидкость с неизвестной плотностью  $\rho_{\text{ж}}$ . Поэтому можно измерить разность уровней  $h$  жидкости в манометре, но нельзя определить разность давлений  $\Delta p = \rho_{\text{ж}} g h$  внутри и вне сосуда. С помощью насоса Н можно закачать в сосуд воздух под большим давлением. С помощью крана К можно быстро выпустить закачанный воздух. Термометр Т позволяет точно определить температуру воздуха в сосуде.

Известно, что показатель адиабаты воздуха  $\gamma = 1,4$ , а атмосферное давление равно  $p_{\text{атм}}$ .

Предложите процедуру определения плотности  $\rho_{\text{ж}}$  неизвестной жидкости с помощью данных измерительных приборов. Обоснуйте предложенную процедуру формулами, позволяющими вычислить требуемый результат.

9. При  $20^\circ\text{C}$  плотность воды равна  $\approx 1000 \text{ кг/м}^3$ , плотность подсолнечного масла  $\approx 925 \text{ кг/м}^3$ , плотность нефти  $\approx 830 \text{ кг/м}^3$ , плотность этилового спирта  $\approx 789 \text{ кг/м}^3$ . Тем не менее, более легкий спирт растворяется в воде, а более тяжелые масло и нефть всплывают на

поверхность воды. Выскажите свое суждение о том, какие физические законы приводят к этому результату. Изменение каких величин в этих законах надо принять во внимание и почему?

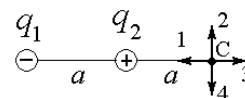
10. Приходя зимой в своё жилище человек может сесть на железный стул, а может – в плюшевое кресло. В первом случае ему будет холодно, а во втором – тепло, хотя температура и стула, и кресла одинакова и равна температуре воздуха в комнате. Определите причину такого различия в результатах и объясните её с помощью законов и формул физики.

### 3 семестр

#### Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ОПК-1 (контролируемый индикатор достижения компетенции ОПК-1.1)

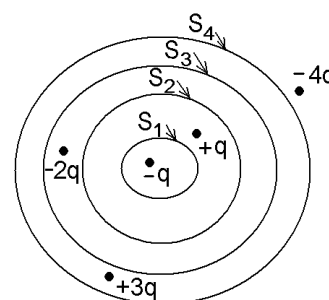
*Пример:* Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ОПК-1 (контролируемый индикатор достижения компетенции ОПК-1.1)

1. Электрическое поле создано точечными зарядами  $q_1$  и  $q_2$ . Если  $q_1 = -q$ ,  $q_2 = +q$ , а расстояние между зарядами и от  $q_2$  до точки С равно  $a$ , то вектор напряженности поля в точке С ориентирован в направлении ...

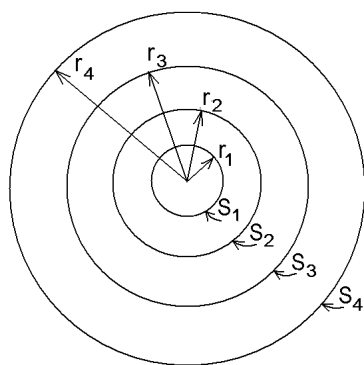


а) 1; б) 2; в) 3; г) 4; д) равен 0

2. Дана система точечных зарядов в вакууме и замкнутые поверхности  $S_1$ ,  $S_2$ ,  $S_3$  и  $S_4$ . Через какую поверхность поток вектора напряженности электростатического поля, созданного этими зарядами, равен  $-2q/\epsilon_0$ :



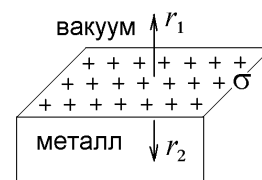
а)  $S_1$ ; б)  $S_2$ ; в)  $S_3$ ; г)  $S_4$ ;



3. В среде, заряженной равномерно с плотностью электрического заряда  $2 \text{ Кл/м}^3$ , проведены четыре сферические замкнутые поверхности  $S_1$ ,  $S_2$ ,  $S_3$  и  $S_4$  с общим центром и с радиусами  $r_1 = 1 \text{ м}$ ,  $r_2 = 2 \text{ м}$ ,  $r_3 = 3 \text{ м}$  и  $r_4 = 4 \text{ м}$  соответственно. Чему равно отношение  $\Phi_4/\Phi_1$  потоков вектора напряженности электростатического поля через поверхности  $S_4$  и  $S_1$  равно:

а) 1; б) 4; в) 16; г) 64;

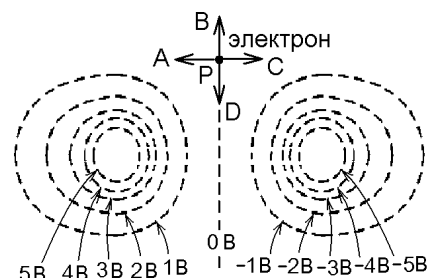
4. По очень протяженной (практически бесконечной) плоской поверхности очень толстой металлической пластины, фрагмент которой показан на рисунке, с одинаковой всюду поверхностной плотностью  $\sigma = \text{const}$  распределен положительный электрический заряд. На расстоянии  $r_1$  с одной стороны поверхности величина напряженности электрического поля, созданного этим зарядом, равна  $E_1$ . На расстоянии  $r_2 = 2r_1$  с другой стороны поверхности величина напряженности равна  $E_2$ .  $\epsilon_0$  – электрическая постоянная. При этом разность величин (модулей) напряженностей  $E_2 - E_1$  равна:



а)  $\frac{\sigma}{\epsilon_0}$ ; б)  $\frac{\sigma}{2\epsilon_0}$ ; в)  $\frac{2\sigma}{\epsilon_0}$ ; г)  $\frac{4\sigma}{\epsilon_0}$ ; д)  $-\frac{\sigma}{\epsilon_0}$ ; е)  $-\frac{\sigma}{2\epsilon_0}$ ; ж)  $-\frac{2\sigma}{\epsilon_0}$ ; з)  $-\frac{4\sigma}{\epsilon_0}$ ; и) 0;

5. На рисунке показаны эквипотенциальные линии электростатического поля и значения потенциала на них. Свободный электрон, покоившийся первоначально в точке  $P$ , указанной на рисунке, начнет двигаться в направлении:

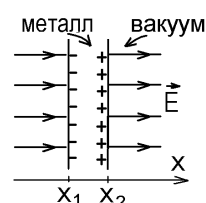
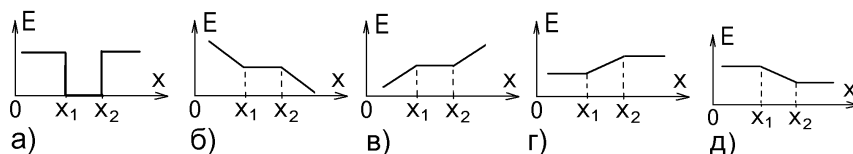
- а)  $A$ ; б)  $B$ ; в)  $C$ ; г)  $D$ ;



6. К концу "В" первоначально незаряженного металлического стержня поднесли положительный точечный заряд  $+q$ , после чего по стержню распределился индуцированный заряд (см. рисунок). Каким станет соотношение между потенциалами противоположных концов стержня:

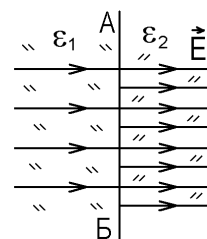
- а)  $\phi_A < \phi_B$  б)  $\phi_A > \phi_B$  в)  $\phi_A = \phi_B$  г) все индуцированные заряды имеют один знак

7. Металлическая пластинка внесена в однородное электрическое поле с напряжённостью  $E$  и на ней появляется индуцированный электрический заряд, показанный на рисунке. Каким будет график зависимости величины напряжённости электрического поля в зависимости от координаты  $x$ :

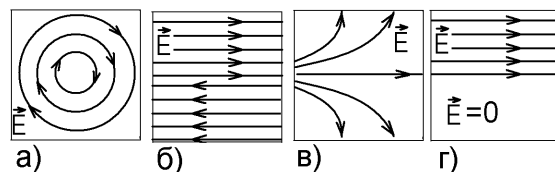


8. Число силовых линий электростатического поля, показанных на рисунке, пропорционально величине напряжённости  $E$  этого поля. Линии  $E$  перпендикулярны к плоской границе  $AB$  раздела двух однородных диэлектрических сред с диэлектрическими проницаемостями  $\epsilon_1$  и  $\epsilon_2$ . Согласно рисунку (выберите правильное утверждение):

- а)  $\epsilon_2/\epsilon_1 = 2$ ; б) указанный на рисунке вид линий  $E$  невозможен; в) на границе  $AB$  образуется двойной электрический слой из связанного заряда, причем суммарный заряд этого слоя положителен; г) на границе  $AB$  образуется двойной электрический слой из связанного заряда, причем суммарный заряд этого слоя отрицателен.

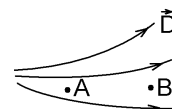


9. На рисунках приведены картины силовых линий для фрагментов некоторых электрических полей. Какой из приведенных фрагментов может соответствовать электростатическому полю (использовать теорему о циркуляции):



10. На рисунке показаны линии вектора  $D$  электрической индукции электростатического поля в однородной среде. Укажите верное соотношение между плотностью энергии  $w$  такого поля в точках  $A$  и  $B$ :

- а)  $w_A > w_B$ ; б)  $w_A = w_B$ ; в)  $w_A < w_B$ ; г) недостаточно данных;



11. Ток  $I$ , текущий по проводнику меняется со временем  $t$  по закону, изображённому на рис.1. Укажите, по какому закону будет меняться со временем  $t$  величина джоулева тепла  $Q$ , выделяющегося в проводнике:

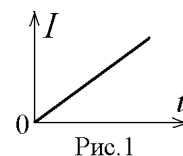
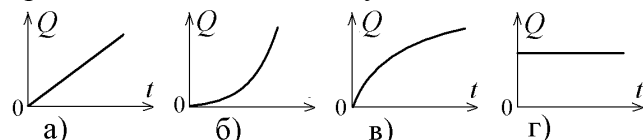


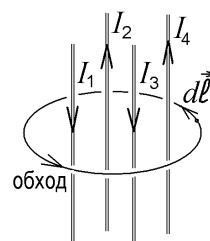
Рис. 1

12. Укажите уравнение, выражающее теорему Гаусса для магнитного поля:

- а)  $\oint_S \vec{B} d\vec{S} = \mu\mu_0 \sum I_i$ ; б)  $\oint_l \vec{B} d\vec{l} = \mu\mu_0 \sum I_i$ ; в)  $\oint_l \vec{B} d\vec{l} = 0$ ; г)  $\oint_S \vec{B} d\vec{S} = 0$ ;

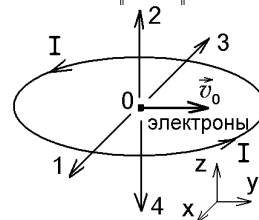
13. Замкнутый контур охватывает проводники с токами  $I_1, I_2, I_3$  и  $I_4$ . Направление обхода контура и направления токов показаны на рисунке. Укажите, чему равна циркуляция вектора индукции магнитного поля по этому контуру, делённая на магнитную постоянную  $\oint \vec{B} d\vec{l} / \mu_0$ :

- а)  $I_1 + I_2 + I_3 + I_4$  б)  $-I_1 - I_2 - I_3 - I_4$  в)  $I_1 - I_2 + I_3 - I_4$  г)  $-I_1 + I_2 - I_3 + I_4$



14. Пучок электронов испускается со скоростью  $\vec{v}_0$  из центра 0 кругового проводника вдоль его радиуса. В проводнике создан ток  $I$ , указанный на рисунке. При этом электронный пучок начинает отклоняться в направлении:

- а) 1; б) 2; в) 3; г) 4;

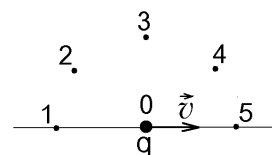


15. Смешанный пучок электронов и положительно заряженных ионов водорода, движущихся в плоскости рисунка с одинаковой скоростью, влетает в масс-спектрометре в перпендикулярное магнитное поле, индукция которого направлена за плоскость рисунка. По каким траекториям движутся частицы в этом поле (выберите правильный рисунок):

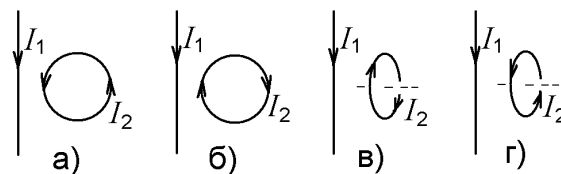
- а) б) в) г)

16. Нерелятивистская частица с электрическим зарядом  $q$  движется с постоянной скоростью  $v$  вдоль прямой линии. В какой из указанных на рисунке точек, находящихся на одинаковом расстоянии от точки 0 положения частицы, величина индукции созданного её движением магнитного поля будет иметь наименьшее значение:

- а) в точке 1 б) в точках 2 и 4 в) в точке 3 г) в точках 1 и 5 д) в точке 5



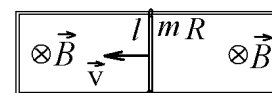
17. Рядом с бесконечным прямым проводником с током  $I_1$  расположен круговой виток с током  $I_2$ . Укажите правильное положение витка с током, в которое он будет поворачиваться под действием магнитных сил:



18. Какая из приведенных ниже формул выражает закон Фарадея для электромагнитной индукции?

- а)  $\mathcal{E} = \int_1^2 \vec{E}_{\text{стор}} d\vec{l}$ ; б)  $\mathcal{E} = -\frac{d}{dt} \int_S \vec{B} d\vec{S}$ ; в)  $\mathcal{E} = I(R + r)$ ; г)  $\sum \mathcal{E}_i = \sum I_i R_i$ ;

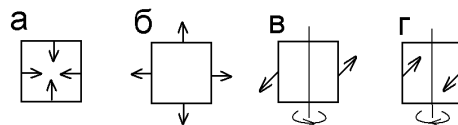
19. П-образная рамка расположена в горизонтальной плоскости, не имеет сопротивления и находится в постоянном однородном магнитном поле, линии индукции  $\vec{B}$  которого перпендикулярны к плоскости рамки и направлены за плоскость рисунка. По рамке без трения может двигаться поперечная перекладина с массой  $m$ , длиной  $l$  и сопротивлением  $R$ . Перекладину



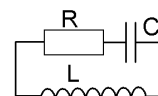
толкнули влево с начальной скоростью  $\vec{v}$ . При этом по замкнутому контуру, образованному рамкой и перекладиной будет протекать индукционный ток, величина которого со временем ..... и который обтекает контур .....(выберите правильное утверждение):

- а) уменьшается .... по часовой стрелке;      б) уменьшается ..... против часовой стрелки;  
 в) возрастает ..... по часовой стрелке;      г) возрастает ..... против часовой стрелки;  
 д) не изменяется ... по часовой стрелке;      е) не изменяется ..... против часовой стрелки;

20. Из медной проволоки сделали замкнутый квадратный контур и поместили его рядом с прямолинейным током, протекающим параллельно стороне квадрата, как показано на левом рисунке. Выберите правильное направление сил Ампера, действующих на контур, когда величину силы тока начинают медленно уменьшать.

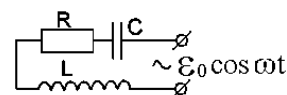


21. В электрическом колебательном контуре с индуктивностью  $L$ , ёмкостью  $C$  и резистором  $R$  происходят собственные затухающие электрические колебания с частотой  $\omega$  и с коэффициентом затухания  $\beta$ . Если величину ёмкости  $C$  увеличить при неизменных величинах  $R$  и  $L$ , то (выберите правильное утверждение):



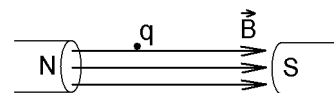
- а)  $\omega$  уменьшается,  $\beta$  не меняется;      б)  $\omega$  уменьшается,  $\beta$  растёт;      в)  $\omega$  растёт,  $\beta$  не меняется;  
 г)  $\omega$  не меняется,  $\beta$  уменьшается;      д)  $\omega$  растёт,  $\beta$  уменьшается;      е)  $\omega$  не меняется,  $\beta$  растёт;

22. Выберите правильную формулу циклической частоты  $\omega$  при резонансе тока в контуре, изображенном на рисунке



- а)  $\frac{1}{\sqrt{LC}}$ ;      б)  $\sqrt{\frac{1}{LC} - \frac{R^2}{L^2}}$ ;      в)  $\sqrt{LC}$ ;      г)  $\sqrt{\frac{1}{LC} - \frac{R^2}{4L^2}}$ ;  
 д)  $\sqrt{\frac{1}{LC} - \frac{R^2}{2L^2}}$ ;      е)  $\sqrt{\left(\frac{1}{LC}\right)^2 - \left(\frac{R}{2L}\right)^2}$ ;

23. Величина индукции магнитного поля  $\vec{B}$  между полюсами начинает равномерно расти со временем. При этом (выберите правильное утверждение):



- а) возникает электрическое поле, силовые линии которого образуют круги с осью, совпадающей с осью электромагнита  
 б) возникает электрическое поле, силовые линии которого параллельны линиям  $\vec{B}$   
 в) возникает электрическое поле, силовые линии которого направлены по радиусам от оси электромагнита  
 г) в случае равномерного роста  $\vec{B}$  электрическое поле возникать не может

24. Какие из приведенных ниже в дифференциальной форме уравнений системы Максвелла записаны с ошибкой (неверно):

- 1)  $\text{rot } \vec{E} = \frac{\partial \vec{B}}{\partial t}$ ;      2)  $\text{rot } \vec{B} = \frac{\partial \vec{D}}{\partial t} + \vec{j}$ ;      3)  $\text{div } \vec{D} = \rho$ ;      4)  $\text{div } \vec{B} = 0$ ;  
 а) 1 и 4;      б) 2 и 3;      в) 1 и 3;      г) 3 и 4;      д) 2 и 4;      е) 1 и 2;

25. Выберите правильное расположение диапазонов электромагнитных волн в порядке убывания частоты излучения:

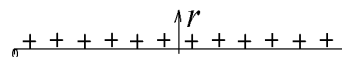
- а) ультракороткие радиоволны, видимый свет, инфракрасное излучение, микроволновый диапазон;  
 б) оптический диапазон, инфракрасный диапазон, микроволновый диапазон, УКВ-диапазон;

- в) инфракрасное излучение, оптический диапазон, ультрафиолетовое излучение, рентгеновское излучение;  
 г) рентгеновское излучение, оптический диапазон, ультрафиолетовое излучение, микроволновый диапазон;

**Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ОПК-1 (контролируемый индикатор достижения компетенции ОПК-1.2)**

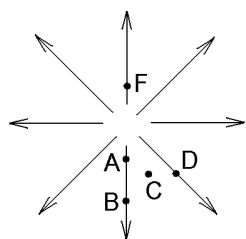
*Пример: Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ОПК-1 (контролируемый индикатор достижения компетенции ОПК-1.2)*

1. По бесконечно длинному и очень тонкому цилиндрическому прямому проводу с одинаковой во всех точках плотностью



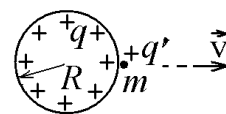
$\rho = \text{const}$  распределен электрический заряд. На расстоянии  $r$  от оси провода величина напряженности электрического поля, созданного этим зарядом, равна  $E$ . Если измерить величину напряженности поля на расстоянии  $2r$  от оси провода, то она окажется равной:

- а)  $E/4$ ; б)  $E/2$ ; в)  $2E$ ; г)  $4E$ ;  
 д) для бесконечного провода напряженность одинакова на любом удалении  $r$  и равна  $E$ ;



2. Силовые линии электростатического поля расходятся в радиальных направлениях. Величина разности потенциалов в этом поле имеет наименьшее значение между следующими точками (выберите правильный ответ):  
 а) А и В; б) А и С; в) А и D; г) А и F;

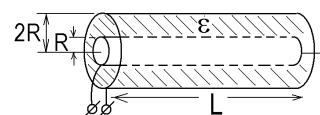
3. Вблизи поверхности закрепленного неподвижного шара, по поверхности которого равномерно распределен электрический заряд  $+q$ , первоначально покоилась свободная частица с массой  $m$  и с положительным зарядом. Удалившись под действием электрических сил со стороны шара на бесконечное расстояние, частица приобретает скорость, равную  $v$ . Получите и укажите правильное выражение для расчета величины заряда  $q'$  частицы:



- а)  $\frac{8\pi\epsilon_0 m v^2 R}{q}$ ; б)  $\frac{4\pi\epsilon_0 m v^2 R}{q}$ ; в)  $\frac{2\pi\epsilon_0 m v^2 R}{q}$ ; г)  $\frac{4\pi\epsilon_0 R}{q m v^2}$ ; д)  $\frac{8\pi\epsilon_0 R}{q m v^2}$ ; е)  $\frac{2\pi\epsilon_0 R}{q m v^2}$ ;

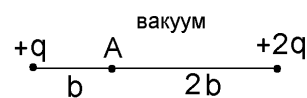
ж) другой ответ;

4. Конденсатор имеет две цилиндрические обкладки с радиусами  $R$  и  $2R$  длиной  $L$  ( $L \gg R$ ), пространство между которыми заполнено однородным диэлектриком. Ёмкость такого конденсатора равна  $C$ . Укажите формулу, по которой можно вычислить проницаемость  $\epsilon$  диэлектрика в таком конденсаторе:



- а)  $\epsilon = \frac{C}{2\pi\epsilon_0 L}$ ; б)  $\epsilon = \frac{C}{2\pi\epsilon_0 R}$ ; в)  $\epsilon = \frac{C \ln 2}{2\pi\epsilon_0 L}$ ; г)  $\epsilon = \frac{2\pi\epsilon_0 L}{C \ln 2}$ ; д)  $\epsilon = \frac{L}{4\pi\epsilon_0 C \ln 2}$ ; е)  $\epsilon = \frac{C \ln 2}{4\pi\epsilon_0 L}$ ;

5. Электростатическое поле создано двумя одинаковыми по знаку зарядами  $+q$  и  $+2q$ . Укажите формулу, по которой следует вычислить плотность энергии такого поля в точке А, находящейся на расстоянии  $b$  от заряда  $+q$  на расстоянии  $2b$  от заряда  $+2q$  (см. рисунок):

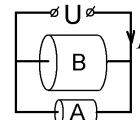


- а)  $w_A = \frac{q^2}{128\pi^2 \epsilon_0 b^4}$ ; б)  $w_A = \frac{q^2}{64\pi^2 \epsilon_0 b^4}$ ; в)  $w_A = \frac{q^2}{32\pi^2 \epsilon_0 b^4}$ ; г)  $w_A = \frac{q^2}{16\pi^2 \epsilon_0 b^4}$ ; д)  $w_A = \frac{q^2}{8\pi^2 \epsilon_0 b^4}$ ;

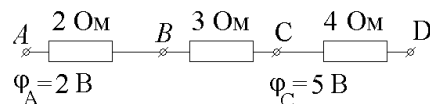


6. Два однородных цилиндра из одинакового материала подключены параллельно к источнику постоянного напряжения. Что можно сказать о соотношении между величинами плотностей тока в цилиндре А и в цилиндре В?

- а)  $j_A < j_B$       б)  $j_A = j_B$       в)  $j_A > j_B$       г) исходя из рисунка, нельзя сказать определенно (надо знать точное соотношение между длиной и площадью цилиндра).



7. В некоторой замкнутой цепи существует участок, состоящий из трех резисторов, соединенных последовательно. В точках соединения резисторов А и С известны потенциалы  $\varphi_A$  и  $\varphi_C$  (см. рис.). Разность потенциалов  $\varphi_D - \varphi_B$  равна...



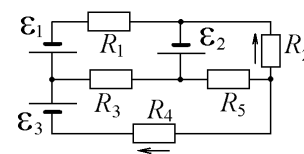
- а)  $-4,2$  В;      б)  $7$  В;      в)  $-7$  В;      г)  $4,2$  В;

8. В электрической схеме, показанной на рисунке,

$R_2 = R_3 = R_4 = 10$  Ом,  $\varepsilon_1 = 10$  В,  $\varepsilon_2 = 20$  В,  $\varepsilon_3 = 30$  В. Внутренние

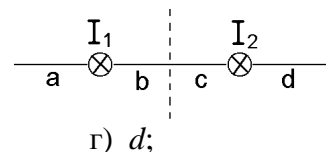
сопротивления источников тока равны нулю. Найдите подходящий замкнутый контур цепи и определите направление и силу тока,

протекающего через резистор  $R_3$ , если через резистор  $R_4$  протекает ток  $2$  А справа налево, а через резистор  $R_2$  протекает ток  $2$  А снизу вверх.



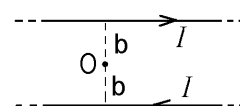
- а)  $1$  А; справа налево;      б)  $1,5$  А; справа налево;      в)  $0,5$  А; справа налево;  
г)  $1$  А; слева направо;      д)  $1,5$  А; слева направо;      е)  $0,5$  А; справа налево;  
ж) ток равен нулю;

9. На рисунке изображены сечения двух параллельных прямолинейных длинных проводников с одина направленными токами, причем  $I_1 = 2I_2$ . Индукция  $\vec{B}$  магнитного поля этих токов равна нулю в некоторой точке участка:



- а)  $a$ ;      б)  $b$ ;      в)  $c$ ;      г)  $d$ ;

10. По двум параллельным прямым бесконечным проводникам текут токи одинаковой величины  $I$  так, как показано на рисунке. Чему равна индукция магнитного поля, созданного этими токами в точке О на одинаковых расстояниях  $b$  от обоих проводников:



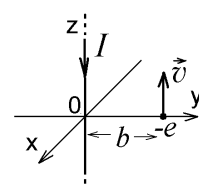
- а)  $B = \frac{\mu_0 I}{4b}$ ;      б)  $B = \frac{\mu_0 I}{2b}$ ;      в)  $B = \frac{\mu_0 I}{b}$ ;      г)  $B = \frac{\mu_0 I}{4\pi b}$ ;      д)  $B = \frac{\mu_0 I}{2\pi b}$ ;      е)  $B = \frac{\mu_0 I}{\pi b}$ ;      ж)  $0$ ;

11. Замкнутый контур охватывает прямые проводники с токами  $I_1, I_2, I_3$  и  $I_4$ . Этот контур, направление его обхода и направления токов указаны на рисунке. Укажите, ему равна циркуляция вектора индукции магнитного поля по этому контуру, делённая на магнитную постоянную  $\oint \vec{B} d\vec{l} / \mu_0$ :



- а)  $I_1 - I_2 - I_3 - I_4$       б)  $-I_1 + I_2 + I_3 + I_4$       в)  $I_1 - I_2 - 2I_3 - 2I_4$       г)  $-I_1 + I_2 + 2I_3 + 2I_4$       д)  $I_1 + I_2 + 2I_3 + 2I_4$       е)  $-I_1 - I_2 - 2I_3 - 2I_4$

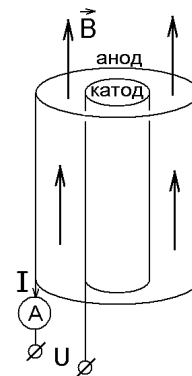
12. Ток  $I$  в прямом бесконечном проводнике течёт против оси  $z$ . Электрон с зарядом  $-e$ , находящийся на оси  $y$  на расстоянии  $b$  от начала координат О, движется со скоростью  $\vec{v}$  в противоположном направлении (см. рисунок). Чему равна проекция на ось  $y$  магнитной силы, действующей на электрон со стороны тока:



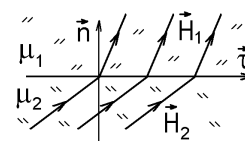
- а)  $F_y = \frac{\mu_0 e I v}{2b}$       б)  $F_y = -\frac{\mu_0 e I v}{2b}$       в)  $F_y = \frac{\mu_0 e I v}{2\pi b}$       г)  $F_y = -\frac{\mu_0 e I v}{2\pi b}$       д)  $F_y = 0$

13. В пространстве между коаксиальными длинными цилиндрическими катодом и анодом создано однородное магнитное поле  $\vec{B}$ , параллельное их оси. Между анодом и катодом приложено прямое напряжение  $U$ , приводящее к появлению анодного тока  $I$  в цепи. Выберите правильное утверждение:

- а) величина тока  $I$  одинакова при любых значениях индукции магнитного поля  $B$ ;  
 б) с уменьшением величины индукции магнитного поля  $B$  величина тока  $I$  монотонно уменьшается;  
 в) с ростом величины индукции магнитного поля  $B$  величина тока  $I$  неограниченно возрастает;  
 г) величина тока  $I$  при небольших значениях индукции магнитного поля  $B$  постоянна, а затем начинает монотонно уменьшаться до нуля с ростом  $B$ ;

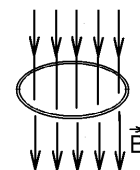


14. На рисунке показаны линии вектора напряженности  $\vec{H}$  магнитного поля на плоской границе двух однородных магнетиков с магнитными проницаемостями  $\mu_1 = 3$  и  $\mu_2 = 2$ . Проекция этого вектора на нормальное направление  $\vec{n}$  к границе с разных сторон от границы равны  $H_{1n}$  и  $H_{2n}$ . Токи проводимости на границе сред отсутствуют. Чему равна величина  $H_{2n}$ , если  $H_{1n} = 4$  А/м?



- а) 1 А/м      б) 1,5 А/м      в) 2,67 А/м      г) 4 А/м      д) 6 А/м      е) другой ответ

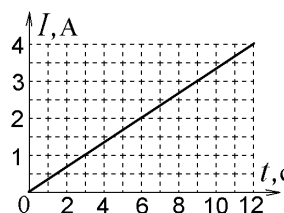
15. Линии индукции  $\vec{B}$  однородного магнитного поля перпендикулярны круговому замкнутому проводящему контуру (см. рисунок). Величина  $B$  меняется со временем  $t$  по закону  $B = B_0 - \beta \cdot t^2$ , где  $\beta$  – положительная константа. При этом в контуре возникает ток, величина которого изменяется со временем  $t$  по закону ..... и который направлен ..... (выберите правильное утверждение, где  $C_1$  и  $C_2$  – положительные константы):



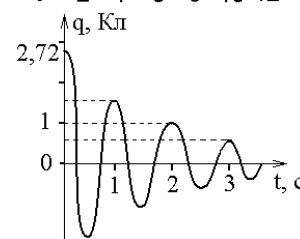
- а)  $I = C_1 - C_2 \cdot t$ , по часовой стрелке;      б)  $I = C_1 - C_2 \cdot t$ , против часовой стрелки;  
 в)  $I = C_1$ , по часовой стрелке;      г)  $I = C_1$ , против часовой стрелки;  
 д)  $I = C_1 \cdot t$ , по часовой стрелке;      е)  $I = C_1 \cdot t$ , против часовой стрелки;

16. По замкнутому проводящему контуру течет ток, величина которого меняется со временем  $t$ , как показано на графике. Определите и укажите величину индуктивности контура, если возникающая в нем ЭДС самоиндукции имеет величину 2 В:

- а) 1 Гн;    б) 2 Гн;    в) 3 Гн;    г) 4 Гн;    д) 6 Гн;    е) 8 Гн;    ж) 12 Гн;

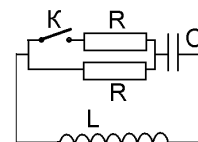


17. Для электрического колебательного контура изображен график собственных затухающих колебаний электрического заряда на конденсаторе, описываемый уравнением  $q(t) = A_0 e^{-t/\tau} \sin(\omega_1 t + \varphi)$  (см. рисунок). Определите величину логарифмического декремента затухания колебаний  $\theta$  (логарифм отношения амплитуды в начальный момент времени к амплитуде через период):



- а) 0,25;    б) 1;    в) 0,333;    г) 0,167;    д) 0,5;    е) 0,667;

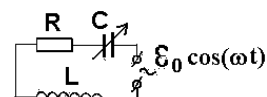
18. При разомкнутом ключе “К” циклическая частота собственных затухающих колебаний в контуре, изображенном на рисунке, определялась параметрами  $\omega_0 = 1/\sqrt{LC}$  и  $\beta = R/2L$ . Ключ “К” замкнули.



Выберите правильную формулу циклической частоты собственных затухающих колебаний в данном контуре после замыкания ключа:

- а)  $\omega_0$ ; б)  $\sqrt{\omega_0^2 - \beta^2}$ ; в)  $\sqrt{\omega_0^2 - 2\beta^2}$ ; г)  $\sqrt{\omega_0^2 - 4\beta^2}$ ; д)  $\sqrt{\omega_0^2 - 16\beta^2}$ ; е)  $\sqrt{\omega_0^2 - \frac{\beta^2}{2}}$ ;  
 ж)  $\sqrt{\omega_0^2 - \frac{\beta^2}{4}}$ ; з)  $\sqrt{\omega_0^2 - \frac{\beta^2}{16}}$ ;

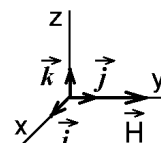
19. В электрический колебательный контур с активным сопротивлением R, ёмкостью C и индуктивностью L, изображенный на рисунке, включен последовательно источник переменного тока с амплитудой  $\varepsilon_0$  и с такой



частотой  $\omega$ , что амплитуда падения напряжения на конденсаторе C достигает максимальной резонансной величины. Ёмкость C переменного конденсатора увеличили в 2 раза. Что надо сделать с параметрами контура, чтобы резонансное увеличение амплитуды падения напряжения на конденсаторе по-прежнему наблюдалось при той же частоте  $\omega$ :

- а) и R, и L увеличить в 2 раза; б) R увеличить, а L уменьшить в 2 раза;  
 в) L увеличить, а R уменьшить в 2 раза; г) и R, и L уменьшить в 2 раза;  
 д) больше ничего не менять; е) нет правильного ответа;

20. Напряженность магнитного поля плоской электромагнитной волны имеет вид  $\vec{H} = \vec{k} H_0 \cos(\omega t + kx)$ . Тогда напряженность  $\vec{E}$  электрического поля этой волны имеет вид ( $\vec{i}, \vec{j}, \vec{k}$  – орты декартовой системы координат):



- а)  $-\vec{j} E_0 \cos(\omega t + kx)$ ; б)  $\vec{k} E_0 \cos(\omega t + kx)$ ; в)  $-\vec{k} E_0 \cos(\omega t + kx)$ ;  
 г)  $\vec{j} E_0 \cos(\omega t + kx)$ ; д) нет правильного ответа;

21. Величина амплитуды вектора Пойнтинга электромагнитной волны, распространяющейся в вакууме, равна  $J_{w0} = 1 \text{ Дж/м}^2\text{с}$ . Известно, что  $\varepsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ Ф/м}$ ;  $\mu_0 = 1,257 \cdot 10^{-6} \text{ Гн/м}$ . Величина амплитуды напряженности магнитного поля этой волны равна:

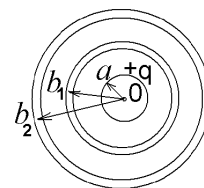
- а)  $2,65 \cdot 10^{-3} \text{ А/м}$ ; б)  $377 \text{ А/м}$ ; в)  $1 \text{ А/м}$ ; г)  $6,64 \cdot 10^{-3} \text{ А/м}$ ; д)  $19,4 \text{ А/м}$ ;  
 е) нет правильного ответа;

### Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ОПК-1 (контролируемый индикатор достижения компетенции ОПК-1.3)

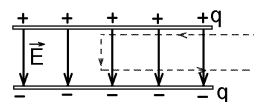
*Пример:* Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ОПК-1 (контролируемый индикатор достижения компетенции ОПК-1.3)

1. Свободная полярная молекула оказалась во внешнем однородном электрическом поле, силовые линии которого перпендикулярны оси z, и повернулась так, что её электрический дипольный момент принял выражение  $\vec{p}_e = -\vec{i}p_0 + \vec{j}p_0$ , где  $p_0$  – положительная константа, а  $\vec{i}$  и  $\vec{j}$  – орты декартовой системы координат. Объясните, как будут направлены силовые линии (линии напряженности  $\vec{E}$ ), нарисуйте эти линии на плоскости xy, укажите их направление и запишите выражение для потенциала данного поля как функции координат. Напряженность поля имеет величину  $E_0$ .

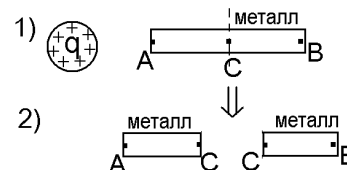
2. На уединенный металлический шар радиуса  $a$  помещен положительный заряд  $+q$ . Шар окружают двумя первоначально незаряженными тонкими металлическими сферами с радиусами  $b_1$  и  $b_2$ . Между всеми проводниками и снаружи внешней сферы – вакуум. Первый экспериментатор утверждает, что замкнутая металлическая поверхность экранирует электростатическое поле, и поэтому вне первой, а тем более вне второй сферы (при  $r > b_2$ ) поле отсутствует. Второй экспериментатор не согласен с ним, и считает, что величины потенциала и напряженности электростатического поля во всех точках вне металла совпадают с величинами для поля точечного заряда  $q$ , а в центре шара  $O$  и напряженность и потенциал равны нулю. Выскажите свое мнение о том, кто из них прав. Если они оба не правы, то предложите своё представление о том, каким должно быть поле в указанном на рисунке случае. Нарисуйте картину силовых линий поля и укажите величину напряженности и потенциала в точках  $r = 0$ ,  $a < r < b_1$ ,  $b_1 < r < b_2$  и  $r > b_2$



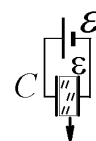
3. Правильно ли изображены линии напряженности  $\vec{E}$  электростатического поля в плоском заряженном конденсаторе? Если да, то чему равна циркуляция вектора  $\vec{E}$  по прямоугольному контуру, изображенному на рисунке штриховой линией, и не нарушает ли полученный результат теореме о циркуляции  $\vec{E}$ ? Если нет – то как правильно нарисовать линии  $\vec{E}$ ? Ответ обосновать и подтвердить формулами.



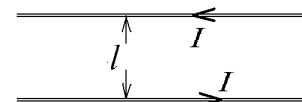
4. В эксперименте первоначально незаряженный металлический стержень АСВ подносят к заряженному телу (1). После этого стержень разделяют на две части АС и СВ, которые разделяют, и переносят разделенные части на очень большое удаление от заряженного тела (2). Выскажите свое мнение о том, какой должна быть разность потенциалов  $\varphi_A - \varphi_B$  в точках А и В на концах стержня до разделения (верхний рисунок) и после разделения и перемещения (нижний рисунок). Определите причины возможного изменения величины  $\varphi_A - \varphi_B$  или отсутствия этого изменения. Ответ обоснуйте физическими законами и принципами.



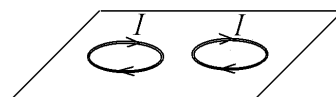
5. Между пластин плоского конденсатора, подключенного к источнику постоянной ЭДС  $\mathcal{E}$ , находился однородный диэлектрик с диэлектрической проницаемостью  $\epsilon$ . При этом ёмкость такого заполненного конденсатора была равна  $C$ . Выскажите свое мнение о том, будет ли диэлектрик выталкиваться электрическими силами из конденсатора или нет, и какую работу надо совершить, чтобы удалить диэлектрик из конденсатора? Ответ обосновать с помощью физических законов и привести формулу для такой работы, выраженную через величины  $\mathcal{E}$ ,  $C$  и  $\epsilon$ .



6. Экспериментатор протянул два тонких параллельных провода на малом расстоянии  $l$  друг от друга и пропускает по проводам токи в разных направлениях, как показано на рисунке, считая, что разнонаправленные проводники с разнонаправленными токами притянутся друг к другу и можно, зная их массу и силу притяжения, найти время, за которое проводники сомкнутся и токи исчезнут. Выскажите своё суждение о правоте или ошибочности заключения экспериментатора. Обоснуйте свои выводы с помощью физических законов, и с помощью формул определите величину и направление сил, действующих на единицу длины проводников.

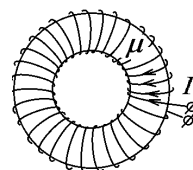


7. На гладкой горизонтальной поверхности рядом лежат два одинаковых витка с одинаковыми по величине и по направлению токами  $I$ . Выскажите свое мнение о том, как будут взаимодействовать друг с другом эти токи: действуют ли между ними силы притяжения? отталкивания? силы взаимодействия равны нулю? Ответ необходимо обосновать с помощью физических законов и формул.

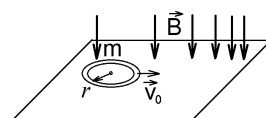


8. По центральной жиле радиуса  $a$  прямого коаксиального кабеля течёт ток  $I$ . такой же ток  $I$  течет по внешнему цилиндрическому слою (“стакану”) радиуса  $b$  навстречу. Нарисуйте график зависимости напряженности поля  $\vec{H}$ , созданного этими токами, от расстояния  $r$  до оси кабеля. Ответ обосновать и подтвердить формулами.

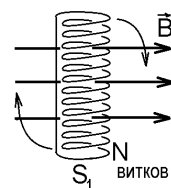
9. На ферромагнитный тороидальный сердечник из материала с магнитной проницаемостью  $\mu$  равномерно намотаны  $N$  витков провода, по которому течет постоянный ток  $I$ . Возникающее в сердечнике магнитное поле имеет вдвое меньшую величину напряженности, чем необходимо для опыта. Экспериментатор считает, что для увеличения напряженности магнитного поля внутри обмотки в 2 раза необходимо увеличить и число витков обмотки, и ток, протекающий по обмотке в два раза, а также намотать провод на такой же по форме и размерам сердечник, но сделанный из материала с вдвое меньшей магнитной проницаемостью. Изложите свое мнение о правоте или ошибочности вывода экспериментатора. Свой ответ обоснуйте с помощью физических законов и подтвердите формулами.



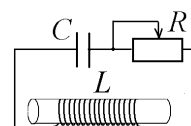
10. Перпендикулярно гладкой горизонтальной плоскости создано перпендикулярно направленное неоднородное магнитное поле с индукцией  $\vec{B}$ , величина которой возрастает, как показано на рисунке. Экспериментатор толкнул железное кольцо с радиусом  $r$  и с массой  $m$  в область более сильного поля с начальной скоростью  $\vec{v}_0$ , чтобы выяснить, что произойдет с движением кольца в дальнейшем. Его интересует, что будет дальше происходить со скоростью кольца: будет она возрастать, уменьшаться или не изменится и будет ли при этом выделяться тепло, если трение кольца о плоскость отсутствует. Изложите свое мнение о том, что будет происходить с кольцом при движении и обоснуйте свои выводы с помощью физических законов, принципов и формул.



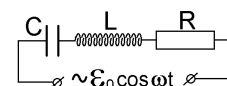
11. Замкнутую накоротко катушку-соленоид из  $N$  витков с сопротивлением  $R$  и с площадью одного витка  $S_1$ , ось которой первоначально была направлена перпендикулярно линиям индукции  $\vec{B}$  постоянного магнитного поля (см. рисунок), поворачивают так, что ось катушки становится параллельной линиям  $\vec{B}$ . Как определить протекший при этом через катушку заряд? Чему он будет равен? Ответ обосновать и подтвердить формулами.



12. Два экспериментатора рассуждают о том, как может изменяться величина  $\theta$  логарифмического декремента затухания собственных электрических колебаний в контуре, изображенном на рисунке, где величины ёмкости конденсатора  $C$  и индуктивности катушки  $L$  фиксированы, а сопротивление реостата  $R$  можно изменять в любых пределах  $0 \leq R \leq \infty$ . Первый экспериментатор считает, что величина  $\theta$  не может превысить некоторого значения, а второй уверен в том, что величина  $\theta$  меняется неограниченно и достигает величины  $\theta = \infty$  при  $R = \infty$ . Выскажите свое мнение о том, кто из них прав или не прав, и обоснуйте свой вывод, получив формулу для пределов изменения величина  $\theta$ . Может ли  $\theta$  стать равной бесконечности, и если да, то при каком значении сопротивления  $R$ ? Нарисуйте приблизительный график зависимости  $\theta$  от  $R$ .



13. В цепь электрического колебательного контура включена внешняя переменная ЭДС с циклической частотой  $\omega$ . Меняя эту частоту, определили, что максимальная величина амплитуды напряжения на конденсаторе  $C$  получается, когда  $\omega = \omega_1$ , а максимальная амплитуда тока в цепи – при  $\omega = \omega_2$ , причем  $\omega_2 - \omega_1 = \omega_1 / 2$ . Как найти соотношение между параметрами цепи  $R$ ,  $L$  и  $C$  при этом условии? Выразите емкость конденсатора  $C$  через сопротивление  $R$  и индуктивность  $L$  катушки. Ответ обосновать и подтвердить формулами



#### 4 семестр

#### Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ОПК-1 (контролируемый индикатор достижения компетенции ОПК-1.1)

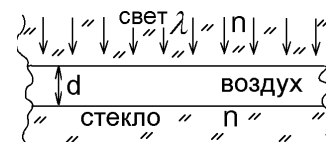
*Пример:* Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ОПК-1 (контролируемый индикатор достижения компетенции ОПК-1.1)

1. На тонкую пленку из прозрачного материала с показателем преломления  $n$ , находящуюся в воздухе, падает сверху белый свет. При этом на поверхности пленки наблюдаются интерференционные полосы. Цветовая окраска участка каждой из полос меняется в направлении справа налево, указанном стрелкой на рисунке следующим образом (выберите ответ):



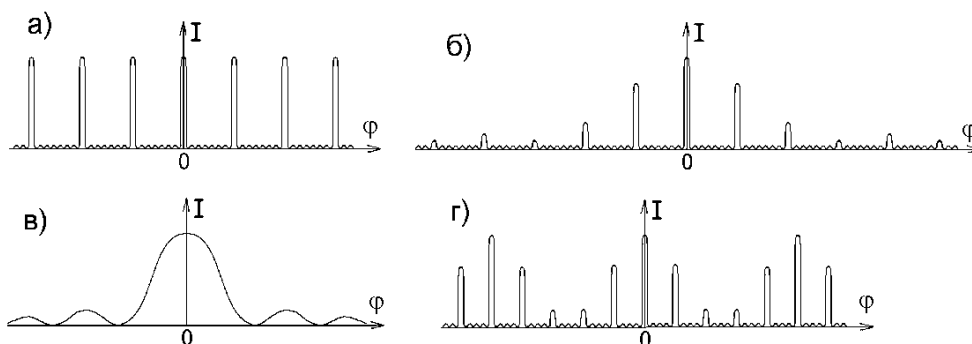
- а) зеленая → синяя → желтая → оранжевая;  
 б) зеленая → желтая → оранжевая → красная;    в) оранжевая → желтая → синяя → зеленая;  
 г) желтая → голубая → зеленая → синяя;    д) красная → оранжевая → желтая → зеленая;  
 е) наблюдаются чередующиеся белые и темные полосы;

2. Монохроматический свет с длиной волны  $\lambda$  распространяется в стекле с показателем преломления  $n = 1,5$  и падает нормально на тонкую воздушную прорезь-прослойку толщины  $d$ . Условием интерференционного максимума для отраженного от прорези света будет (выберите правильный ответ, если  $m$  – целое число).



- а)  $2dn = 2m\lambda$ ;    б)  $2d = (m + 1/2)\lambda$ ;    в)  $2d = 2m\lambda$ ;    г)  $2dn = m\lambda$ ;  
 д)  $2dn = (2m + 1)\lambda$ ;    е)  $d = (m + 1/2)\lambda$ ;    ж)  $2dn = (m + 1/2)\lambda$ ;

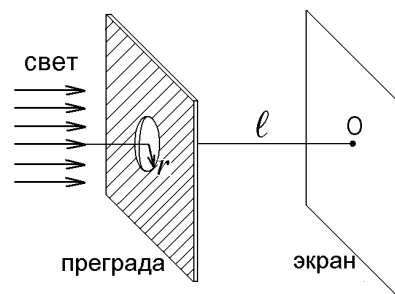
3. На дифракционную решетку падает монохроматический свет. Правильной картиной распределения интенсивности  $I$  света, прошедшего за решетку, от угла отклонения  $\varphi$  от направления падающего света будет (выберите правильный рисунок):



4. На дифракционную решетку падает белый свет со всеми длинами волн. На экране, расположенном за дифракционной решеткой, вблизи центра  $O$  интерференционной картины наблюдаются максимумы освещенности (спектры  $m$ -го порядка). С увеличением порядка спектра  $m$  (выберите правильное утверждение):

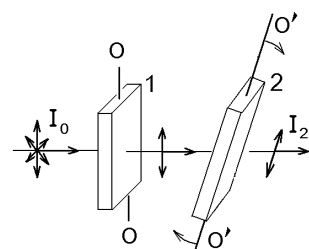
- а) его ширина растёт, а яркость остаётся неизменной
- б) его ширина остаётся неизменной, а яркость уменьшается
- в) его ширина и яркость не изменяются
- г) его ширина и яркость уменьшаются
- д) его ширина увеличивается, а яркость уменьшается

5. Монохроматический свет с длиной волны  $\lambda$  падает нормально на плоскую преграду с прорезанным отверстием радиуса  $r$  (см. рисунок). За преградой на удалении  $l$  установлен параллельный экран. Чтобы в центре экрана  $O$  из-за дифракции света на отверстии наблюдался дифракционный максимум освещенности, расстояние  $l$  должно быть равно (выберите правильный ответ, где  $m$  - целое число):



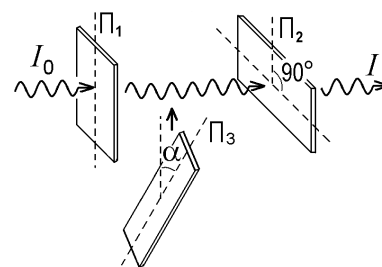
- а)  $\frac{r^2}{\lambda(m + 1/2)}$ ; б)  $\frac{r^2}{2m\lambda}$ ; в)  $\frac{(2m+1)r^2}{\lambda}$ ; г)  $\frac{2mr^2}{\lambda}$ ; д)  $\frac{r^2}{(2m+1)\lambda}$ ;
- е)  $\frac{(m + 1/2)r^2}{\lambda}$ ;

6. На пути луча естественного света с интенсивностью  $I_0$  установлены две пластинки из турмалина. После прохождения пластинки 1 свет полностью плоскополяризован (см.рисунок). Пластика 2 вначале установлена так, что не пропускает света. На какой угол  $\phi$  надо после этого повернуть ось  $O'O'$  второй пластинки 2 вокруг направления распространения луча света, чтобы она стала пропускать свет с интенсивностью  $I_2 = I_0/4$ ?



- а) на  $30^\circ$                       б) на  $45^\circ$                       в) на  $60^\circ$                       г) на  $90^\circ$

7. Естественный свет падает на систему из двух поляризаторов  $\Pi_1$  и  $\Pi_2$ , оси пропускания которых скрещены под углом  $90^\circ$ . Между ними помещают третий поляризатор  $\Pi_3$ , ось пропускания которого составляет угол  $\alpha = 45^\circ$  с осью пропускания первого поляризатора (см.рисунок). Интенсивность света, прошедшего через систему из трех поляризаторов оказалась равной  $I$ . Чему равна интенсивность  $I_0$  падающего на систему света (укажите правильный ответ):

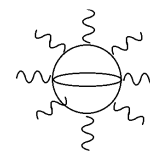


- а)  $I$ ; б)  $\sqrt{2}I$ ; в)  $2I$ ; г)  $2\sqrt{2}I$ ; д)  $8I$ ; е)  $8\sqrt{2}I$ ; ж)  $16I$ ; з) другой ответ;

8. Первоначально с единицы поверхности абсолютно черного тела испускалось тепловое излучение с мощностью  $P_0 = 300$  Вт. Затем мощность этого излучения возросла до величины  $P = 1200$  Вт. Определите, во сколько раз изменилась при этом длина волны, на которую приходится максимум теплового излучения:

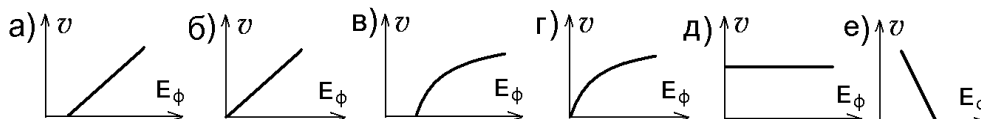
- а) уменьшилась в 16 раз; б) уменьшилась в 4 раза; в) уменьшилась в 2 раза;
- г) уменьшилась в 1,41 раз; д) не изменилась; е) увеличилась в 1,41 раз;
- ж) увеличилась в 2 раза; з) увеличилась в 4 раза; и) увеличилась в 16 раз;

9. Абсолютно черное тело имело форму шара. Затем его объем уменьшили в 8 раз, уменьшив размер диаметра в 2 раза, а температуру  $T$  увеличили в 2 раза. Определите, во сколько раз изменилась величина энергии теплового излучения, испускаемого данным телом по всем направлениям за единицу времени:

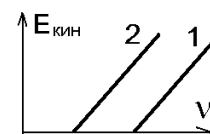


- а) уменьшилась в 16 раз; б) уменьшилась в 8 раз; в) уменьшилась в 4 раза;  
 г) уменьшилась в 2 раза; д) не изменилась; е) увеличилась в 2 раза;  
 ж) увеличилась в 4 раза; з) увеличилась в 8 раз; и) увеличилась в 16 раз;

10. Выберите правильный график зависимости максимально возможной величины скорости  $v$  выбитого из металла электрона от величины энергии  $E_\phi$  падающего на металл фотона при фотоэффекте:



11. Графики зависимости максимально возможной кинетической энергии электронов, выбитых из двух металлов “1” и “2”, от частоты  $\nu$  падающих фотонов имеют вид, изображенный на рисунке. Выберите правильное утверждение:

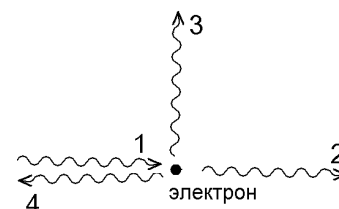


- а) угол наклона обоих графиков к оси  $\nu$  для разных металлов должен быть различным;  
 б) для любых металлов “1” и “2” графики должны совпадать  
 в) работа выхода электрона из металла “1” больше, чем из металла “2”  
 г) работа выхода электрона из металла “1” меньше, чем из металла “2”

12. Известно, что  $E_\phi$  – энергия каждого из падающих на металл фотонов,  $A$  – работа выхода электрона из этого металла,  $E_{\text{кин}}$  – максимально возможное значение кинетической энергии электрона, выбитого из металла;  $h$  – постоянная Планка;  $c$  – скорость света. При этом электроны перестают вылетать из металла при увеличении длины волны падающих фотонов до величины (выберите правильную формулу):

- а)  $\lambda = \frac{ch}{E_\phi}$ ; б)  $\lambda = \frac{ch}{E_{\text{кин}}}$ ; в)  $\lambda = \frac{ch}{A}$ ; г)  $\lambda = \frac{ch}{E_\phi - E_{\text{кин}}}$ ; д)  $\lambda = \frac{ch}{E_\phi - A}$ ;  
 е)  $\lambda = \frac{E_\phi}{ch}$ ; ж)  $\lambda = \frac{A}{ch}$ ; з)  $\lambda = \frac{A}{2\pi ch}$ ; и)  $\lambda = \frac{E_\phi + E_{\text{кин}}}{ch}$ ; к)  $\lambda = \frac{E_\phi + A}{ch}$ ;

13. Фотоны “1” с длиной волны  $\lambda_1$  падают на покоящийся электрон. В результате комптоновского рассеяния таких фотонов от электрона разлетаются фотоны “2”, “3” и “4” с длинами волн  $\lambda_2$ ,  $\lambda_3$  и  $\lambda_4$  соответственно (см. рисунок). **Наименьшую** длину волны  $\lambda$  имеет фотон (или фотоны):



- а) 1; б) 2; в) 3; г) 4; д) 1 и 2; е) 1 и 4;  
 ж) все фотоны имеют одинаковую  $\lambda$ ;

14. Лазер испускает за единицу времени  $N$  фотонов с одинаковой частотой  $\nu$ . Луч лазера падает на зеркальную поверхность. Давление, которое он оказывает на поверхность:

- а) пропорционально  $N$  и не зависит от  $\nu$  б) пропорционально  $N/\nu$  в) пропорционально  $N\nu$   
 г) пропорционально  $\nu$  и не зависит от  $N$  д) пропорционально  $\nu/N$   
 е) пропорционально  $1/(N\nu)$



15. Кинетические энергии нерелятивистских протона и  $\alpha$  – частицы (ядро атома гелия) одинаковы. Укажите верную величину отношения  $\lambda_{B\alpha}/\lambda_{Bp}$  длины волны де Бройля  $\alpha$  – частицы к длине волны де Бройля протона:

- а) 1; б)  $\sqrt{2}$ ; в) 2; г)  $\sqrt{8}$ ; д) 4; е)  $\frac{1}{\sqrt{2}}$ ; ж)  $\frac{1}{2}$ ; з)  $\frac{1}{\sqrt{8}}$ ; и)  $\frac{1}{4}$ ;

16. Экспериментально определяя координату  $x$  микрочастицы добиваются предельно точного измерения, при котором её неопределенность  $\Delta_n x \rightarrow 0$ . При этом неопределенность величины проекции импульса данной частицы на ось  $x$  (укажите правильное утверждение, где  $\hbar = 1,055 \cdot 10^{-34}$  Дж·с):

- а)  $\Delta_n p_x \rightarrow 0$ ; б)  $\Delta_n p_x \rightarrow \hbar$ ; в)  $\Delta_n p_x \rightarrow \infty$ ; г)  $\Delta_n p_x \rightarrow \hbar/2$ ;  
д) точности измерения  $\Delta_n x \rightarrow 0$  нельзя добиться в принципе;

17. Микрочастица находится в стационарном потенциальном поле, в котором имеет потенциальную энергию  $U(x)$ , зависящую от одной координаты  $x$ . Полная энергия частицы равна  $E$ , а её состояние описывается волновой функцией  $\psi(x)$ . Если  $\hbar = 1,055 \cdot 10^{-34}$  Дж·с, то массу  $m$  частицы можно вычислить из соотношения (укажите правильный ответ):

- а)  $m = \frac{\hbar^2}{2(E - U(x))\psi(x)} \frac{d^2\psi(x)}{dx^2}$ ; б)  $m = \frac{2(E - U(x))}{\hbar^2\psi(x)} \frac{d^2\psi(x)}{dx^2}$ ;  
в)  $m = \frac{\hbar^2}{2(U(x) - E)\psi(x)} \frac{d^2\psi(x)}{dx^2}$ ; г)  $m = \frac{\hbar^2\psi(x)}{2(E - U(x)) \cdot d^2\psi(x)/dx^2}$ ;  
д)  $m = \frac{2(U(x) - E)}{\hbar^2\psi(x)} \frac{d^2\psi(x)}{dx^2}$ ; е)  $m = \frac{\hbar^2\psi(x)}{2(U(x) - E) \cdot d^2\psi(x)/dx^2}$ ;

18. Волновая функция  $\psi(x) = A \exp(ikx)$ , где  $A$  и  $k$  – постоянные величины,  $i$  – мнимая единица, описывает состояние микрочастицы в том случае, когда её потенциальная энергия имеет вид (укажите правильный ответ):

- а)  $U = kx^2/2$ ; б)  $U = kx$ ; в)  $U = \text{const} \cdot \exp(-kx^2)$ ; г)  $U = 0$ ; д)  $U = \text{const} \cdot \exp(ikx)$ ;  
е) нет правильного ответа;

19. Состояние микрочастицы, движущейся в ограниченном центрально-симметричном поле, описывается волновой функцией  $\psi(r) = Ar^2$ , где  $A$  – константа, а  $r$  – расстояние до центральной точки. Отношение плотности вероятности обнаружения частицы в точке с координатой  $r_1$  к плотности вероятности её обнаружения в точке  $r_2$  равно (укажите правильный ответ):

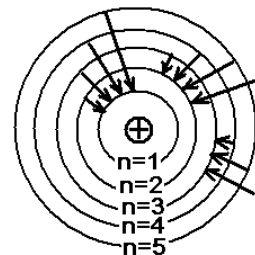
- а)  $\left(\frac{r_2}{r_1}\right)^6$ ; б)  $\left(\frac{r_2}{r_1}\right)^4$ ; в)  $\left(\frac{r_2}{r_1}\right)^2$ ; г) 1; д)  $\left(\frac{r_1}{r_2}\right)^2$ ; е)  $\left(\frac{r_1}{r_2}\right)^4$ ; ж)  $\left(\frac{r_1}{r_2}\right)^6$ ;  
з) нет правильного ответа;

20. Если радиус  $n$ -й бордовской электронной орбиты в одноэлектронном атоме равен четырем радиусам первой бордовской орбиты, то отношение  $|L_1|/|L_n|$  величины момента импульса

электрона, находящегося на первой орбите к величине момента импульса электрона, находящегося на  $n$ -й орбите, равно (укажите правильный ответ):

- а) 0,125; б) 0,25; в) 0,5; г) 1; д) 2; е) 4; ж) 8;

21. На рисунке схематически изображены стационарные орбиты атома водорода согласно модели Бора, а также условно изображены переходы электрона с одной стационарной орбиты на другую, сопровождающиеся испусканием фотона. Эти переходы дают спектральные серии Лаймана, Бальмера, Пашена и т.п.



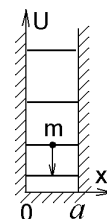
Наибольшему импульсу испущенного фотона в серии Лаймана соответствует следующий переход из тех, что приведены на рисунке:

- а)  $n=3 \rightarrow n=2$ ; б)  $n=5 \rightarrow n=1$ ; в)  $n=4 \rightarrow n=3$ ; г)  $n=5 \rightarrow n=2$ ;  
д)  $n=2 \rightarrow n=1$ ; е)  $n=5 \rightarrow n=3$ ;

22. Переход электрона с боровской орбиты с главным квантовым числом  $n$  на орбиту с главным квантовым числом  $n'$  в атоме водорода соответствует линии одной из спектральных серий излучения. При этом переходе  $n = \infty \rightarrow n' = 2$  соответствует следующая длина волны излучения  $\lambda$  (выберите правильный ответ):

- а) минимальная  $\lambda$  в серии Лаймана; б) минимальная  $\lambda$  в серии Бальмера;  
в) минимальная  $\lambda$  в серии Пашена; г) максимальная  $\lambda$  в серии Лаймана;  
д) максимальная  $\lambda$  в серии Бальмера; е) максимальная  $\lambda$  в серии Пашена;

23. Микрочастица, находящаяся в одномерной прямоугольной потенциальной яме ширины  $a$  с бесконечно высокими стенками, переходит на основной, самый низкий разрешенный энергетический уровень с разрешенного уровня энергии, лежащего непосредственно над основным. При этом испускается фотон с циклической частотой  $\omega$ . Массу частицы  $m$  можно найти из соотношения (укажите верный ответ, где  $\hbar = h/2\pi$  – постоянная Планка):



- а)  $\frac{\pi^2 \hbar}{2\omega L^2}$ ; б)  $\frac{3\pi^2 \hbar}{4\omega L^2}$ ; в)  $\frac{\pi^2 \hbar}{\omega L^2}$ ; г)  $\frac{3\pi^2 \hbar}{\omega L^2}$ ; д)  $\frac{2\pi^2 \hbar}{\omega L^2}$ ; е)  $\frac{3\pi^2 \hbar}{2\omega L^2}$ ; ж)  $\frac{4\pi^2 \hbar}{\omega L^2}$ ;

24. Микрочастица с массой  $m$  находится в одномерной потенциальной яме, имея потенциальную энергию  $U = kx^2/2$ , где  $k = \text{const}$ , и может иметь только дискретные разрешенные значения энергии  $E_n$ , где  $n$  – главное квантовое число. С ростом числа  $n$  расстояние между соседними разрешенными уровнями энергии  $\Delta E = E_{n+1} - E_n$  (укажите верное утверждение):

- а) стремится к нулю; б) не изменяется; в) уменьшается; г) увеличивается;  
д) увеличивается и стремится к некоторому пределу; е) уменьшается и стремится к нулю;

25. Все рассматриваемые подболочки атома урана **заполнены электронами полностью**.  $N_1$  – число электронов в  $5f$  – подболочке, а  $N_2$  – число электронов в  $2s$  – подболочке. Укажите правильную величину разности  $N_1 - N_2$ :

- а) 1; б) 2; в) 3; г) 4; д) 6; е) 7; ж) 8; з) 9; и) 10; к) 12; л) 14; м) 15; н) 16;

26. Укажите, какая часть атомных ядер радиоактивного вещества распадается за время, равное трем периодам полураспада:

- а)  $\frac{1}{2}$ ; б)  $\frac{2}{3}$ ; в)  $\frac{3}{8}$ ; г)  $\frac{3}{4}$ ; д)  $\frac{7}{8}$ ; е)  $\frac{3}{4}$ ; ж)  $\frac{1}{8}$ ; з)  $\frac{1}{2}$ ; и)  $\frac{1}{3}$ ; к)  $\frac{1}{4}$ ; л) другой ответ;

27. (У) В результате ядерных распадов испускаются частицы: 1)  $\alpha$ -излучения с массой  $m_\alpha$ ; 2)  $\beta$ -излучения с массой  $m_\beta$ ; 3)  $\gamma$ -излучения с массой  $m_\gamma$ ; 4) нейтроны с массой  $m_n$ . Надо расставить массы частиц данных излучений **в порядке возрастания** (укажите ответ):

- а)  $m_\gamma < m_n < m_\beta < m_\alpha$ ; б)  $m_n < m_\gamma < m_\beta < m_\alpha$ ; в)  $m_n < m_\alpha < m_\beta < m_\gamma$ ;  
 г)  $m_\gamma < m_\beta < m_n < m_\alpha$ ; д)  $m_\gamma < m_\beta < m_\alpha < m_n$ ; е)  $m_\alpha < m_\beta < m_\gamma < m_n$ ;  
 ж)  $m_\alpha < m_n < m_\beta < m_\gamma$ ; з)  $m_\gamma < m_n < m_\alpha < m_\beta$ ;

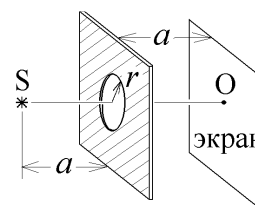
**Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ОПК-1 (контролируемый индикатор достижения компетенции ОПК-1.2)**

**Пример: Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ОПК-1 (контролируемый индикатор достижения компетенции ОПК-1.2)**

1. Постоянная дифракционной решетки, на которую падает нормально монохроматический свет, равна 3,6 мкм. За решеткой под углом  $30^\circ$  к направлению падающего света наблюдается интерференционный максимум (спектр) 4-го порядка. Длина волны падающего света равна (укажите правильный ответ):

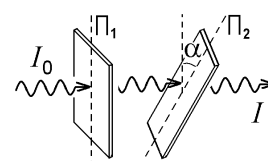
- а) 400 нм; б) 450 нм; в) 500 нм; г) 600 нм; д) 700 нм; е) 750 нм;  
 ж) другой ответ;

2. Точечный источник монохроматического света с длиной волны  $\lambda$  находится на расстоянии  $a$  от непрозрачной плоской преграды с прорезанным в ней круглым отверстием радиуса  $r$ . За преградой на таком же расстоянии  $a$  установлен параллельный ей экран. При этом расстояние  $a$  имеет **наибольшую возможную величину** для того, чтобы в точке О экрана (лежащей, как и источник света S, на оси отверстия) наблюдался дифракционный минимум освещенности. Чтобы в точке О наблюдался соседний дифракционный максимум меньшего порядка, длину волны монохроматического света надо:



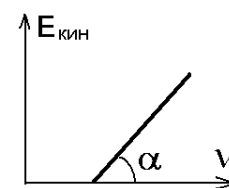
- а) увеличить в 4 раза; б) увеличить в 2 раза; в) увеличить в  $\sqrt{2}$  раз;  
 г) уменьшить в 4 раза; д) уменьшить в 2 раза; е) уменьшить в  $\sqrt{2}$  раз;

3. Естественный свет проходит через систему из двух поляризаторов  $\Pi_1$  и  $\Pi_2$ . Угол между осями пропускания поляризаторов равен  $\alpha = 30^\circ$  (см. рисунок). Интенсивность света, прошедшего через систему поляризаторов измерена и равна  $I$ . Чему равна интенсивность  $I_0$  падающего на систему света (укажите правильный ответ):



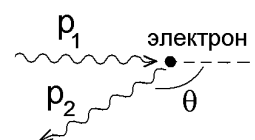
- а)  $2I$ ; б)  $\frac{4I}{3}$ ; в)  $\frac{2I}{\sqrt{3}}$ ; г)  $\frac{8I}{3}$ ; д)  $4I$ ; е)  $\frac{4I}{\sqrt{3}}$ ; ж)  $8I$ ; з) нет правильного ответа;

4. График зависимости максимально возможного значения кинетической энергии электрона, выбитого из металла, от частоты  $\nu$  падающих фотонов изображен на рисунке. Постоянную Планка надо искать по формуле:



- а)  $h = \arctg \alpha$ ; б)  $h = \ctg \alpha$ ; в)  $h = \tg \alpha / 2$ ; г) другая формула;

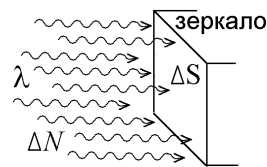
5. Фотон с импульсом  $p_1$  рассеивается на покоящемся электроне под углом  $\theta = 120^\circ$  к первоначальному направлению движения и имеет после рассеяния импульс  $p_2$  (см. рисунок). Величину комптоновской длины волны электрона  $\Lambda$  можно рассчитать по формуле (укажите правильный



ответ, где  $h$  – постоянная Планка):

- а)  $\frac{2h(p_1 - p_2)}{p_1 p_2}$ ; б)  $\frac{3h(p_1 - p_2)}{2p_1 p_2}$ ; в)  $\frac{h(p_1 - p_2)}{p_1 p_2}$ ; г)  $\frac{2h(p_1 - p_2)}{3p_1 p_2}$ ; д)  $\frac{h(p_1 - p_2)}{2p_1 p_2}$ ;  
 е)  $\frac{h(p_2 - p_1)}{2p_1 p_2}$ ; ж)  $\frac{2h(p_2 - p_1)}{3p_1 p_2}$ ; з)  $\frac{h(p_2 - p_1)}{p_1 p_2}$ ; и)  $\frac{3h(p_2 - p_1)}{2p_1 p_2}$ ; к)  $\frac{2h(p_2 - p_1)}{p_1 p_2}$ ;

6. На поверхность тела нормально падают фотоны монохроматического лазерного излучения с длиной волны  $\lambda$ , действуя на площадку  $\Delta S$  силой  $F$ . Сколько фотонов  $\Delta N$  попадает на эту площадку за время  $\Delta t$ , если тело зеркально отражает всё падающее на него излучение (укажите правильную формулу, где  $h$  – постоянная Планка):



- а)  $\frac{F \lambda \Delta t}{h}$ ; б)  $\frac{F \lambda \Delta t}{2h}$ ; в)  $\frac{F \lambda \Delta t}{h \Delta S}$ ; г)  $2h F \lambda \Delta t$ ; д)  $\frac{2F \lambda \Delta t}{h}$ ; е)  $\frac{h F \lambda \Delta t}{\Delta S}$ ; ж)  $\frac{h F \Delta t}{\lambda}$ ;

7. Ускоренная разностью потенциалов  $\Delta \phi$  заряженная микрочастица с массой  $m$  после ускорения имеет волновые свойства, характеризующиеся длиной волны де Бройля  $\lambda_B$ . Укажите формулу, по какой следует вычислить величину электрического заряда данной частицы, если  $h = 6,63 \cdot 10^{-34}$  Дж·с – постоянная Планка:

- а)  $\frac{\lambda_B^2}{m h^2 \Delta \phi}$ ; б)  $\frac{h^2}{m \Delta \phi \lambda_B^2}$ ; в)  $\frac{h^2}{2m \Delta \phi \lambda_B^2}$ ; г)  $\frac{2\lambda_B^2}{m h^2 \Delta \phi}$ ; д)  $\frac{\lambda_B^2}{2m h^2 \Delta \phi}$ ; е)  $\frac{2h^2}{m \Delta \phi \lambda_B^2}$ ;

ж) нет правильного ответа;

8. Кинетическая энергия первой нерелятивистской микрочастицы в четыре раза больше кинетической энергии второй микрочастицы. Укажите правильную величину отношения  $\lambda_{B1}/\lambda_{B2}$  длины волны де Бройля первой микрочастицы к длине волны де Бройля второй микрочастицы, если масса первой микрочастицы в два раза больше массы второй микрочастицы:

- а)  $\sqrt{8}$ ; б) 0,5; в) 2; г)  $1/\sqrt{2}$ ; д) 4; е) 1; ж)  $\sqrt{2}$ ; з)  $1/\sqrt{8}$ ; и) 0,25; к) другой ответ;

9. Состояние свободной микрочастицы с массой  $m$  в случае одномерного движения описывается волновой функцией  $\psi(x) = C \exp(i\alpha x)$ , где  $C$  и  $\alpha$  – постоянные величины,  $i$  – мнимая единица, полная энергия частицы равна  $E$ . Если  $\hbar = 1,055 \cdot 10^{-34}$  Дж·с, то постоянную  $\alpha$  можно вычислить из соотношения (определите и укажите ответ):

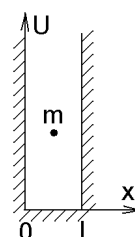
- а)  $\alpha = \frac{\sqrt{2mE}}{\hbar}$ ; б)  $\alpha = -\frac{1}{\hbar} \sqrt{\frac{2m}{E}}$ ; в)  $\alpha = -\frac{\sqrt{2mE}}{\hbar}$ ; г)  $\alpha = \frac{1}{\hbar} \sqrt{\frac{2m}{E}}$ ; д)  $\alpha = -\hbar \sqrt{\frac{E}{2m}}$ ;

10. Электрон с массой  $m$  и с отрицательным электрическим зарядом  $-q$  образует одноэлектронный атом вместе с ядром, имеющим массу  $M \gg m$  и положительный электрический заряд  $+Q$ . Чему равно отношение величин (модулей)  $|E_1|/|E_2|$  энергии  $E_1$  электрона, находящегося в первом возбужденном состоянии, и энергии  $E_2$  электрона, находящегося на третьей боровской орбите (укажите правильный ответ):

- а) 4; б) 1,5; в) 3; г) 2; д) 8; е) 2,25; ж) 4,5; з) 9; и) другой ответ;

11. Микрочастица с массой  $m$  находится в одномерной прямоугольной потенциальной яме шириной  $L$  с бесконечно высокими стенками. Волновые функции, описывающие два разрешенных состояния частицы, имеют вид

$\psi_1(x) = \sqrt{\frac{2}{L}} \sin \frac{2\pi x}{L}$  и  $\psi_2(x) = \sqrt{\frac{2}{L}} \sin \frac{4\pi x}{L}$ . Величина (модуль) разности значе-



ний энергии  $\Delta E$  частицы в этих состояниях равна (укажите правильный ответ, где  $\hbar = h/2\pi$  – постоянная Планка):

- а)  $\frac{\pi^2 \hbar^2}{2mL^2}$ ; б)  $\frac{3\pi^2 \hbar^2}{2mL^2}$ ; в)  $\frac{5\pi^2 \hbar^2}{2mL^2}$ ; г)  $\frac{7\pi^2 \hbar^2}{2mL^2}$ ; д)  $\frac{9\pi^2 \hbar^2}{2mL^2}$ ; ж)  $\frac{12\pi^2 \hbar^2}{2mL^2}$

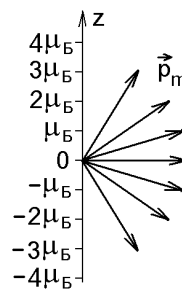
12. Укажите правильную величину отношения  $E_3/E_1$  энергии третьего возбужденного состояния некоторого одномерного квантового гармонического осциллятора к энергии первого возбужденного состояния этого осциллятора:

- а) 3; б) 14/9; в) 2; г) 6; д) 7/2; е) 7/3; ж) 7/4; з) 5/2; и) 4; к) другой ответ;

13. Микрочастица с массой  $m$  находится в одномерной потенциальной яме, имея потенциальную энергию  $U = kx^2/2$ , где  $k = \text{const}$ , и имеет **наименьшее** разрешенное значение энергии. Чему равна длина волны фотона, который должна поглотить частица, чтобы перейти на соседний разрешенный энергетический уровень ( $c$  – скорость света,  $\hbar = 1,055 \cdot 10^{-34}$  Дж·с):

- а)  $\pi c \sqrt{\frac{k}{2m}}$ ; б)  $\pi c \sqrt{\frac{2m}{k}}$ ; в)  $2\pi c \sqrt{\frac{k}{m}}$ ; г)  $\pi c \sqrt{\frac{2k}{m}}$ ; д)  $\frac{\pi c}{2} \sqrt{\frac{m}{k}}$ ; е)  $2\pi c \sqrt{\frac{m}{k}}$ ; ж)  $\frac{1}{2} \sqrt{\frac{m}{k}}$ ;

14. На рисунке указаны все возможные ориентации вектора орбитального магнитного момента электрона, находящегося в одной из электронных подоболочек атома, относительно оси  $z$ , направленной вдоль линий индукции внешнего магнитного поля. Чему равна величина этого вектора ( $\mu_B$  – магнетон Бора, определите правильный ответ)?



- а)  $\sqrt{15}\mu_B$ ; б)  $4\mu_B$ ; в)  $15\mu_B/4$ ; г)  $\sqrt{12}\mu_B$ ; д)  $\sqrt{20}\mu_B$ ; е)  $\sqrt{30}\mu_B/2$ ;

15. Чему равно отношение величины (модуля) вектора орбитального момента импульса электрона, находящегося в  $3d$  – подоболочке атома к наибольшему возможному значению величины (модуля) проекции вектора орбитального момента импульса этого электрона на ось  $z$ , которая направлена вдоль линий индукции внешнего магнитного поля (выберите правильный ответ):

- а) 1; б) 1,155; в) 1,225; г) 1,414; д) 1,732; е) 2; ж) 2,449; з) 3;

16. Оболочка многоэлектронного атома с главным квантовым числом  $n = 5$  полностью заполнена электронами. В последней подоболочке этой оболочки с максимальным значением орбитального квантового числа находится  $N_1$  электронов, а в предпоследней подоболочке –  $N_2$  электронов. Укажите правильную величину отношения  $N_1/N_2$ :

- а) 1; б)  $\frac{4}{3}$ ; в)  $\frac{9}{5}$ ; г)  $\frac{9}{7}$ ; д)  $\frac{5}{3}$ ; е)  $\frac{7}{5}$ ; ж) 3; з)  $\frac{16}{7}$ ; и) 3; к)  $\frac{11}{5}$ ; л)  $\frac{13}{7}$ ; м)  $\frac{12}{5}$ ;

17. Периоды полураспада ядер радиоактивных изотопов “1” и “2” равны, соответственно,  $T_1 = 1$  с и  $T_2 = 4$  с. В начальный момент времени  $t_0 = 0$  число ядер обоих изотопов в образце было одинаково. Определите и укажите правильную величину отношения  $N_1/N_2$ , где  $N_1$  – число ядер первого изотопа, а  $N_2$  – число ядер второго изотопа сохранившихся в образце к моменту времени  $t = 4$  с:

- а) 2; б)  $\exp(4)$ ; в) 16; г)  $\exp(-4)$ ; д) 8; е) 1; ж) 1/4; з)  $\exp(3)$ ; и) 4; к) 1/8; л) 1/2; м) 1/16; н) другой ответ;

18. В начальный момент времени  $t_0 = 0$  в образце содержалось  $N_0$  ядер некоторого радиоактивного изотопа с периодом полураспада  $T = 1$  с. Спустя какое время в образце **распадется**  $15N_0/16$  ядер данного изотопа (определите и укажите ответ)?

- а) 1 с; б) 2 с; в) 3 с; г) 4 с; д) 5 с; е) 6 с; ж) 7 с;  
з) 8 с; и) другой ответ;

19. Ядро одного из изотопов урана  $U_{92}^{235}$  испытывает последовательно сначала процесс  $\alpha$ -распада, а затем процесс  $\beta^-$ -распада и превращается в ядро (укажите правильный ответ):

- а)  $Ra_{88}^{227}$ ; б)  $Ra_{91}^{231}$ ; в)  $Ac_{89}^{231}$ ; г)  $Pu_{94}^{235}$ ; д)  $Th_{90}^{235}$ ; е)  $Th_{90}^{231}$ ; ж)  $Ra_{91}^{235}$ ;

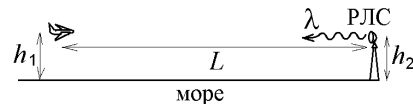
20. В начальный момент времени  $t_0 = 0$  в образце содержалось  $N_0$  ядер некоторого радиоактивного изотопа с периодом полураспада  $T_1 = 1$  с. К моменту времени  $t = 3$  с за счет распада ядер изотопа в образце выделилось тепло  $Q$ . Укажите правильное соотношение для вычисления величины  $E_1$  энергетического выхода распада ядра данного изотопа:

- а)  $Q/N_0$ ; б)  $16Q/N_0$ ; в)  $4Q/N_0$ ; г)  $8Q/N_0$ ; д)  $2Q/N_0$ ; е)  $16Q/15N_0$ ; ж)  $4Q/3N_0$ ;  
з)  $8Q/7N_0$ ; и) другой ответ;

### Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ОПК-1 (контролируемый индикатор достижения компетенции ОПК-1.3)

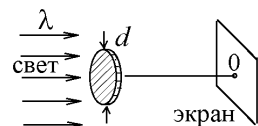
**Пример:** Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ОПК-1 (контролируемый индикатор достижения компетенции ОПК-1.3)

1. В американских университетах для иллюстрации волновых свойств электромагнитных волн студентам предлагают следующий пример: “Когда авиация союзных войск летела на большом удалении  $L$  от берега над поверхностью моря на определенной высоте  $h_1$ , то радиолокационные станции (РЛС) германских войск, стоящих на берегу на высоте  $h_2$  над уровнем моря и излучавших электромагнитные волны с длиной волны  $\lambda$ , не получали отраженный от самолетов сигнал, что позволяло авиации беспрепятственно пролетать над линией обороны на берегу, и было одной из главных причин победы союзников над фашистской Германией во 2-й мировой войне.” Изложите свое мнение о том, какие законы волновой оптики позволяют сделать такой вывод, и, используя эти законы, определите высоту  $h_1$ , на какой должны лететь самолеты. Выскажите также своё мнение о подобной ситуации и приведите обоснованные аргументы о её невозможности.



2. Докажите, что создаваемые дифракционной решеткой спектры второго и третьего порядков в случае белого света всегда перекрываются.

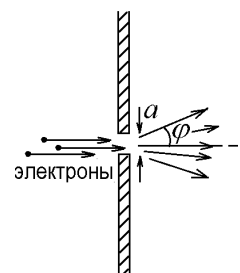
3. На пути плоской монохроматической световой волны с длиной  $\lambda$  помещают непрозрачный диск достаточно большого диаметра  $d$  (см. рисунок). На оси диска в точке  $O$  экрана, установленного за диском, наблюдается темное пятно. Три экспериментатора, отвечая на вопрос о том, что будет происходить с освещенностью экрана в точке  $O$  при постепенном уменьшении диаметра диска  $d$  до очень малых размеров в доли миллиметра, высказывают различное мнение. Первый считает, что в точке  $O$  все время будет наблюдаться темное пятно, поскольку эта точка находится в области тени. Второй уверен, что освещенность в точке  $O$  при постепенном уменьшении  $d$  начнет периодически меняться, и в точке  $O$  будет наблюдаться то максимум, то минимум освещенности. Третий полагает, что при постепенном уменьшении диаметра препятствия  $d$  освещенность точки  $O$ , закрытой от прямого попадания света, постепенно станет такой же, как и при отсутствии диска. Сравните их точки зрения и выскажите



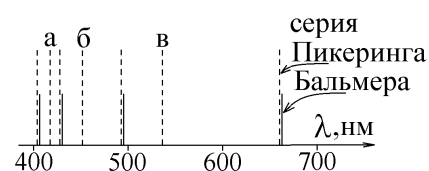
свое суждение о том, кто из экспериментаторов прав, обосновав свое мнение с помощью физических законов.

4. На  $1 \text{ м}^2$  земной поверхности в районе экватора каждую секунду падает  $\sim 1,37 \text{ кДж}$  солнечного излучения (солнечная постоянная). Выявите принципы, позволяющие оценить среднюю температуру Земли и изложите свое мнение о том, что произошло бы со средней температурой Земли при увеличении температуры поверхности Солнца хотя бы в 2 раза. В настоящее время температура поверхности Солнца  $\sim 6000 \text{ К}$ . Ответ обосновать и подтвердить формулами.

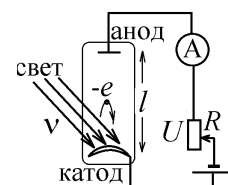
5. Определите, по какой причине ускоренные большой разностью потенциалов  $\Delta\phi$  электроны, пролетая через узкую щель ширины  $a$  в узком непрозрачном препятствии, могут рассеиваются в разных направлениях под разными углами, но не могут лететь за щелью под отдельными углами  $\phi_n$ ? Изложите свое мнение о том, какие физические законы и принципы надо использовать, чтобы найти данные углы. Приведите схему расчета и полученные формулы для углов  $\phi_n$ . Ответ обосновать.



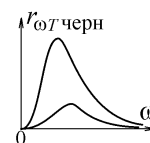
6. На рисунке показан участок спектра излучения возбужденных атомов водорода (сплошные линии из серии Бальмера) и однократно ионизированных атомов гелия (штриховые линии из серии Пикеринга). Видно, что часть спектральных линий из этих серий практически совпадают, но между линиями серии Бальмера для водорода появляются спектральные линии “а”, “б”, “в” излучения гелия. С помощью законов физики и необходимых формул объясните появление спектральных линий “а”, “б” и “в”. Учтите, что серия Пикеринга соответствует переходам  $n \rightarrow n' = 4$  на 4-ю боровскую орбиту. Ответ обосновать.



7. При подаче на анод вакуумного фотоэлемента обратного напряжения наиболее быстрые электроны, выбитые из катода фотонами монохроматического ультрафиолетового излучения с частотой  $\nu$ , пролетают только половину расстояния  $l$  между катодом и анодом, поворачивая назад (см. рисунок). Используя законы фотоэффекта, и зная величину  $A_{\text{вых}}$  работы выхода электронов из катода, определите во сколько раз надо увеличить частоту падающего излучения, чтобы электроны долетали до анода и амперметр начал фиксировать фототок. Ответ обосновать

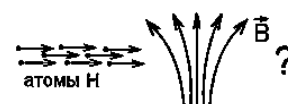


8. Экспериментатор представил график зависимости излучательной способности абсолютно черного тела от циклической частоты излучения  $\omega$  при двух различных температурах. Выскажите своё мнение о том, правильно ли нарисован этот график, и если он нарисован неправильно, то где сделаны ошибки? Ответ обосновать и подтвердить законами и формулами физики.



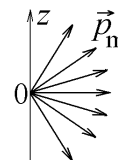
9. Электрон в возбужденном атоме водорода совершает переход, испуская фотон, соответствующий линии серии Бальмера с максимальной длиной волны. Используя законы и формулы физики, определите, во сколько раз при этом изменится энергия ионизации такого атома? Увеличилась она или уменьшилась? Ответ обосновать и подтвердить вычислением искомого отношения.

10. Два тонких параллельных пучка атомов водорода последовательно влетают в очень сильное неоднородное магнитное поле, линии индукции которого показаны на рисунке. В первом пучке атомы находятся в



основном состоянии, а во втором пучке они находятся в первом возбужденном состоянии. Выскажите свое мнение о том, что произойдет с пучками атомов после пролета через магнитное поле. Обоснуйте свой ответ с помощью подходящих физических законов и формул. Оцените величину изменений, происходящих с пучками и подтвердите свою оценку формулами.

11. На рисунке приведены **все возможные** ориентации вектора орбитального магнитного момента электрона относительно выделенной оси  $z$ . С помощью законов и формул физики определите в электронной оболочке с каким минимальным значением квантового числа  $n$  может находиться этот электрон, а также чему равна величина его орбитального момента импульса  $L$ ? Ответ обосновать.



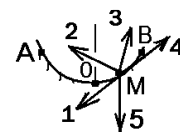
### 3. Оценочные средства (оценочные материалы) для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

#### 2 семестр

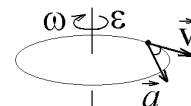
#### Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ОПК-1 (контролируемый индикатор достижения компетенции ОПК-1.1)

*Пример:* Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ОПК-1 (контролируемый индикатор достижения компетенции ОПК-1.1)

1. Материальная точка  $M$  свободно без трения скользит в поле силы тяжести по гладким стенкам цилиндрической симметричной ямы и в рассматриваемый момент времени движется вверх по направлению к точке  $B$  ( $A$  и  $B$  - наивысшие точки подъема). Укажите правильное направление вектора полного ускорения точки  $M$  (см. рисунок): а) 1; б) 2; в) 3; г) 4; д) 5;

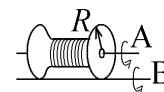


2. Материальная точка начинает вращаться по **круговой** траектории без начальной скорости вокруг закрепленной оси с постоянным угловым ускорением  $\varepsilon$ , и имеет в некоторый момент времени угловую скорость вращения, равную  $\omega$ . Чему в этот момент времени равно отношение  $a_n / a_\tau$  величины нормального ускорения  $a_n$  точки к величине её тангенциального ускорения  $a_\tau$ ?

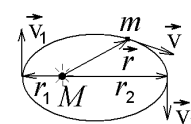


а)  $\frac{1}{\varepsilon\omega^2}$ ; б)  $\varepsilon\omega^2$ ; в)  $\frac{\varepsilon}{\omega^2}$ ; г)  $\frac{\omega^2}{\varepsilon}$ ; д)  $\frac{\omega}{\varepsilon^2}$ ; е)  $\omega\varepsilon^2$ ; ж)  $\frac{\varepsilon^2}{\omega}$ ; з)  $\frac{1}{\varepsilon^2\omega}$ ;

3. Катушка массы  $m = 1$  кг с радиусом  $R = 3$  м может вращаться либо вокруг оси симметрии  $A$ , проходящей через её центр, либо вокруг параллельной оси  $B$ , проходящей через край обода катушки (см. рисунок). Момент инерции катушки относительно оси  $A$  равен  $I_A = 3 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$ . Чему равен момент инерции  $I_B$  относительно оси  $B$ ? а)  $4 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$ ; б)  $6 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$ ; в)  $8 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$ ; г)  $10 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$ ; д)  $12 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$ ; е)  $18 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$ ; ж) нет правильного ответа;



4. Планета массой  $m$  движется по эллиптической орбите, в одном из фокусов которой находится звезда массы  $M$ .  $\vec{r}$  – радиус-вектор планеты,  $r_1 = 4 \cdot 10^8$  км,  $r_2 = 6 \cdot 10^8$  км (см. рисунок). Величины скорости планеты в наиболее удален-

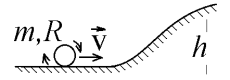




ной и наиболее близкой к звезде точке орбиты равны, соответственно,  $v_2 = 24$  км/с и  $v_1 = 36$  км/с. Тогда отношение  $r_2/r_1$  равно:

а) 0,667; б) 1,225; в) 0,8165; г) 1,5; д) 0,75; е) 1,33; ж) нет правильного ответа

5. (У) По горизонтальной поверхности со скоростью  $v$  катится шар массы  $m$  и радиуса  $R$ . На какую максимальную высоту  $h$  шар может подняться на горку, катясь без проскальзывания ( $g$  – ускорение свободного падения)?

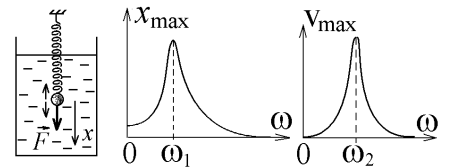


а)  $\sqrt{\frac{10v^2}{7g}}$ ; б)  $\sqrt{\frac{5v^2}{7g}}$ ; в)  $\sqrt{\frac{v^2}{g}}$ ; г)  $\sqrt{\frac{2v^2}{g}}$ ; д)  $\sqrt{\frac{7v^2}{5g}}$ ; е)  $\sqrt{\frac{v^2}{2g}}$ ; ж)  $\sqrt{\frac{7v^2}{10g}}$ ;

з) нет правильного ответа;

6. Грузик массы  $m$  на пружинке с коэффициентом жёсткости  $k$  совершает вертикальные колебания в вязкой жидкости под действием внешней силы, меняющейся со временем с циклической частотой  $\omega$  по гармоническому закону

$$F = F_0 \cos(\omega t + \alpha).$$



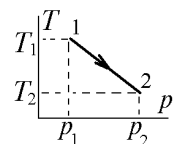
$F = F_0 \cos(\omega t + \alpha)$ . Зависимость амплитуды смещения  $x_{\max}$  и амплитуды скорости  $v_{\max}$  такого маятника от частоты  $\omega$  показаны на рисунке. Какой может быть величина отношения  $\omega_2/\omega_1$  частот, указанных на этом рисунке?

а) 1,1; б) 1; в) 0,9; г) 1/2; д)  $e^{-1} = 0,3679$ ; е) 0; ж)  $\infty$ ;

7.  $E = 4 \cdot 10^{-24}$  Дж – полная энергия частицы, летящей со скоростью, близкой к скорости света  $c$ ;  $\tau$  – время жизни покоящейся частицы от момента рождения до момента распада. неподвижный наблюдатель в лабораторной системе отсчета заметил, что летящая частица распалась спустя время  $4\tau$  после рождения. Энергия покоя данной частицы равна:

а)  $10^{-24}$  Дж; б)  $2 \cdot 10^{-24}$  Дж; в)  $4 \cdot 10^{-24}$  Дж; г)  $8 \cdot 10^{-24}$  Дж; д)  $5 \cdot 10^{-23}$  Дж; е) нет правильного ответа;

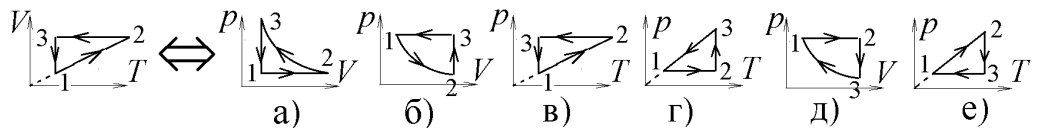
8. Идеальный газ совершает процесс  $1 \rightarrow 2$ , изображенный на диаграмме  $T-p$  (температура-давление), где  $p_2 = 3p_1$ ,  $T_1 = 3T_2$ . Что происходит с величиной объема  $V$  газа при таком процессе? Он:



а) уменьшается в 9 раз; б) уменьшается в 3 раза; в) уменьшается в  $\sqrt{3}$  раз; г) не изменяется;

д) увеличивается в  $\sqrt{3}$  раз; е) увеличивается в 3 раза; ж) увеличивается в 9 раз;

9. На рисунке слева на диаграмме  $V-T$  изображен циклический процесс, состоящий из изобары, изохоры и изотермы. Укажите правильный рисунок этого цикла или на диаграмме  $p-V$ , или на диаграмме  $p-T$ :



10. В процессе сжатия газа внешние тела совершают над газом работу  $A = 6$  кДж, причем газу сообщается теплота  $\Delta Q = 2$  кДж. Укажите, чему равно изменение внутренней энергии газа? а) +8 кДж; б) +6 кДж; в) +4 кДж; г) +2 кДж; д) –2 кДж; е) –4 кДж; ж) –6 кДж; з) –8 кДж;

11.  $V$  и  $T$  – первоначальные объём и аммиака ( $\text{NH}_3$ ) (идеального газа).  $\Delta V$  и  $\Delta T$  – приращения этих параметров. Тепло, поступающее 1 моль газа при протекании изотермического процесса, выражено формулой:

а)  $\Delta Q = \frac{3}{2}RT \ln\left(\frac{V}{V+\Delta V}\right)$ ;    б)  $\Delta Q = 3RT \ln\left(\frac{V+\Delta V}{V}\right)$ ;

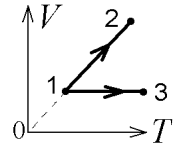
в)  $\Delta Q = \frac{5}{2}RT \ln\left(\frac{V}{V+\Delta V}\right)$ ;    г)  $\Delta Q = \frac{3}{2}RT \ln\left(\frac{V+\Delta V}{V}\right)$ ;    д)  $\Delta Q = 3RT \ln\left(\frac{V}{V+\Delta V}\right)$ ;

е)  $\Delta Q = \frac{5}{2}RT \ln\left(\frac{V+\Delta V}{V}\right)$ ;    ж) нет правильной формулы;

12. Молярные теплоемкости идеального газа в процессах  $1 \rightarrow 2$  и  $1 \rightarrow 3$  равны  $C_1$  и  $C_2$  соответственно. Их отношение  $C_1/C_2 = 1,33$ . Таким газом может

быть (укажите все правильные ответы):

- а) кислород  $\text{O}_2$ ;    б) гелий  $\text{He}$ ;    в) углекислый газ  $\text{CO}_2$ ;    г) азот  $\text{N}_2$ ;  
д) метан  $\text{CH}_4$ ;    е) водород  $\text{H}_2$ ;    ж) данное условие невозможно;



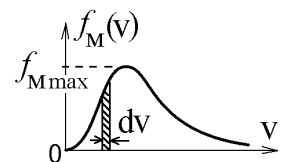
13. Воду, находившуюся при температуре  $20^\circ\text{C}$ , нагрели до  $100^\circ\text{C}$  и превратили в пар той же температуры. Как изменялась энтропия системы вода-пар?

- а) не изменялась;    б) все время возрастала;    в) все время уменьшалась;  
г) сначала возрастала, затем оставалась постоянной до полного превращения воды в пар;  
д) сначала уменьшалась, затем оставалась постоянной до полного превращения воды в пар;  
е) при нагревании воды была постоянной, а потом начала возрастать до полного превращения воды в пар;

14. Какие из приведенных ниже утверждений относятся ко второму началу термодинамики (укажите два правильных ответа)?

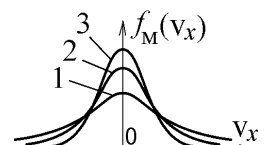
- а) Энтропия всех тел в состоянии равновесия стремится к нулю по мере приближения температуры к нулю Кельвина;  
б) Энтропия термодинамической системы максимальна, если эта система находится в равновесном состоянии;  
в) Единственным результатом процессов, протекающих в термодинамической системе не может быть передача тепла от более нагретого тела к менее нагретому;  
г) КПД цикла Карно равен  $(T_{\text{н}} - T_{\text{х}})/T_{\text{н}} \times 100\%$ , где  $T_{\text{н}}$  и  $T_{\text{х}}$  - температуры “нагревателя” и “холодильника”;  
д) Энтропия – это функция состояния, которая не зависит от процесса, с помощью которого система пришла в это состояние;  
е) Энтропия идеального газа должна убывать при его изобарическом охлаждении;

15. На рисунке представлен график распределения молекул идеального газа по величинам скоростей, где  $f_{\text{M}}(v) = dN/Ndv$  доля молекул, скорости которых заключены в интервал скоростей от  $v$  до  $v+dv$  в расчете на единицу этого интервала. При уменьшении температуры газа максимальное значение  $f_{\text{Mmax}}$  этого графика:



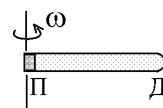
- а) стремится к бесконечности;    б) увеличивается;    в) не изменяется;    г) уменьшается;  
д) может как увеличиваться, так и уменьшаться в зависимости от массы молекул газа;

16. На рисунке представлены графики функции распределения молекул по проекции скоростей на ось  $x$  для трёх различных идеальных газов (водорода, водяного пара и кислорода) при одинаковой температуре. Укажите график, соответствующий распределению Максвелла для водорода:



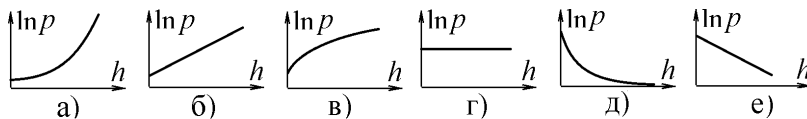
- а) 1; б) 2; в) 3; г) при одинаковой температуре графики должны совпадать;

17. Закрытую пробирку, в которой находится водород, вращают с угловой скоростью  $\omega$  вокруг оси, проходящей через пробку П. Концентрация молекул газа в пробирке зависит от расстояния  $r$  до оси вращения по закону ( $\mu$  – молярная масса водорода,  $R$  – универсальная газовая постоянная):



- а)  $n = \text{const}$ ; б)  $n = n_0 \frac{2RT}{\mu \omega^2 r^2}$ ; в)  $n = n_0 \exp\left(\frac{\mu \omega^2 r^2}{2RT}\right)$ ; г)  $n = n_0 \exp\left(-\frac{\mu \omega^2 r^2}{2RT}\right)$ ; д)  $n = n_0 \frac{\mu \omega^2 r^2}{2RT}$ ;

18. Логарифм  $\ln p$  парциального давления азота в атмосфере планеты, имеющей одинаковую во всех точках температуру, зависит от высоты  $h$  над поверхностью планеты следующим образом (укажите верный график):



19. Частота соударений молекул идеального газа со стенкой сосуда не будет изменяться, если газ совершает процесс, описываемый уравнением:

- а)  $p = \text{const} \cdot \sqrt{T}$ ; б)  $p = \text{const} \cdot T$ ; в)  $p = \frac{\text{const}}{\sqrt{T}}$ ; г)  $p = \frac{\text{const}}{T}$ ; д) другой ответ;

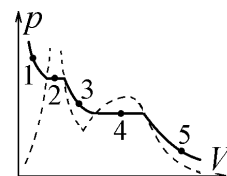
20. В потоке газа, направленном вдоль вектора  $\vec{n} = \vec{k}$ , происходит наибольшее возрастание величины скорости газа в направлении  $\vec{n}' = \vec{i} + \vec{j}$  (где  $\vec{i}, \vec{j}, \vec{k}$  – единичные векторы (орты) декартовой системы координат). Перенос импульса направленного движения газа происходит в направлении вектора:

- а)  $\vec{i} + \vec{j}$ ; б)  $\vec{i} - \vec{j}$ ; в)  $\vec{j} - \vec{i}$ ; г)  $-\vec{i} - \vec{j}$ ; д)  $\vec{k}$ ; е)  $-\vec{k}$ ; ж) другой ответ;

21. Некоторый газ совершает процесс, при котором коэффициент его диффузии в атмосфере не меняется. Уравнением такого процесса будет ( $T$  – температура,  $p$  – давление атмосферы):

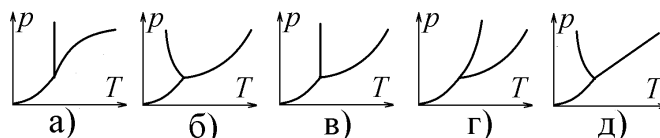
- а)  $T = \text{const}$ ; б)  $T^{3/2} = \text{const} \cdot p$ ; в)  $T = \text{const} \cdot p^2$ ; г)  $p = \text{const} \cdot T^2$ ;  
д)  $p = \text{const} \cdot T$ ; е)  $T = \text{const} \cdot p^{3/2}$ ;

22. На фазовой диаграмме  $p$ - $V$  изображена изотерма для чистого вещества  $\text{H}_2\text{O}$  в состоянии термодинамического равновесия (пунктирными линиями указаны границы раздела газообразной, жидкой и твердой фаз). Укажите точку, соответствующую состоянию, при котором лёд плавает в воде:



- а) 1; б) 2; в) 3; г) 4; д) 5; е) такая точка на изотерме не отмечена

23. Температура плавления нормального вещества (двуокиси углерода) увеличивается с ростом давления  $p$ . Укажите правильную диаграмму состояний с кривыми раздела твердой, жидкой и газообразной фаз для этого вещества:



**Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ОПК-1 (контролируемый индикатор достижения компетенции ОПК-1.2)**

**Пример: Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ОПК-1 (контролируемый индикатор достижения компетенции ОПК-1.2)**

1. Материальная точка начинает двигаться по криволинейной траектории без начальной скорости, причем величина её тангенциального ускорения возрастает со временем  $t$  по линейному закону,  $a_t = \text{const} \cdot t$ , а радиус кривизны траектории не меняется,  $R = \text{const}$ . По какому закону будет изменяться со временем величина нормального ускорения точки?

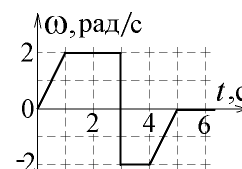
- а)  $a_n \sim t^2$ ; б)  $a_n \sim \frac{1}{t^3}$ ; в)  $a_n \sim t^3$ ; г)  $a_n \sim \frac{1}{t}$ ; д)  $a_n \sim \frac{1}{t^4}$ ; е)  $a_n \sim t$ ; ж)  $a_n \sim \frac{1}{t^2}$ ;  
з)  $a_n \sim t^4$ ; и)  $a_n = \text{const}$ ;

2. Частица движется вдоль окружности с радиусом 1 м в соответствии с уравнением  $\varphi(t) = 2\pi(t^3 - 27t + 12)$ , где  $\varphi$  – угол в радианах,  $t$  – время в секундах. Чему равно тангенциальное (касательное к траектории) ускорение частицы (в  $\text{м/с}^2$ ) в тот момент времени, когда её нормальное ускорение равно нулю:

- а) 0; б)  $4\pi$ ; в)  $6\pi$ ; г)  $8\pi$ ; д)  $12\pi$ ; е)  $24\pi$ ; ж)  $36\pi$ ; з) нет правильного ответа;

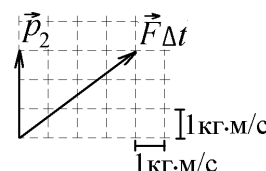
3. Физическое тело вращается вокруг закрепленной оси с угловой скоростью, зависимость проекции которой на ось вращения от времени  $t$  показана на рисунке. На какой угол повернется тело за время  $0 \leq t \leq 4$  с?

- а) 0 рад; б) 1 рад; в) 2 рад; г) 3 рад; д) 4 рад; е) 5 рад;  
ж) 6 рад; з) 7 рад; и) нет правильного ответа;



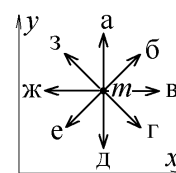
4. В результате действия в течение короткого времени  $\Delta t$  импульса силы  $\vec{F}\Delta t$ , некоторое тело приобрело импульс  $\vec{p}_2$  (см. рисунок). Какой была величина начального импульса тела до действия силы?

- а)  $5 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$ ; б)  $\sqrt{7} \text{ кг} \cdot \text{м/с}$ ; в)  $1 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$ ; г)  $4 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$ ; д)  $2 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$ ;  
е)  $3 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$ ; ж) нет правильного ответа;



5. Импульс частицы с массой  $m$ , находящейся в момент времени  $t = 1$  с в точке с координатами  $x = y = 1$  м, меняется со временем по закону  $\vec{p} = \vec{i}\alpha t^3 + \vec{j}\beta t^3$ , где  $\vec{i}, \vec{j}$  – орты декартовой системы координат  $\alpha = -1 \text{ кг} \cdot \text{м/с}^4$ ,  $\beta = +1 \text{ кг} \cdot \text{м/с}^4$ .

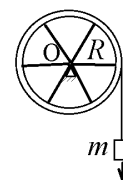
Укажите на рисунке правильное направление вектора силы  $\vec{F}$ , действующей на частицу в указанный момент времени.



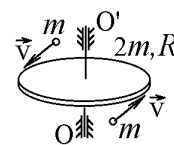
6. Шкив радиуса  $R$  может вращаться без трения вокруг горизонтальной закрепленной оси симметрии, проходящей через его центр  $O$ . К нити, намотанной на шкив, прикреплен груз массы  $m$ , который падает под действием силы тяжести.

Момент инерции шкива равен  $I = 3mR^2/4$ . Запишите для шкива уравнение динамики вращательного движения относительно оси вращения  $O$ , а для груза – уравнение динамики поступательного движения, найдите из них выражение силы натяжения нити, записанное через величины  $m$  и  $R$ , и укажите правильный ответ:

- а)  $T = mg/2$ ; б)  $T = 3mg/7$ ; в)  $T = 2mg/3$ ; г)  $T = 3mg/4$ ; д)  $T = mg/3$ ;  
е)  $T = mg/6$ ; ж) нет правильного ответа;

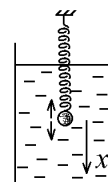


7. В покоящийся диск массы  $2m$  и радиуса  $R$ , способный вращаться вокруг закрепленной оси симметрии  $OO'$ , одновременно врезаются два маленьких пластилиновых шарика, имеющие вдвое меньшую массу  $m$  каждый и летящие по касательным к ободу диска с одинаковыми по величине скоростями  $\vec{v}$ . Шарики прилипают к ободу. Рассчитайте на основании приведенных данных угловую скорость диска с прилипшими шариками сразу после удара и укажите правильный ответ:



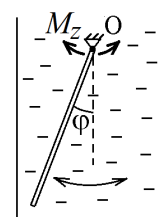
- а)  $\frac{v}{2R}$ ; б)  $\frac{v}{R}$ ; в)  $\frac{2v}{R}$ ; г)  $\frac{4v}{R}$ ; д)  $\frac{3v}{2R}$ ; е)  $\frac{2v}{3R}$ ; ж)  $\frac{5v}{4R}$ ; з)  $\frac{4v}{5R}$ ; и)  $\frac{7v}{6R}$ ; к)  $\frac{6v}{7R}$ ;  
л) правильного ответа нет (приведите его);

8. Грузик на пружинке совершает малые вертикальные колебания в вязкой жидкости, причем его смещение  $x$  от положения равновесия меняется со временем  $t$  по закону  $x(t) = Ae^{-at} \cos(bt)$ , причем  $b = a/3$ . Рассчитайте на основании этих данных величину циклической частоты  $\omega_0$  незатухающих малых колебаний такого пружинного маятника в том случае, когда он будет совершать колебания в воздухе, и укажите правильный ответ:



- а)  $a/3$ ; б)  $\sqrt{2}a$ ; в)  $\sqrt{3}a$ ; г)  $\sqrt{5}a$ ; д)  $\sqrt{8}a$ ; е)  $\sqrt{10}a$ ; ж)  $\sqrt{17}a$ ; з)  $\sqrt{5}a/2$ ;  
и)  $\sqrt{10}a/3$ ; к)  $\sqrt{17}a/4$ ; л) нет правильного ответа (приведите его);

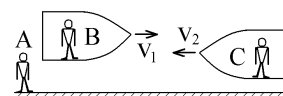
9. Физический маятник совершает вынужденные колебания вокруг горизонтальной оси подвеса  $Oz$  в вязкой жидкости под действием внешнего момента сил, проекция которого на ось вращения меняется со временем по гармоническому закону  $M_z = M_0 \cos(\omega t + \alpha)$ . При циклической частоте этого момента



$\omega = 3 \text{ с}^{-1}$  наблюдается резонанс амплитуды угловой скорости маятника, а при частоте  $\omega = 5 \text{ с}^{-1}$  наблюдается резонанс амплитуды его отклонения  $\phi$  от положения равновесия. Чему равен коэффициент затухания  $\beta$  собственных колебаний этого маятника в жидкости (укажите правильный ответ в  $\text{с}^{-1}$ )?

- а)  $3 \text{ с}^{-1}$ ; б)  $2 \text{ с}^{-1}$ ; в)  $\sqrt{3} \text{ с}^{-1}$ ; г)  $\sqrt{8} \text{ с}^{-1}$ ; д)  $\sqrt{2} \text{ с}^{-1}$ ; е)  $4 \text{ с}^{-1}$ ; ж)  $\sqrt{6} \text{ с}^{-1}$ ;  
з) нет правильного ответа;

10. Две ракеты с космонавтами В и С движутся в противоположных направлениях относительно неподвижного наблюдателя А. Космонавт В удаляется от наблюдателя А со скоростью  $v_1 = c/2$ , а космонавт С



приближается к космонавту В со скоростью  $v_2 = c/4$ , где  $c$  – скорость света в вакууме. При этом величина скорости космонавта С относительно наблюдателя А равна:

- а)  $c/3$ ; б)  $2c/7$ ; в)  $c/4$ ; г)  $2c/5$ ; д)  $3c/4$ ; е)  $c/2$ ; ж)  $3c/8$ ; з)  $c/\sqrt{8}$ ;  
и) нет правильного ответа;

11. Как изменится температура идеального газа, если уменьшить его объем в 2 раза в процессе, при котором соотношение между давлением и объемом газа  $p/V^2 = \text{const}$ :

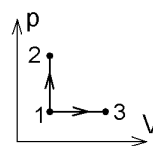
- а) увеличится в 8 раз; б) увеличится в 4 раза; в) увеличится в 2 раза; г) не изменится;  
д) уменьшится в 2 раза; е) уменьшится в 4 раза; ж) уменьшится в 8 раз; з) нет правильного ответа;

12. Первоначальное давление газа, имевшего температуру  $T$ , было равно  $p$ . Давление газа изохорически увеличили на величину  $\Delta p$ . Определите и укажите, на какую величину  $\Delta T$  изменилась температура газа:

- а)  $\Delta T = \frac{T \Delta p}{p}$ , увеличилась;    б)  $\Delta T = \frac{T \Delta p}{p - \Delta p}$ , уменьшилась;    в)  $\Delta T = \frac{T \Delta p}{p - \Delta p}$ , увеличилась;  
 г)  $\Delta T = \frac{T \Delta p}{p}$ , уменьшилась;    д)  $\Delta T = \frac{T \Delta p}{p + \Delta p}$ , увеличилась    е)  $\Delta T = \frac{T \Delta p}{p + \Delta p}$ , уменьшилась;

13. Молярные теплоемкости водяного пара в процессах  $1 \rightarrow 2$  и  $1 \rightarrow 3$  равны

$C_1$  и  $C_2$  соответственно. Величина отношения  $\frac{C_2 - C_1}{C_2}$  равна:

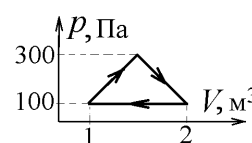


- а) 1/3            б) 1/4            в) 2/5            г) 2/3

14. Идеальный газ, совершая цикл Карно, получил от нагревателя 5 кДж теплоты и совершил работу 1 кДж. Чему равно отношение  $T_H/T_X$  температур нагревателя и холодильника?

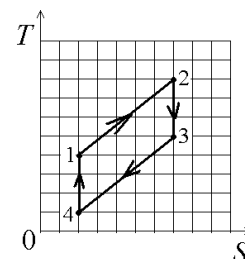
- а)  $T_H/T_X = 1,2$ ;    б)  $T_H/T_X = 1,25$ ;    в)  $T_H/T_X = 1,33$ ;    г)  $T_H/T_X = 1,5$ ;    д)  $T_H/T_X = 1,67$ ;  
 е)  $T_H/T_X = 2$ ;    ж) другой ответ;

15. Совершая циклический процесс, изображенный на рисунке, рабочее тело получает от нагревателя за один цикл количество теплоты  $Q = 1000$  Дж. Какое количество теплоты отдает рабочее тело за один цикл холодильнику?



- а) 450 Дж;    б) 500 Дж;    в) 550 Дж;    г) 600 Дж;    д) 650 Дж;    е) 700 Дж;    ж) 750 Дж;  
 з) 800 Дж;    и) 850 Дж;    к) 900 Дж;    л) 950 Дж;    м) другой ответ;

16. На диаграмме изображен цикл работы тепловой машины 1-2-3-4-1 в системе координат  $T - S$ , где  $T$  – абсолютная температура,  $S$  – энтропия. Одна клетка по вертикали соответствует 10 К, а по горизонтали 100 Дж/К.



Рассчитайте на основании данных из графика КПД работы этой тепловой машины.

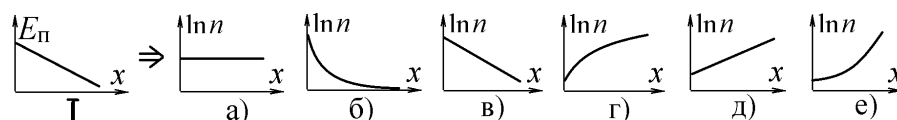
17. Концентрация молекул идеального газа уменьшилась в 4 раза, а средняя скорость этих молекул увеличилась в 4 раза. Как изменилось давление газа?

- а) увеличилось в 8 раз;    б) увеличилось в 4 раза;    в) увеличилось в 2 раза;  
 г) уменьшилось в 8 раз;    д) уменьшилось в 4 раза;    е) уменьшилось в 2 раза;  
 ж) не изменилось;    з) другой ответ;

18. С некоторым идеальным газом происходит процесс адиабатического уменьшения давления. При этом величина средней квадратичной скорости его молекул... :

- а) не изменяется;    б) увеличивается;    в) уменьшается;  
 г) данных в условии недостаточно для ответа;

19. Молекулы идеального газа находятся в поле внешних сил. График зависимости потенциальной энергии  $E_n$  молекулы от координаты  $x$  представлен на левом рисунке I.



Укажите правильный график зависимости от координаты  $x$  функции логарифма  $\ln n$  от концентрации молекул газа (температура газа всюду одинакова):

20. Идеальный газ находится в сосуде, объем которого может меняться, и совершает изотермический процесс, после которого число соударений молекул газа с единицей поверхности стенки сосуда за единицу времени увеличилось в 2 раза. При этом объем сосуда:

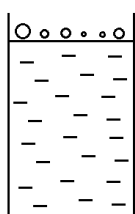
- а) увеличился в 16 раз; б) увеличился в 4 раза; в) увеличился в 2 раза;  
 г) увеличился в  $\sqrt{2}$  раз; д) не изменился; е) уменьшился в  $\sqrt{2}$  раз;  
 ж) уменьшился в 2 раза; з) уменьшился в 4 раза; и) уменьшился в 16 раз;

21. Частота соударений молекул газа со стенкой сосуда не будет изменяться, если газ совершает процесс, описываемый уравнением:

- а)  $\frac{P}{\sqrt{V}} = \text{const}$ ; б)  $p\sqrt{V} = \text{const}$ ; в)  $\frac{P}{V} = \text{const}$ ; г)  $pV = \text{const}$ ; д) другое уравнение.

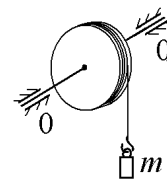
**Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ОПК-1 (контролируемый индикатор достижения компетенции ОПК-1.3)**

*Пример:* Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ОПК-1 (контролируемый индикатор достижения компетенции ОПК-1.3)

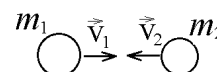


1. В высокий сосуд с растительным маслом одновременно высыпали множество маленьких металлических шариков разного радиуса  $r$ . Проанализируйте процесс падения шариков в жидкости и объясните порядок их падения на дно. Ответ обоснуйте с помощью физических законов и формул.

2. Шкив может вращаться вокруг своей закрепленной горизонтально оси  $00'$  без трения. Под рукой имеется линейка, секундомер, и также грузик массы  $m$ , который можно подвесить к нити, намотанной на шкив. Предложите процедуру определения момента инерции шкива относительно оси  $00'$  с помощью имеющихся под рукой предметов. Обоснуйте предложенную процедуру формулами, позволяющими вычислить требуемый момент инерции.



3. При абсолютно упругом соударении двух металлических шариков с массами  $m_1$  и  $m_2$ , двигавшихся навстречу друг другу со скоростями  $v_1$  и  $v_2$ , в

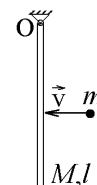


**момент наибольшего сближения** шарики движутся с одной скоростью  $v_0$ , определяемой законом сохранения импульса  $|m_1 v_1 - m_2 v_2| = (m_1 + m_2) v_0$  и только потом разлетаются в стороны.

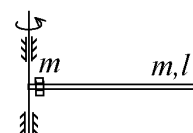
При этом кинетическая энергия меняется на величину  $\Delta E_{\text{кин}} = \frac{m_1 v_1^2}{2} + \frac{m_2 v_2^2}{2} - \frac{(m_1 + m_2) v_0^2}{2} > 0$ .

Изложите ваше мнение о причине изменения энергии или об ошибках в записанных формулах.

4. Пластилиновый шарик массы  $m$ , летевший со скоростью  $v$ , сталкивается с висевшим неподвижно стержнем массы  $M$  и длины  $l$ , способным вращаться без трения вокруг горизонтальной оси, проходящей через точку подвеса  $O$ , но не прилипает к стержню, а отскакивает от него. Определите закон сохранения какой величины можно, а какой нельзя использовать при соударении: механической энергии? Импульса? Момент импульса? Запишите свое суждение о причине сохранения или изменения каждой из этих величин.

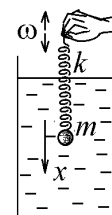


5. В начальный момент времени стержень массы  $m$  и длины  $l$  свободно вращается без трения с угловой скоростью  $\omega_0$  в горизонтальной плоскости вокруг закрепленной оси, проходящей через его край. По стержню может свободно без трения скользить надета на него муфта той же массы  $m$ . В начальный момент муфта находилась вблизи оси вращения. Никаких внешних сил в горизонталь-



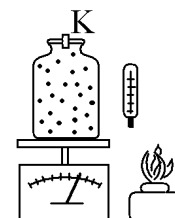
ной плоскости нет. Проанализируйте движение муфты, изменение кинетической энергии, импульса и момента импульса системы со временем и выскажите свое мнение о сохранении этих величин или о причинах их изменения. Обоснуйте свое суждение необходимыми законами и формулами физики.

6. Экспериментатор опустил тяжелый шарик, прикрепленный к концу пружинки, в вязкую жидкость и раскачивает другой конец пружинки в вертикальном направлении с частотой  $\omega$ , в результате чего шарик совершает колебания по закону  $x = A \cos(\omega t + \varphi)$ . При этом экспериментатор заметил, что при некоторой частоте  $\omega = \omega_1$  амплитуда  $A$  колебаний шарика в жидкости оказывается самой большой.

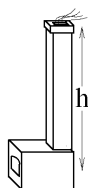


Исходя из этого он сделал вывод о том, что при той же частоте  $\omega_1$  будет максимальной и амплитуда скорости шарика  $v = dx/dt$ . Выскажите своё суждение о правильности или неправильности вывода, сделанного экспериментатором. Если этот вывод неверен, укажите, как надо изменить частоту  $\omega$ , чтобы получить максимальную амплитуду скорости. Ответ обоснуйте с помощью физических законов и формул.

7. Газ закачан под давлением в трехлитровый стеклянный сосуд, закрытая крышка которого имеет клапан К, выпускающий газ в том случае, когда его давление достигает величины  $p_0$ . Имеются весы, позволяющие точно измерить массу сосуда с газом; горелка, позволяющая нагреть сосуд до большой температуры, и термометр, позволяющий измерить его температуру. Предложите процедуру определения молярной массы  $\mu$  газа в сосуде с помощью данных устройств. Обоснуйте предложенную процедуру формулами, позволяющими вычислить требуемый результат.

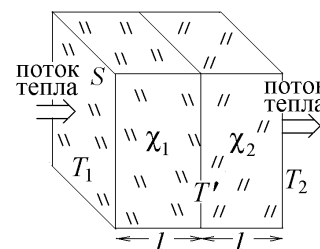


8. Три экспериментатора начали спорить о том, что происходит после нагревания газа с числом его молекул, величины скоростей которых отличаются от скорости  $v_1$  не более, чем на  $\Delta v = \pm 1$  м/с, где скорость  $v_1$  равна половине средней скорости молекул данного газа. Первый утверждает, что число таких молекул после нагревания газа увеличится, второй – что не изменится, а третий – что уменьшится. Выскажите свое мнение о том, кто из них прав. Свой ответ обоснуйте с помощью физических законов и формул.



9. Выскажите свое мнение и с помощью законов физики объясните причину того, что увеличение высоты  $h$  печной трубы приводит к увеличению потока воздуха, затягиваемого в дверцу печи и к лучшему горению дров. Ответ обоснуйте полученными вами формулами такой зависимости.

10. Два прижатых друг к другу слоя теплоизоляционного материала имеют одинаковую площадь  $S$ , но разные коэффициенты теплопроводности  $\chi_1 = 1 \text{ Н} \cdot \text{К}^{-1} \cdot \text{с}^{-1}$  и  $\chi_2 = 2 \text{ Н} \cdot \text{К}^{-1} \cdot \text{с}^{-1}$  и пропорциональную им толщину  $l$  и  $2l$  соответственно. Температуры с разных сторон равны  $T_1 = 400 \text{ К}$  и  $T_2 = 200 \text{ К}$  (см. рисунок). Первый экспериментатор считает, что так как теплопроводность второго материала в 2 раза больше, то он пропускает в 2 раза больший поток тепла, а температура соприкасающейся поверхности слоев равна  $T' = (T_1 + T_2)/2$ . Второй экспериментатор не уверен в этом и считает, что температуру  $T'$  надо считать по другой формуле  $T' = (2T_1 + T_2)/3$ . Согласны ли вы с ними? Если нет, то предложите процедуру решения, позволяющую найти температуру  $T'$  и получите её значение.



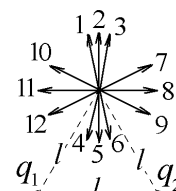


## 3 семестр

**Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ОПК-1 (контролируемый индикатор достижения компетенции ОПК-1.1)**

*Пример: Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ОПК-1 (контролируемый индикатор достижения компетенции ОПК-1.1)*

1. Положительный точечный заряд  $q_1 = +2q$  и отрицательный точечный заряд  $q_2 = -q$  находятся в двух вершинах равностороннего треугольника с длиной стороны  $l$ . Указать правильное направление вектора напряженности  $\vec{E}$  созданного ими электростатического поля в третьей вершине этого треугольника (см. рисунок):

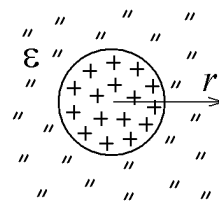


- а) 1 б) 2 в) 3 г) 4 д) 5 е) 6 ж) 7 з) 8 и) 9 к) 10 л) 11  
м) 12

2. Укажите уравнение, выражающее теорему Гаусса в электростатике:

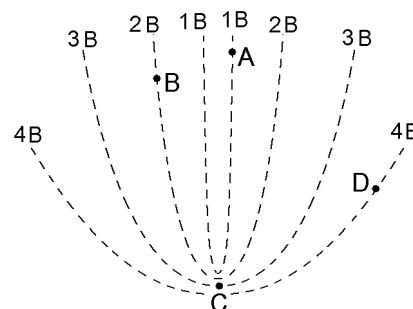
- а)  $\oint_S \vec{E} d\vec{S} = \frac{\sum q_i}{\epsilon \epsilon_0}$ ; б)  $\oint_l \vec{E} d\vec{l} = \frac{\sum q_i}{\epsilon \epsilon_0}$ ; в)  $\oint_S \vec{E} d\vec{S} = 0$ ; г)  $\oint_l \vec{E} d\vec{l} = 0$ ;

3. По объему шара с одинаковой во всех точках плотностью  $\rho = \text{const}$  распределен электрический заряд. Шар окружен бесконечной диэлектрической средой, имеющей диэлектрическую проницаемость  $\epsilon$ . На расстоянии  $r$  от центра шара (за его пределами) величина напряженности электрического поля, созданного этим зарядом, равна  $E$ . Если поместить данный заряженный шар в вакуум (убрать диэлектрик), то поле с вдвое меньшей величиной напряженности  $E/2$  будет наблюдаться в вакууме на вдвое большем расстоянии  $2r$  от центра шара. Чему равна диэлектрическая проницаемость среды?



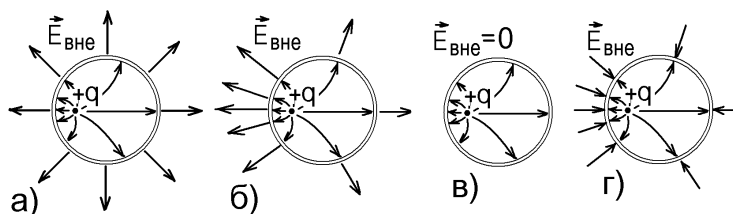
- а) 1; б) 1,41; в) 2; г) 4; д) 8; е) другой ответ;

4. На рисунке показана картина эквипотенциальных линий электростатического поля и значения потенциала на них. Отмечены точки A, B, C и D. Изменение величины скорости первоначально покоившейся заряженной частицы под действием электростатического поля имеет наибольшее значение при перемещении частицы:

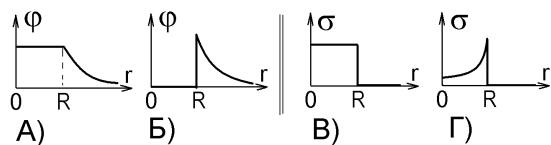
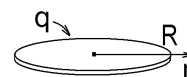


- а) из точки D в точку B; б) из точки D в точку C;  
в) из точки D в точку A; г) из точки C в точку A;

5. Внутри незаряженной полый металлической сферы поместили точечный положительный электрический заряд, сместив его из центра сферы, как показано на рисунках. Какой будет картина силовых линий электрического поля в вакууме внутри и вне сферы?



6. На тонкий металлический диск радиуса  $R$  поместили положительный электрический заряд  $q$ . На рисунках указаны зависимости потенциала  $\varphi$  и поверхностной плотности заряда  $\sigma$  в зависимости от расстояния  $r$  до центра диска.



Правильными зависимостями будут:

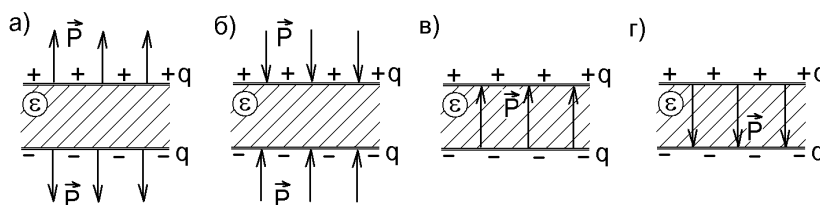
- а) А-В; б) А-Г; в) Б-В; г) Б-Г;

7. Положительный заряд  $+q$  поместили на уединенный металлический шар радиуса  $R$ , окруженный бесконечной однородной диэлектрической средой с диэлектрической проницаемостью  $\epsilon$ . Разность потенциалов  $\varphi_A - \varphi_O$  в точке А на поверхности шара (на шаре) и в точке О его центра будет равна:

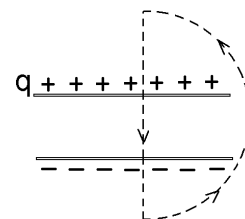


- а)  $+\frac{q}{4\pi\epsilon_0 R^2}$ ; б)  $+\frac{q}{4\pi\epsilon\epsilon_0 R^2}$ ; в)  $+\frac{q}{16\pi\epsilon_0 R^2}$ ;  
г)  $+\frac{q}{16\pi\epsilon\epsilon_0 R^2}$ ; д) 0; е)  $-\frac{q}{4\pi\epsilon_0 R^2}$ ; ж)  $-\frac{q}{4\pi\epsilon\epsilon_0 R^2}$ ; з)  $-\frac{q}{16\pi\epsilon_0 R^2}$ ; и)  $-\frac{q}{16\pi\epsilon\epsilon_0 R^2}$ ;

8. Плоский заряженный конденсатор с зарядом  $q$  на металлических обкладках заполнен диэлектрической средой с диэлектрической проницаемостью  $\epsilon = 2$  и находится в вакууме. Выберите рисунок с правильным направлением линий вектора поляризованности  $\vec{P}$ :



9. Электрическое поле создано зарядом  $q$ , помещённым на пластины плоского конденсатора. Что можно сказать о знаке интеграла  $\oint \vec{E} \cdot d\vec{r}$  от напряжённости этого поля по замкнутому контуру, показанному на рисунке штриховой линией (укажите правильное утверждение):



- а)  $\oint \vec{E} d\vec{r} > 0$ ; б)  $\oint \vec{E} d\vec{r} < 0$ ; в)  $\oint \vec{E} d\vec{r} = 0$ ; г)  $\oint \vec{E} d\vec{r} = \infty$ ;  
д) недостаточно данных;

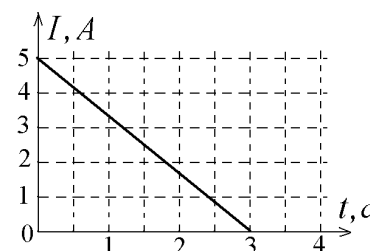
10. Вдоль цилиндрического металлического провода радиуса  $r$ , участок которого длины  $L$  имеет сопротивление  $R$ , создано стороннее стационарное электрическое поле с напряжённостью  $E$ . Определите и укажите формулу для плотности тока, вызванного этим полем:

- а)  $j = \frac{\pi r^2 R E}{L}$ ; б)  $j = \frac{\pi r^2 E}{R L}$ ; в)  $j = \frac{E L}{\pi r^2 R}$ ; г)  $j = \frac{\pi r^2 R}{E L}$ ; д)  $j = \frac{L R}{\pi r^2 E}$ ;

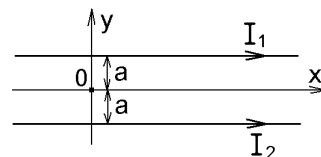
е) другой ответ;

11. Величина электрического тока, текущего по проводнику, меняется со временем  $t$  по закону, изображённому на рисунке. Чему равна величина электрического заряда, протекшего через поперечное сечение проводника за интервал времени  $0 \leq t \leq 3$  с?

- а) 0,6 Кл б) 1,67 Кл в) 5 Кл г) 7,5 Кл д) 15 Кл

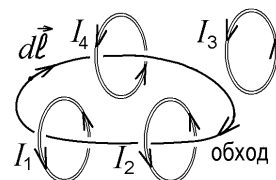


12. Два прямолинейных длинных проводника лежат в плоскости  $xy$ , параллельны оси  $Ox$  и расположены на одинаковых расстояниях  $a$  от оси  $Ox$ . По проводникам текут одинаправленные токи, причем  $I_1 = 2I_2$ . Суммарная индукция  $\vec{B}$  магнитного поля этих токов равна нулю в точке с координатами:

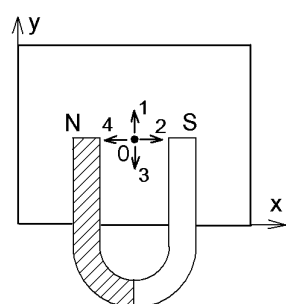


- а)  $x=0; 0 < y < a$ ; б)  $x=0; y > a$ ; в)  $x=0; -a < y < 0$ ; г)  $x=0; y < -a$ ;

13. Имеется замкнутый контур и проводники с токами  $I_1, I_2, I_3$  и  $I_4$ . Направление обхода контура и направления токов показаны на рисунке. Чему равна циркуляция вектора индукции магнитного поля по этому контуру, делённая на магнитную постоянную  $\oint \vec{B} d\vec{l} / \mu_0$ ?

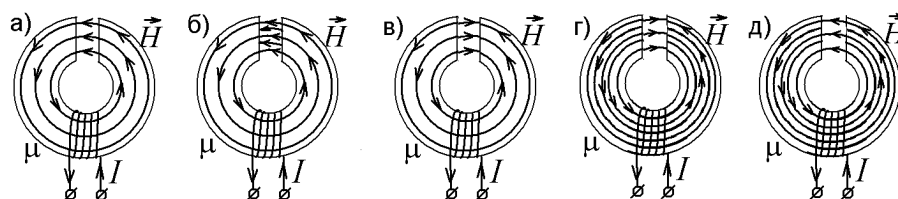


- а)  $I_1 - I_2 + I_4$ ; б)  $-I_1 + I_2 - I_4$ ; в)  $I_1 + I_2 - I_4$ ; г)  $-I_1 - I_2 + I_4$ ; д)  $I_1 + I_2 + I_3 - I_4$ ;  
е)  $I_1 + I_2 - I_3 - I_4$ ; ж)  $-I_1 - I_2 + I_3 + I_4$ ; з)  $-I_1 - I_2 - I_3 + I_4$

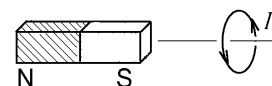


14. Светящееся пятно, образованное сфокусированным лучом на экране  $xy$  осциллографа, находилось в точке  $O$ . К пятну, как показано на рисунке, подносят подковообразный магнит. Определите, в какую сторону сместится светящееся пятно: а) 1 б) 2 в) 3 г) 4

15. Записывающая головка магнитофона имеет вид тороидального сердечника из материала с магнитной проницаемостью  $\mu > 1$ , в которой сделана прорезь (см. рисунки). Ток  $I$ , текущий по обмотке, навитой на сердечник, создает в нем магнитное поле с линиями индукции  $\vec{H}$ . Укажите рисунок с правильной картиной линий  $\vec{H}$  в сердечнике и в прорези:

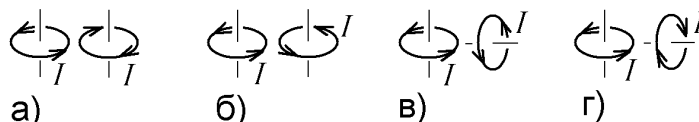


16. Постоянный магнит и перпендикулярный к его оси круговой виток с током  $I$  неподвижны друг относительно друга. Как при этом действует на виток магнитная сила со стороны магнита?

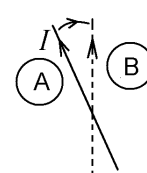


- а) она притягивает виток к магниту; б) она отталкивает виток от магнита; в) она стремится сместить виток вбок; г) она равна нулю, так как виток и магнит неподвижны;

17. По двум близко расположенным виткам текут одинаковые по величине токи. При какой ориентации витков величина энергии их магнитного взаимодействия будет наименьшей (центры витков во всех четырех случаях находятся на одинаковом расстоянии):



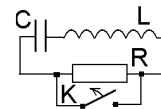
18. В одной плоскости лежат прямой провод, по которому течет постоянный ток, и по разные стороны от него проводящие кольца А и В. В некоторый момент провод с током начали поворачивать по часовой стрелке вокруг оси, перпендикулярной плоскости и проходящей через середину отрезка, соединяющего центры колец (см. рисунок). Потечет ли электрический ток по кольцам и, если да, то в какие стороны?



- а) в кольцах А и В потечет против часовой стрелки;

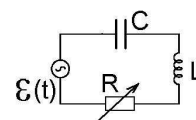
- б) в кольцах А и В потечет по часовой стрелке;  
 в) в кольце В - по часовой стрелке, а в кольце А - против часовой стрелки;  
 г) в кольце А - по часовой стрелке, а в кольце В - против часовой стрелки;

19. В цепи электрического колебательного контура, изображенного на рисунке, первоначально замкнутый ключ К разомкнули. При этом период собственных электрических колебаний



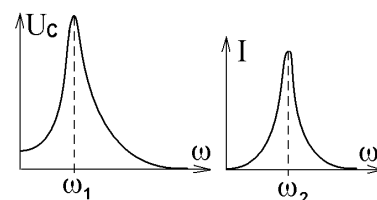
- а) уменьшился; б) не изменился, так как зависит только от величин  $L$  и  $C$ ;  
 в) увеличился; г) электрические колебания прекратились;

20. Частота  $\omega_{\text{вн}}$  внешней ЭДС, меняющейся по гармоническому закону и включенная в электрический колебательный контур (см. рисунок) такова, что амплитуда вынужденных колебаний тока в контуре максимальна. Сопротивление  $R$  увеличивают, не меняя параметры  $L$  и  $C$ . При этом для получения нового максимального значения амплитуды тока следует:



- а) уменьшить величину  $\omega_{\text{вн}}$ ? б) увеличить величину  $\omega_{\text{вн}}$ ?  
 в) величину  $\omega_{\text{вн}}$  изменять не надо? г) при сопротивлениях  $R$ , больших критического значения, вынужденные колебания тока в цепи возникать не могут?

21. Зависимости амплитуды вынужденных колебаний напряжения на конденсаторе  $U_C$  и амплитуды тока  $I$  в электрическом колебательном контуре от частоты  $\omega$  внешней ЭДС показаны на рисунке, где  $\omega_1 = 10^6 \text{ с}^{-1}$ , а коэффициент затухания для этого контура равен  $\beta = 2 \cdot 10^6 \text{ с}^{-1}$ . Определите, какой должна быть величина частоты  $\omega_2$ :



- а)  $5 \cdot 10^5 \text{ с}^{-1}$ ; б)  $10^6 \text{ с}^{-1}$ ; в)  $1,41 \cdot 10^6 \text{ с}^{-1}$ ; г)  $1,72 \cdot 10^6 \text{ с}^{-1}$ ; д)  $2 \cdot 10^6 \text{ с}^{-1}$ ; е)  $3 \cdot 10^6 \text{ с}^{-1}$ ;

22. В случае электромагнитного поля в идеальной диэлектрической среде согласно уравнениям Максвелла вектор  $\text{rot } \vec{E}$  равен:

- а)  $\vec{j}$ ; б)  $-\partial \vec{B} / \partial t$ ; в)  $\partial \vec{D} / \partial t$ ; г)  $\rho$ ; д)  $\epsilon \epsilon_0 \rho$ ; е)  $\mu \mu_0 \vec{j}$ ; ж)  $-\partial \vec{H} / \partial t$ ;

23. Укажите, какие из приведенных ниже уравнений системы Максвелла записаны с ошибкой (неверно):

$$1) \oint_L \vec{E} d\vec{l} = - \int_S \frac{\partial \vec{B}}{\partial t} d\vec{S}; \quad 2) \oint_L \vec{B} d\vec{l} = \int_S \frac{\partial \vec{D}}{\partial t} d\vec{S} + \int_S \vec{j} d\vec{S}; \quad 3) \oint_S \vec{E} d\vec{S} = \int_V \rho dV; \quad 4) \oint_S \vec{B} d\vec{S} = 0;$$

- а) 1 и 4; б) 2 и 3; в) 1 и 3; г) 3 и 4; д) 2 и 4; е) 1 и 2;

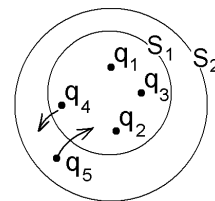
24. В плоской электромагнитной волне, распространяющейся в вакууме, в некоторый момент времени вектор напряженности электрического поля направлен вдоль вектора  $\vec{k}$ , а вектор напряженности магнитного поля – **против** вектора  $\vec{i}$ , где  $\vec{i}$ ,  $\vec{j}$ ,  $\vec{k}$  – орты декартовой системы координат. Вектором скорости этой волны будет ( $c$  – скорость света):

- а)  $\vec{j}c$ ; б)  $-\vec{j}c$ ; в)  $(\vec{i} + \vec{k})c/\sqrt{2}$ ; г)  $(\vec{k} - \vec{i})c/\sqrt{2}$ ; д) нет правильного ответа;

**Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ОПК-1 (контролируемый индикатор достижения компетенции ОПК-1.2)**

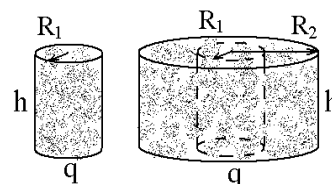
**Пример: Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ОПК-1 (контролируемый индикатор достижения компетенции ОПК-1.2)**

1. На рисунке показаны две замкнутые поверхности  $S_1$  и  $S_2$ , окружающие точечные заряды  $q_1 = -1$  мкКл,  $q_2 = +2$  мкКл,  $q_3 = -3$  мкКл,  $q_4 = -4$  мкКл и  $q_5 = +4$  мкКл, которые создают электростатическое поле с напряженностью  $\vec{E}$ . Потoki вектора  $\vec{E}$  через замкнутые поверхности  $S_1$  и  $S_2$  равны, соответственно,  $\Phi_1$  и  $\Phi_2$ . Заряды  $q_4$  и  $q_5$  поменяли местами, как показано стрелками. При этом (укажите правильное утверждение,  $\epsilon_0$  – электрическая постоянная):



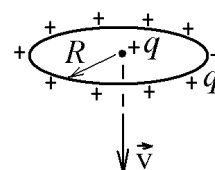
- а) и  $\Phi_1$ , и  $\Phi_2$ . поменяли знак, не изменив величины; б) и  $\Phi_1$ , и  $\Phi_2$ . не изменились;  
 в)  $\Phi_1$  поменял знак,  $\Phi_2$ . не изменился; г)  $\Phi_1$  увеличился на  $8 \text{ мкКл}/\epsilon_0$ ,  $\Phi_2$ . не изменился;  
 д)  $\Phi_1$  увеличился на  $4 \text{ мкКл}/\epsilon_0$ ,  $\Phi_2$ . не изменился; е) нет правильного ответа;  
 ж)  $\Phi_1$  увеличился на  $4 \text{ мкКл}/\epsilon_0$ ,  $\Phi_2$ . уменьшился на  $4 \text{ мкКл}/\epsilon_0$ ;

2. Электрический заряд  $q$  распределен равномерно внутри цилиндра радиусом  $R_1$  и высотой  $h$ . Радиус цилиндра увеличили до  $R_2 = 3R_1$ , оставив высоту без изменения, и заряд равномерно распределился по объему внутри нового цилиндра. Во сколько раз уменьшился поток вектора напряженности электрического поля сквозь цилиндрическую замкнутую поверхность радиуса  $R_1$ .



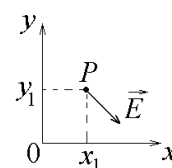
- а) в 27 раз б) в 9 раз в) в 3 раза г) не изменился

3. В центре закрепленного неподвижного тонкого кольца радиуса  $R$ , по которому равномерно распределен электрический заряд  $+q$ , первоначально покоилась свободная частица с таким же по величине и знаку положительным зарядом  $+q$ . Удалившись под действием электрических сил со стороны кольца на бесконечное расстояние, частица приобретает скорость, равную  $v$ . Каким будет правильное выражение для расчета массы частицы?



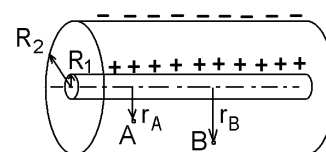
- а)  $\frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 R v^2}$  б)  $\frac{q^2 v^2}{4\pi\epsilon_0 R}$  в)  $\frac{q^2}{8\pi\epsilon_0 R v^2}$  г)  $\frac{q^2 v^2}{8\pi\epsilon_0 R}$  д)  $\frac{q^2}{2\pi\epsilon_0 R v^2}$  е)  $\frac{q^2 v^2}{2\pi\epsilon_0 R}$   
 ж) другой ответ

4. В некоторой области пространства создано электростатическое поле, вектор напряженности которого в точке  $P(x_1, y_1)$  направлен под некоторым углом к оси  $x$  (см. рис.). Какая зависимость потенциала электрического поля от координат  $\varphi(x, y)$  может соответствовать такому направлению напряженности?



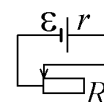
- а)  $\varphi = 3x^2 - 4y^2$  б)  $\varphi = -3y^2$  в)  $\varphi = 3x^2$  г)  $\varphi = 4y^2 - 3x^2$

5. Точка “А” находится на расстоянии  $r_1 = 2R$  от оси длинного заряженного цилиндрического конденсатора, а точка “В” – на расстоянии  $r_2 = 3R$  от этой оси. Радиусы обкладок такого конденсатора  $R_1 = R$  и  $R_2 = 4R$  (см. рисунок). Определите отношение  $w_A/w_B$  плотностей энергии электростатического поля в точках А и В:



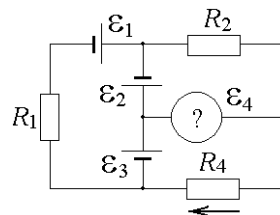
- а) 1 б) 1,5 в) 2,25 г) 3,375 д) 5,0625

6. Реостат с общим сопротивлением  $R=10$  Ом подключен к источнику тока с внутренним сопротивлением 1 Ом, как показано на рисунке. Если движок реостата перемещать из крайнего левого положения вправо до конца, то мощность тока в

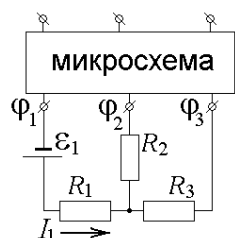


- реостате будет ... а) сначала уменьшаться, а затем увеличиваться;  
 б) сначала увеличиваться, а затем уменьшаться; в) непрерывно увеличиваться;  
 г) непрерывно уменьшаться;

7. В электрической схеме, показанной на рисунке,  $R_2 = R_4 = 10 \text{ Ом}$ ,  $\varepsilon_2 = 20 \text{ В}$ ,  $\varepsilon_3 = 10 \text{ В}$ . Внутренние сопротивления источников тока равны нулю. Какова величина ЭДС источника тока  $\varepsilon_4$  и его расположение в цепи, если через резистор  $R_4$  протекает ток  $0,5 \text{ А}$  справа налево?



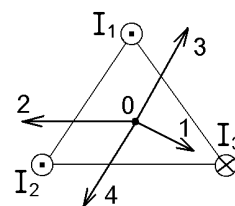
- а) ; 25 В б) ; 25 В в) ; 15 В г) ; 15 В  
 д) ; 5 В е) ; 5 В



8. На рисунке представлена часть электрической схемы, для которой известны только некоторые параметры:  $R_1 = 4 \text{ Ом}$ ,  $R_3 = 1 \text{ Ом}$ , а источник  $\varepsilon_1 = 3 \text{ В}$  и имеет нулевое внутреннее сопротивление. Потенциалы  $\varphi_1 = 3 \text{ В}$ ,  $\varphi_3 = 7 \text{ В}$ , а сила тока через сопротивление  $R_1$  равна  $I_1 = 1 \text{ А}$ . Чему равна сила тока через сопротивление  $R_3$ ?

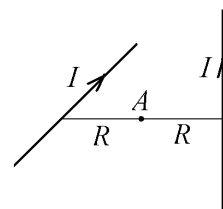
- а) нельзя рассчитать, т.к. не хватает данных б)  $0,8 \text{ А}$  в)  $3,0 \text{ А}$  г)  $5,0 \text{ А}$

9. На рисунке изображены сечения трех параллельных прямолинейных длинных проводников с разнонаправленными токами одинаковой величины  $|I_1| = |I_2| = |I_3|$ . Расстояния между проводниками одинаковы, и в точке О, равноудаленной от всех проводников, каждый из токов создает магнитное поле, величина индукции которого равна  $B$ . Вектор индукции суммарного магнитного поля всех токов в точке О имеет направление:



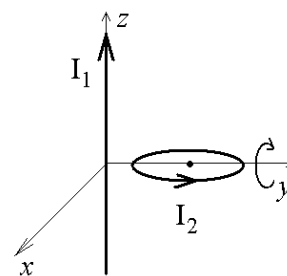
- а) 1 б) 2 в) 3 г) 4

10. Два бесконечных прямых проводника направлены взаимно перпендикулярно. По проводникам текут токи одинаковой величины. Наименьший отрезок прямой линии, соединяющей проводники, имеет длину  $2R$  (см. рисунок). В точке А посередине этого отрезка токи создают магнитное поле с величиной напряжённости  $H$ . Чему равна величина каждого из токов, текущих по проводникам:

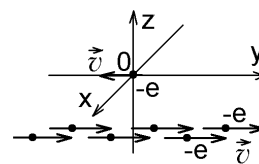


- а)  $I = \pi R H$  б)  $I = \sqrt{2} \pi R H$   
 в)  $I = 2 \pi R H$  г)  $I = 2 \sqrt{2} \pi R H$  д)  $I = \pi R H / \sqrt{2}$  е)  $I = \pi R H / 2$

11. На рисунке изображены два тока: прямолинейный  $I_1$  и круговой  $I_2$ . Виток с током  $I_2$  лежит в плоскости  $xy$ , а его центр лежит на оси  $y$ . Величины индукций магнитного поля, созданного этими токами в центре витка равны друг другу  $B_1 = B_2 = 1 \text{ Тл}$ . Во сколько раз изменится результирующая индукция магнитного поля в центре витка, если его развернуть на  $90^\circ$  вокруг оси  $y$  по часовой стрелке, если смотреть со стороны оси  $y$ ?

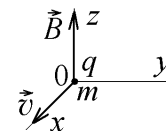


12. Однородный тонкий пучок электронов, летящих со скоростью  $\mathbf{v}$  в направлении оси  $y$ , находится в плоскости  $yz$ . В какую сторону этот пучок будет отклонять электрон, движущийся против оси  $y$ , и находящийся в начале координат  $O$  (см. рисунок)?



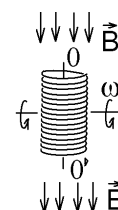
- а) вдоль оси  $x$ ; б) против оси  $x$ ; в) вдоль оси  $y$ ;  
г) против оси  $y$ ; д) вдоль оси  $z$ ; е) против оси  $z$ ;

13. Линии индукции  $\mathbf{B}$  однородного магнитного поля направлены вдоль оси  $z$ . Заряженная частица в начальный момент вылетает из начала координат  $O$  со скоростью, направленной вдоль оси  $x$ , и спустя промежуток времени  $\Delta t$  в первый раз возвращается в точку  $O$ . Какая формула при этом правильно задаёт удельный заряд частицы?



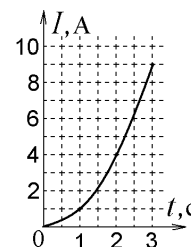
- а)  $\frac{q}{m} = \frac{\pi \Delta t}{2B}$ ; б)  $\frac{q}{m} = \frac{\pi \Delta t}{B}$ ; в)  $\frac{q}{m} = \frac{2\pi \Delta t}{B}$ ; г)  $\frac{q}{m} = \frac{\Delta t}{2\pi B}$ ; д)  $\frac{q}{m} = \frac{\Delta t}{\pi B}$ ;  
е)  $\frac{q}{m} = \frac{2\Delta t}{\pi B}$ ; ж)  $\frac{q}{m} = \frac{\pi}{2B\Delta t}$ ; з)  $\frac{q}{m} = \frac{\pi}{B\Delta t}$ ; и)  $\frac{q}{m} = \frac{2\pi}{B\Delta t}$ ; к) другой ответ;

14. Короткозамкнутая катушка из  $N$  витков, вращается с угловой скоростью  $\omega$  вокруг оси, перпендикулярной к направлению линий индукции  $\vec{B}$  однородного постоянного магнитного поля. Величина ЭДС электромагнитной индукции, возникающей в катушке, равна нулю, когда (выберите правильное утверждение):



- а) ось катушки  $OO'$  перпендикулярна вектору  $\vec{B}$ ;  
б) ось катушки  $OO'$  параллельна вектору  $\vec{B}$ ;  
в) величина ЭДС индукции не зависит от взаимной ориентации оси  $OO'$  и вектора  $\vec{B}$ ;  
г) при указанных условиях ЭДС электромагнитной индукции всегда отлична от нуля;

15. По замкнутому проводящему контуру с индуктивностью  $L = 2$  Гн течет ток, величина которого меняется со временем  $t$  по параболическому закону ( $\sim t^2$ ), как показано на графике. Определите и укажите величину ЭДС самоиндукции, возникающей в контуре в момент времени  $t = 2$  с:



- а) 2 В; б) 4 В; в) 6 В; г) 8 В; д) 12 В; е) 18 В; ж) 24 В;

16. Закрепленный замкнутый проводящий круговой виток с сопротивлением  $R$  расположен в горизонтальной плоскости в магнитном поле, линии индукции которого вертикальны (рис.1), а величина индукции начинает изменяться со временем  $t$  по закону  $B = B_0 + \beta_1 t - \beta_2 t^2$ , где  $B_0$ ,  $\beta_1$  и  $\beta_2$  – положительные константы. Укажите правильный график зависимости величины индукционного тока, возникающего в витке, от времени  $t$ :

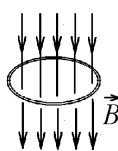
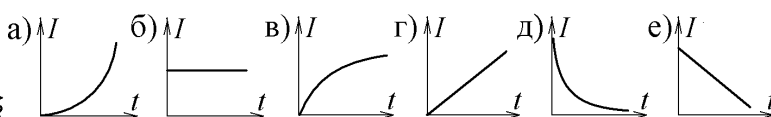
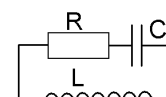


Рис.1

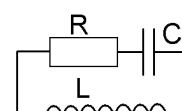


17. С уменьшением величины ёмкости  $C$  в электрическом колебательном контуре, изображенном на рисунке, величина логарифмического декремента затухания электрических колебаний:



- а) уменьшается; б) не изменяется;  
в) увеличивается; г) для ответа не хватает знания величин  $L$ ,  $C$  и  $R$ ;

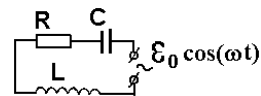
18. Собственные затухающие колебания в электрическом колебательном контуре с сопротивлением  $R$ , индуктивностью  $L$  и ёмкостью  $C$  описываются уравнением  $q(t) = A e^{-\beta t} \sin(\omega t + \varphi)$ , где  $\beta = \frac{3}{5} \frac{1}{\sqrt{LC}}$ . Во сколько раз изменит-



ся частота  $\omega$  колебаний, если коэффициент затухания  $\beta$  увеличить в  $4/3 = 1,33$  раз:

- а) не изменится; б) увеличится в 1,33 раза; в) уменьшится в 1,33 раз;  
г) уменьшится в 1,2 раз; д) увеличится в 1,2 раз;

19. В электрический колебательный контур с активным сопротивлением  $R$ , ёмкостью  $C$  и индуктивностью  $L$ , изображенный на рисунке, включен последовательно источник переменного тока с амплитудой  $\mathcal{E}_0$  с частотой  $\omega$ , которую можно изменять. Оказалось, что при частоте  $\omega = \omega_1$  в контуре наблюдается резонанс амплитуды тока в цепи, а при частоте  $\omega = \omega_2$  наблюдается резонанс амплитуды напряжения на конденсаторе. При этом отношение  $\omega_1/\omega_2$  равно (определите верный ответ):



- а)  $\sqrt{\frac{L}{L-2CR^2}}$ ; б)  $\sqrt{\frac{4L}{4L-CR^2}}$ ; в)  $\sqrt{\frac{2L}{2L-CR^2}}$ ; г)  $\sqrt{\frac{C}{C-2LR^2}}$ ; д)  $\sqrt{\frac{2C}{2C-LR^2}}$   
е)  $\sqrt{\frac{L}{L-4CR^2}}$ ; ж)  $\sqrt{\frac{4C}{4C-LR^2}}$ ; з) нет правильного ответа;

20. Амплитуда напряженности магнитного поля электромагнитной волны, распространяющейся в вакууме, увеличилась в 4 раза. При этом амплитуда плотности потока энергии, переносимая этой волной:

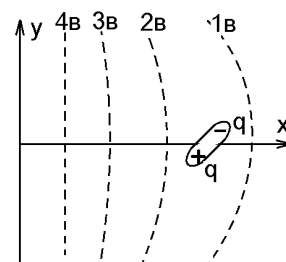
- а) не изменилась; б) увеличилась в 2 раза; в) уменьшилась в 2 раза;  
г) увеличилась в 4 раза; д) уменьшилась в 4 раза; е) увеличилась в 16 раз;  
ж) уменьшилась в 16 раз; з) нет правильного ответа;

### Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ОПК-1 (контролируемый индикатор достижения компетенции ОПК-1.3)

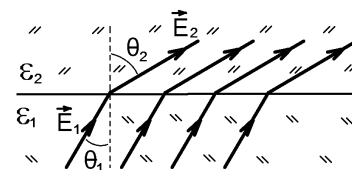
*Пример:* Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ОПК-1 (контролируемый индикатор достижения компетенции ОПК-1.3)

1. Потенциал электростатического поля на плоскости  $xy$  задан формулой  $\varphi = kxy$ , где  $k = 1 \text{ В/м}^2$ . Нарисуйте картину силовых линий электростатического поля в области  $x \geq 0, y \geq 0$ . Ответ обосновать и подтвердить формулами или законами физики.

2. На плоскости  $xy$  показана картина эквипотенциальных поверхностей электростатического поля, в котором находится свободная полярная молекула с зарядами  $+q$  и  $-q$  на концах (см. рисунок). Проанализируйте дальнейшее поведение молекулы и выскажите свое мнение о том, какое положение она может принять и в каком направлении должна двигаться и по каким причинам. Ответ обосновать и подтвердить физическими законами и формулами.



3. Линии напряженности  $\vec{E}$  электростатического поля могут менять направление на плоской границе двух идеальных диэлектрических сред с диэлектрическими проницаемостями  $\epsilon_1$  и  $\epsilon_2$ , как показано на рисунке. Похожее явление наблюдается в оптике при прохождении светового луча через границу двух прозрачных сред (закон преломления). Выскажите свое суждение о справедливости использования оптического закона преломления в данном случае. Используя физические законы и принципы, найдите

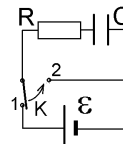




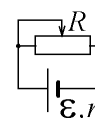
связь (зависимость) между углами  $\theta_1$  и  $\theta_2$  в зависимости от величин диэлектрических проницаемостей  $\varepsilon_1$  и  $\varepsilon_2$ . Ответ обосновать и подтвердить формулами.

4. По тонкой бесконечно длинной цилиндрической поверхности радиуса  $R$  равномерно с поверхностной плотностью  $\sigma$  распределен электрический заряд. Другие заряды отсутствуют. Объясните, как найти зависимость потенциала электростатического поля  $\varphi$  от расстояния  $r$  до оси данной поверхности, если известно, что величина потенциала на оси цилиндрической поверхности равна  $\varphi_0$ . Приведите формулу этой зависимости и постройте примерный график зависимости  $\varphi = \varphi(r)$  при  $0 \leq r < \infty$ .

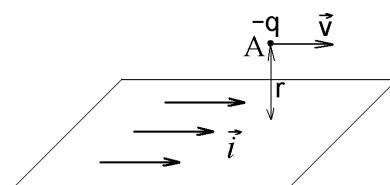
5. Ключ  $K$  переводят из положения “1” в положение “2”, замыкая обкладки зарядившегося от источника ЭДС  $\varepsilon$  конденсатора с ёмкостью  $C$  через сопротивление  $R$ . Как можно вычислить ток, текущий через конденсатор? Как этот ток будет зависеть от времени? Нарисуйте примерный график зависимости заряда на конденсаторе и тока, текущего через конденсатор, от времени. Ответ обосновать и подтвердить формулами.



6. Сопротивление реостата, подключенного к источнику постоянной ЭДС  $\varepsilon$  с внутренним сопротивлением  $r$ , было равно  $R$ . Передвинув ползунок реостата, уменьшили его сопротивление в 2 раза:  $R \rightarrow R/2$ . Первый экспериментатор считает, что при этом тепловая мощность, выделяемая на реостате, обязательно должна измениться. Второй экспериментатор утверждает, что выделяемая тепловая мощность не изменится при определенном соотношении между  $R$  и  $r$ . Выскажите свое обоснованное законами физики мнение о том, кто из них прав, и если прав второй экспериментатор, то получите и приведите необходимое соотношение  $R$  и  $r$ , при котором выделяемая на реостате тепловая мощность не изменится.

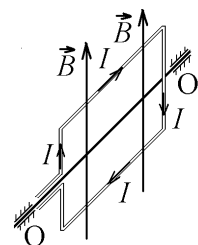


7. По бесконечной плоскости, участок которой показан на рисунке, течет однородный постоянный электрический ток с поверхностной плотностью  $\vec{i}$ . Над плоскостью на расстоянии  $r$  параллельно направлению тока летит со скоростью  $\vec{v}$  частица с отрицательным зарядом  $-q$ . Выскажите свое мнение о том,

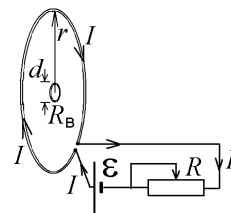


может ли частица спустя время  $\Delta t$  вернуться в точку А, в которой она находилась в момент времени, указанный на рисунке. Если да, то чему равно  $\Delta t$ ? Свои выводы обоснуйте с помощью физических законов и принципов и подтвердите необходимыми формулами.

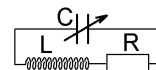
8. Первоначально плоскость массивной прямоугольной рамки с током  $I$  вертикальна, а сама рамка покоится и находится в однородном магнитном поле  $\vec{B} = \text{const}$ , линии которого направлены вертикально (см. рисунок). Рамка может вращаться без трения вокруг оси  $OO'$ . Экспериментатор считает, что рамка не будет двигаться, поскольку индукция  $\vec{B}$  магнитного поля всюду одинакова, а ток течет по противоположным сторонам рамки в разные стороны. Выскажите свое мнение о том, прав ли этот экспериментатор? Если да, то подтвердите это с помощью физических законов и формул. Если нет, то объясните с помощью формул какую сторону будет вращаться рамка, по какому закону будет меняться её угловое ускорение и что будет происходить с рамкой в дальнейшем: остановится она, или нет? Опишите характер её дальнейшего движения.



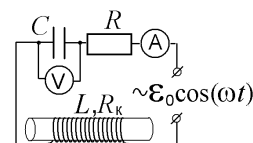
9. В центре круглого проводящего витка с радиусом  $r$  находится маленький проводящий виток с диаметром  $d$  и с сопротивлением  $R_B$  ( $d \ll r$ , плоскости витков совпадают). Меняя сопротивление  $R$  реостата (см. рисунок) изменяют ток, протекающий по внешнему витку, причем этот ток меняется со временем  $t$  по закону  $I = I_0 + \alpha t + \beta t^2$ , где  $I_0, \alpha, \beta$  – положительные константы. Выскажите своё мнение о том, появится ли индукционный ток в маленьком внутреннем витке. Если да, то как этот ток будет зависеть от времени  $t$  и от параметров  $R_B, d, r, I_0, \alpha, \beta$ . Получите формулы данной зависимости и нарисуйте график зависимости индукционного тока от времени  $t$ .



10. В электрической цепи, указанной на рисунке начали изменять величину ёмкости  $C$  переменного конденсатора от 0 до  $\infty$ . Как при этом будет меняться собственная частота колебаний тока в такой цепи? Укажите интервал изменения  $C$ , при котором колебания тока возможны. Нарисуйте приблизительный график зависимости величины частоты колебаний  $\omega$  от величины емкости  $C$ . Ответ обосновать и подтвердить формулами.



11. Экспериментатору необходимо было измерить неизвестную величину  $C$  емкости конденсатора. Для этого он взял резистор с известным сопротивлением  $R$  и катушку из провода с сопротивлением  $R_K$ , намотанного на ферромагнитный сердечник (индуктивность этой катушки ему также не известна), соединил их последовательно в цепь, подключил к этой цепи источник переменной ЭДС и начал изменять его частоту  $\omega$ , измеряя одновременно величину напряжения  $U_C$  на конденсаторе и величину тока  $I$  в цепи. Оказалось, что максимальное значение  $U_C$  наблюдалось при частоте  $\omega = \omega_1$ , а максимальная величина  $I$  – при  $\omega = \omega_2$ . Выскажите свое мнение о том, может ли экспериментатор, зная величины  $R, R_K, \omega_1$  и  $\omega_2$  найти неизвестную величину емкости  $C$ ? Предложите своё объяснение способа, использованного экспериментатором. Приведите его обоснование с помощью законов физики и получите формулу для  $C$ , выраженную через известные параметры  $R, R_K, \omega_1$  и  $\omega_2$ .

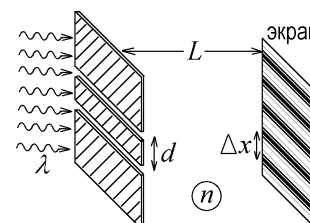


#### 4 семестр

#### Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ОПК-1 (контролируемый индикатор достижения компетенции ОПК-1.1)

**Пример:** Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ОПК-1 (контролируемый индикатор достижения компетенции ОПК-1.1)

1. На непрозрачную преграду с двумя узкими параллельными прорезями, находящимися на расстоянии  $d$  друг от друга, падает нормально монохроматический свет с длиной волны  $\lambda$ . За преградой на большом удалении  $L \gg d$  расположен экран. Показатель преломления прозрачной среды между ними равен  $n$ . При одновременном уменьшении показателя преломления  $n$  в 2 раза и уменьшении расстояния  $L$  в 2 раза ширина интерференционных полос  $\Delta x$  на экране (выберите ответ):



- а) уменьшается в 4 раза;  
г) увеличивается в 2 раза;

- б) уменьшается в 2 раза;  
д) увеличивается в 4 раза;

- в) не изменяется;

2. Монохроматический свет падает из воздушной среды нормально на плоскую прозрачную мыльную пленку толщины  $d$  с показателем преломления  $n = 1,33$ , находящуюся на стекле с показателем преломления  $n_c = 1,5$ . Интерференционный максимум для отраженного от мыльной пленки света наблюдается в том случае, когда длина волны  $\lambda$  падающего света равна (укажите правильный ответ, если  $m = 1, 2, 3, 4, \dots$ ).

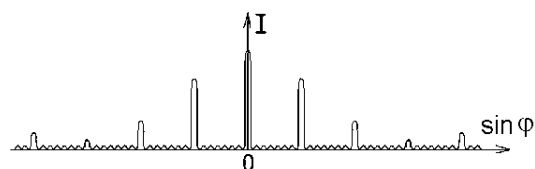


- а)  $\frac{2dn}{m}$ ; б)  $\frac{dn}{m}$ ; в)  $\frac{2dn_c}{m}$ ; г)  $\frac{2dn}{(2m+1)}$ ; д)  $\frac{2dn_c}{m+1/2}$ ; е)  $\frac{2dn}{m+1/2}$ ; ж)  $\frac{2d}{n(2m+1)}$ ;

3. На дифракционную решетку с постоянной решетки  $d$  и шириной каждой щели  $a$  падает монохроматический свет с длиной волны  $\lambda$ . За решеткой установлен экран, на котором наблюдается интерференционная картина. Спектр  $m$ -го порядка на этой картине не виден, поскольку его положение совпадает с положением дифракционного минимума на щели. Постоянную решетки  $d$  уменьшают, не меняя  $\lambda$  и  $a$ . При этом (укажите правильное утверждение):

- а) спектр  $m$ -го порядка сместится от центра интерференционной картины и станет виден;  
 б) спектр  $m$ -го порядка сместится к центру интерференционной картины и станет виден;  
 в) спектр  $m$ -го порядка по-прежнему не будет виден, поскольку положение дифракционного минимума на щели не изменится;  
 г) спектр  $m$ -го порядка по-прежнему не будет виден, поскольку не меняется длина волны падающего света;

4. На дифракционную решетку падает нормально монохроматический свет. Зависимость интенсивности  $I$  света, прошедшего за решетку, от синуса угла отклонения  $\varphi$  показана на рисунке. Во сколько раз изменятся расстояния между интерференционными максимумами (спектрами) на этом рисунке, если постоянную решетки уменьшить в 2 раза, а длину волны падающего света увеличить в 2 раза (укажите правильный ответ):

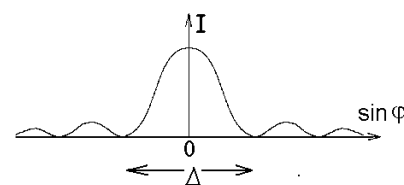


- а) увеличатся в 4 раза; б) увеличатся в 2 раза; в) не изменятся; г) уменьшатся в 2 раза;  
 д) уменьшатся в 4 раза;

5. На дифракционную решетку падает пучок монохроматического света. Ширина пучка  $\Delta s$  равна ширине дифракционной решетки. За решеткой на удаленном экране наблюдается интерференционная картина, изображенная на рисунке. Что произойдет с этой картиной, если ширину  $\Delta s$  падающего на решетку пучка света уменьшить вдвое (укажите правильное утверждение):

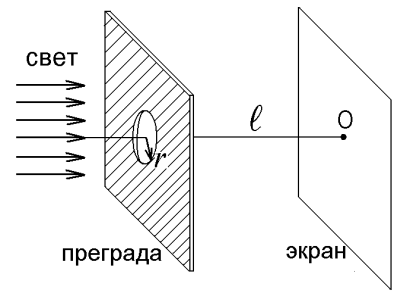
- а) ширина главных интерференционных максимумов уменьшится  
 б) ширина главных интерференционных максимумов не изменится  
 в) ширина главных интерференционных максимумов увеличится  
 г) интерференционные максимумы раздвинутся от центра интерференционной картины  
 д) интерференционные максимумы сдвинутся к центру интерференционной картины

6. Монохроматический свет падает нормально на узкую щель-прорезь в непрозрачной преграде и распространяется за щелью под всеми возможными углами  $\varphi$  к направлению падения. Распределение интенсивности  $I$  прошедшего через щель света в зависимости от  $\sin \varphi$  показано на рисунке. Что произойдет с шириной центрального максимума  $\Delta$  на этом рисунке, если ширину прорези уменьшить в 2 раза, а длину волны падающего света уменьшить в 2 раза (укажите правильный ответ):



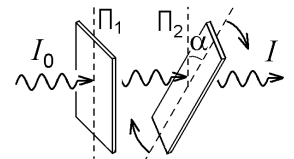
- а) увеличится в 4 раза; б) увеличится в 2 раза; в) не изменится; г) уменьшится в 2 раза;  
 д) уменьшится в 4 раза;

7. Монохроматический свет с длиной волны  $\lambda$  падает нормально на плоскую преграду с прорезанным круглым отверстием радиуса  $r$ . Параллельный экран установлен за преградой на **самом большом возможном** расстоянии  $l$ , при котором в точке О экрана на оси отверстия наблюдается дифракционный минимум освещенности (см. рисунок). Для того, чтобы при том же расстоянии  $l$  в точке О наблюдался соседний дифракционный максимум меньшего порядка, радиус отверстия надо (укажите правильный ответ):



- а) увеличить в 4 раза; б) увеличить в 2 раза; в) увеличить в  $\sqrt{2}$  раз;  
г) уменьшить в  $\sqrt{2}$  раз; д) уменьшить в 2 раза; е) уменьшить в 4 раза;

8. Естественный свет с интенсивностью  $I_0$  проходит через систему из двух поляризаторов  $\Pi_1$  и  $\Pi_2$ . Угол  $\alpha$  между осями пропускания поляризаторов меняют в пределах  $0 \leq \alpha \leq 90^\circ$ . При этом интенсивность  $I$  света, прошедшего через систему поляризаторов, меняется в пределах:

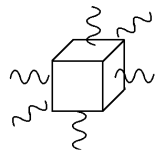


- а)  $0 \leq I \leq I_0$ ; б)  $0 \leq I \leq \frac{I_0}{4}$ ; в)  $0 \leq I \leq \frac{I_0}{2}$ ; г)  $0 \leq I \leq \frac{3I_0}{4}$ ; д) другой ответ;

9. При отсутствии других источников света видимый глазу цвет абсолютно черного тела (укажите правильное утверждение):

- а) всегда черный при любых условиях; б) меняется от красного к желтому при нагревании до больших температур; в) меняется от красного к желтому при охлаждении тела, нагретого до большой температуры; г) абсолютно черное тело не имеет цвета;

10. Абсолютно черное тело имело форму куба. Затем его объем уменьшили в 8 раз, уменьшив размер ребер куба в 2 раза, а температуру  $T$  увеличили в 2 раза. Во сколько раз изменилась величина энергии теплового излучения, испускаемого данным телом по всем направлениям за единицу времени?

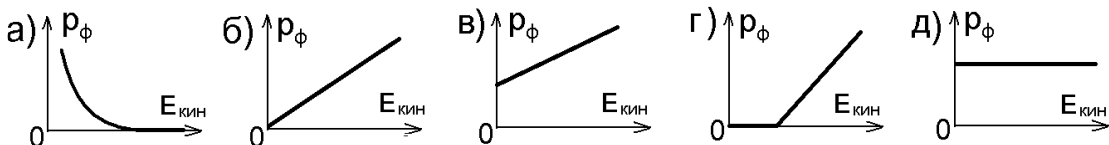


- а) уменьшилась в 16 раз; б) уменьшилась в 8 раз; в) уменьшилась в 4 раза;  
г) уменьшилась в 2 раза; д) не изменилась; е) увеличилась в 2 раза;  
ж) увеличилась в 4 раза; з) увеличилась в 8 раз; и) увеличилась в 16 раз;

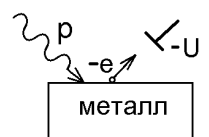
11. Укажите формулу Эйнштейна для внешнего фотоэффекта:

- а)  $h\nu + \frac{mv^2}{2} = A$ ; б)  $\frac{mv^2}{2} = A + h\nu$ ; в)  $A = h\nu - \frac{mv^2}{2}$ ; г)  $E = mc^2$ ;

12. Выберите правильный график зависимости величины импульса  $p_\phi$  каждого из падающих на металл фотонов от величины максимально возможной кинетической энергии  $E_{\text{кин}}$  выбитого при фотоэффекте электрона:



13. Фотоны выбивают из металла электроны с зарядом  $-e$ , которые задерживаются разностью потенциалов  $U$ . При этом  $A$  - работа выхода электрона из данного металла;  $c$  - скорость света в вакууме. Импульс  $p$  такого фотона имеет величину:



а)  $\frac{A-eU}{c}$ ; б)  $\frac{eU-A}{c}$ ; в)  $\frac{eU+A}{c}$ ; г)  $\frac{c}{A-eU}$ ; д)  $\frac{c}{eU+A}$ ; е)  $\frac{c}{eU-A}$ ;

14. Два электрона первоначально покоились, а затем ускорились электрическим полем, причем первый электрон был ускорен разностью потенциалов  $\Delta\phi_1$ , а второй электрон – разностью потенциалов  $\Delta\phi_2 = 4\Delta\phi_1$ . Определите и укажите величину отношения  $\lambda_{Б1}/\lambda_{Б2}$  длины волны де Бройля первого электрона к длине волны де Бройля второго электрона после ускорения:

а)  $\sqrt{8}$ ; б) 0,5; в)  $1/\sqrt{8}$ ; г) 1; д) 4; е)  $1/\sqrt{2}$ ; ж)  $\sqrt{2}$ ; з) 2; и) 0,25; к) другой ответ;

15. Проводя измерения различных параметров микрочастицы измеряют её:

1) полную энергию  $E$ ; 2) полный момент импульса  $L$ ; 3) проекцию момента импульса  $L_x$  на ось  $x$ ; 4) проекцию момента импульса  $L_z$  на ось  $z$ ; 5) проекцию импульса  $p_x$  на ось  $x$ ; 6) проекцию импульса  $p_y$  на ось  $y$ ; 7) координату  $x$ ; 8) координату  $z$ ; 9) момент времени измерения  $t$ . Оказывается, что одновременно **нельзя** измерить или определить следующие величины (укажите два правильных ответа):

а) 1 и 4; б) 5 и 8; в) 4 и 3; г) 1 и 9;

16. Одномерный квантовый гармонический осциллятор с массой  $m$  имеет потенциальную энергию  $U(x) = kx^2/2$ . Если  $\hbar = 1,055 \cdot 10^{-34}$  Дж·с, то правильным уравнением, позволяющим вычислить волновую функцию  $\psi(x)$  осциллятора и разрешенные значения его полной энергии  $E$ , будет уравнение (укажите правильный ответ):

а)  $\frac{d^2\psi}{dx^2} = \frac{\hbar^2}{2m} \left( E - \frac{kx^2}{2} \right) \psi$ ; б)  $\frac{d^2\psi}{dx^2} = \frac{2m}{\hbar^2} \left( \frac{kx^2}{2} - E \right) \psi$ ; в)  $\frac{d^2\psi}{dx^2} = \frac{2m}{\hbar^2} E \psi - \frac{kx^2}{2} \psi$ ;  
г)  $\frac{d^2\psi}{dx^2} = \frac{2m}{\hbar^2} \left( E - \frac{kx^2}{2} \right) \psi$ ; д)  $\frac{d^2\psi}{dx^2} = -\frac{2m}{\hbar^2} E \psi + \frac{kx^2}{2} \psi$ ; е)  $\frac{d^2\psi}{dx^2} = \frac{\hbar^2}{2m} \left( \frac{kx^2}{2} - E \right) \psi$ ;

17. С увеличением номера  $n$  боровской электронной орбиты в одноэлектронном атоме величина (модуль)  $|E_n|$  энергии электрона, находящегося на этой орбите (укажите правильный ответ):

а) возрастает пропорционально  $n^3$ ; б) возрастает пропорционально  $n^2$ ; в) возрастает пропорционально  $n$ ; г) не изменяется; д) уменьшается пропорционально  $n$ ; е) уменьшается пропорционально  $n^2$ ; ж) уменьшается пропорционально  $n^3$ ;

18. Переход электрона с боровской орбиты с главным квантовым числом  $n$  на орбиту с главным квантовым числом  $n'$  в атоме водорода соответствует линии одной из спектральных серий излучения. При этом максимальной частоте излучения в серии Пашена соответствует переход (выберите правильный ответ):

а)  $n = \infty \rightarrow n' = 1$ ; б)  $n = \infty \rightarrow n' = 2$ ; в)  $n = \infty \rightarrow n' = 3$ ; г)  $n = \infty \rightarrow n' = 4$ ;  
д)  $n = 2 \rightarrow n' = 1$ ; е)  $n = 3 \rightarrow n' = 2$ ; ж)  $n = 3 \rightarrow n' = 1$ ; з)  $n = 4 \rightarrow n' = 1$ ;  
и)  $n = 4 \rightarrow n' = 2$ ; к)  $n = 4 \rightarrow n' = 3$ ;

19. Собственная циклическая частота одномерного квантового гармонического осциллятора равна  $\omega$ . Чему равна циклическая частота  $\omega_\phi$  некоторого фотона, если энергия этого фотона равна энергии первого возбужденного состояния квантового гармонического осциллятора (укажите правильный ответ):

а)  $\omega_\phi = \omega/2$ ; б)  $\omega_\phi = \omega$ ; в)  $\omega_\phi = 3\omega/2$ ; г)  $\omega_\phi = 2\omega$ ; д)  $\omega_\phi = 5\omega/2$ ; е)  $\omega_\phi = 3\omega$ ;  
ж)  $\omega_\phi = 7\omega/2$ ; з)  $\omega_\phi = 4\omega$ ; и)  $\omega_\phi = 9\omega/2$ ; к) другой ответ;

20. Электрон находится в одной из  $d$  – подоболочек атома. Какое из перечисленных ниже значений **не может** принимать проекция вектора орбитального магнитного момента этого электрона на направление  $z$  внешнего магнитного поля (укажите правильный ответ если  $\mu_B$  – магнетон Бора):

- а) 0;      б)  $2\mu_B$ ;      в)  $3\mu_B$ ;      г)  $-\mu_B$ ;      д)  $\mu_B$ ;

21. Все рассматриваемые подболочки атома урана **заполнены электронами полностью**. Чему равно отношение числа электронов в  $4f$  – подболочке к числу электронов в  $2p$  – подболочке (укажите правильный ответ)?

- а) 1;    б) 1,5;    в) 1,667;    г) 2;    д) 2,333;    е) 2,667;    ж) 3;    з) 4;    и) 5;    к) 6;    л) 7;

22. Укажите обозначение подболочки многоэлектронного атома, записанное с ошибкой:

- а)  $1s$ ;    б)  $2p$ ;    в)  $3d$ ;    г)  $4d$ ;    д)  $3p$ ;    е)  $3f$ ;    ж)  $4s$ ;    з)  $3s$ ;    и)  $4p$ ;    к) ошибки нет;

23. Укажите правильное число разных проекций на направление внешнего магнитного поля орбитального магнитного момента электрона из  $5f$  подболочки атома водорода:

- а) 1;    б) 2;    в) 3;    г) 4;    д) 5;    е) 6;    ж) 7;    з) 8;    и) 9;    к) 10;    л) 12;    м) 15;

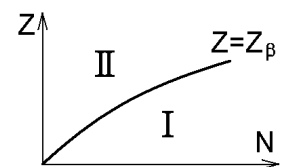
24. В результате ядерных распадов испускаются: 1)  $\alpha$ -излучение; 2)  $\beta$ -излучение; 3)  $\gamma$ -излучение; 4) нейтроны. Среди перечисленных продуктов распада **наименьшей** проникающей способностью обладает (укажите правильный ответ):

- а) 1;    б) 2;    в) 3;    г) 4;

25.  $M$  – суммарная масса не распавшихся ядер образца, обладающего естественной радиоактивностью;  $Q$  – выделившаяся в результате всех ядерных распадов энергия (тепло);  $c$  – скорость света. После окончания распадов суммарная масса всех продуктов распада начальных ядер будет равна (выберите правильный ответ):

- а)  $M$ ;    б)  $M+Q/c^2$ ;    в)  $Q/c^2-M$ ;    г)  $M-Q/c^2$ ;    д) другой ответ;

26. На рисунке показана область существования  $\beta$  – активных ядер, где  $Z$  – порядковый номер элемента,  $N$  – число нейтронов в ядре. Сплошная линия  $Z = Z_\beta$  соответствует  $\beta$  – стабильным ядрам, не испытывающим  $\beta$  – распад. Выберите правильное утверждение:



- а) в области II ( $Z < Z_\beta$ ) ядра испытывают  $\beta^-$  – распад;  
 б) в области I ( $Z > Z_\beta$ ) ядра испытывают  $\beta^-$  – распад;  
 в) в области I ( $Z > Z_\beta$ ) ядра испытывают  $\beta^+$  – распад;  
 г) в обеих областях I и II ядра испытывают  $\beta^+$  – распад;  
 д) в обеих областях I и II ядра испытывают  $\beta^-$  – распад;

**Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ОПК-1 (контролируемый индикатор достижения компетенции ОПК-1.2)**

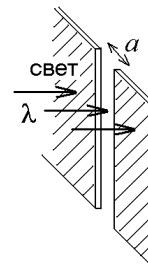
*Пример:* Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ОПК-1 (контролируемый индикатор достижения компетенции ОПК-1.2)

1. Постоянная дифракционной решетки равна 2,6 мкм, а длина волны падающего на решетку нормально монохроматического света равна  $\lambda = 600$  нм. Спектр какого максимального порядка  $m_{\max}$  можно наблюдать за решеткой (укажите правильный ответ):

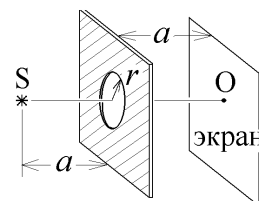
- а) 1; б) 2; в) 3; г) 4; д) 5; е) 6; ж) 7; з) 8; е) другой ответ;

2. Монохроматический свет с длиной волны 600 нм падает нормально на узкую прорезь-щель в непрозрачной преграде. Дифракционный минимум  $m = 2$ -го порядка наблюдается за щелью под углом  $30^\circ$  к направлению падающего света. Чему равна ширина  $a$  прорези (выберите правильный ответ):

- а) 1,8 мкм; б) 2,4 мкм; в) 3 мкм; г) 3,6 мкм; д) 4 мкм; е) 4,8 мкм; ж) нет правильного ответа;

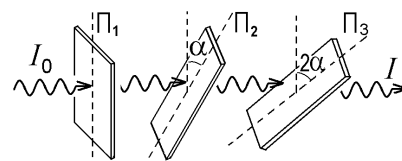


3. Точечный источник монохроматического света с длиной волны  $\lambda$  находится на расстоянии  $a$  от непрозрачной плоской преграды с прорезанным в ней круглым отверстием радиуса  $r$ . За преградой на таком же расстоянии  $a$  установлен параллельный ей экран. При этом расстояние  $a$  имеет **наибольшую возможную величину** для того, чтобы в точке О экрана (лежащей, как и источник света S, на оси отверстия) наблюдался дифракционный минимум освещенности. Чтобы в точке О наблюдался соседний дифракционный максимум меньшего порядка, расстояние  $a$  и слева и справа от преграды надо (укажите правильный ответ):



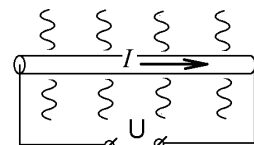
- а) увеличить в 4 раза; б) увеличить в 2 раза; в) увеличить в  $\sqrt{2}$  раз; г) уменьшить в 4 раза; д) уменьшить в 2 раза; е) уменьшить в  $\sqrt{2}$  раз;

4. Естественный свет с интенсивностью  $I_0$  проходит через систему из трех последовательных поляризаторов  $\Pi_1$ ,  $\Pi_2$  и  $\Pi_3$ . Оси пропускания поляризаторов  $\Pi_2$  и  $\Pi_3$  составляют, соответственно углы  $\alpha = 30^\circ$  и  $2\alpha = 60^\circ$  с осью пропускания первого поляризатора  $\Pi_1$  (см. рисунок). При этом интенсивность  $I$  света, прошедшего через систему поляризаторов, равна (определите и укажите ответ):



- а) 0; б)  $\frac{I_0}{8}$ ; в)  $\frac{3I_0}{8}$ ; г)  $\frac{3I_0}{4}$ ; д)  $\frac{3I_0}{16}$ ; е)  $\frac{3I_0}{32}$ ; ж)  $\frac{9I_0}{16}$ ; з)  $\frac{9I_0}{32}$ ; и) другой ответ;

5. Известно, что тепловое излучение испускается с боковой поверхности провода (считая его абсолютно черным телом), который подключен к источнику постоянного напряжения  $U$ .  $T$  – температура боковой поверхности провода,  $S$  – площадь боковой поверхности провода,  $\sigma$  – постоянная Стефана-Больцмана. Текущий по проводу ток  $I$  можно вычислить по формуле (определите и укажите ответ):



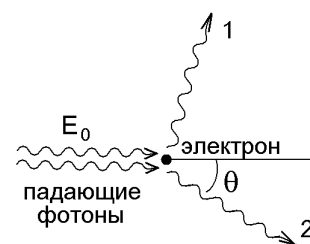
- а)  $\frac{U}{\sigma S T^4}$ ; б)  $\frac{US}{\sigma T^4}$ ; в)  $\frac{U}{\sigma T^4}$ ; г)  $\frac{\sigma T^4}{U}$ ; д)  $\frac{\sigma T^4}{US}$ ; е)  $\frac{\sigma S T^4}{U}$ ; ж) другой ответ;

6. На металл с работой выхода  $A = 2$  эВ падают фотоны с частотой  $\nu = 10^{15}$  Гц. Постоянная Планка  $h = 6,63 \cdot 10^{-34}$  Дж·с;  $1 \text{ эВ} = 1,6 \cdot 10^{-19}$  Дж. Максимальная кинетическая энергия электрона, выбиваемого при этом из металла равна:

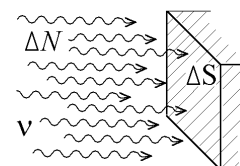
- а) 1,02 эВ; б) 2,14 эВ; в) 3,02 эВ; г) 4,14 эВ; д) 5,02 эВ; е) 6,14 эВ; ж) другой ответ;

7. Фотоны с одной и той же энергией  $E_0$ , падающие на электрон, рассеиваются на нем в разных направлениях под разными углами  $\theta$ .  $\omega_i$  ( $i = 1, 2$ ) – циклические частоты двух рассеянных фотонов, показанных на рисунке. Выберите правильное утверждение:

- а)  $\omega_1 > \omega_2 > E_0/\hbar$     б)  $\omega_2 > \omega_1 > E_0/\hbar$     в)  $\omega_1 < \omega_2 < \hbar/E_0$   
 г)  $\omega_2 < \omega_1 < E_0/\hbar$



8. На поверхность тела нормально падают фотоны монохроматического лазерного излучения с частотой  $\nu$ , действуя на площадку  $\Delta S$  силой  $F$ . Сколько фотонов  $\Delta N$  попадает на эту площадку за время  $\Delta t$ , если тело поглощает всё падающее на него излучение (укажите правильную формулу, где  $h$  – постоянная Планка,  $c$  – скорость света):



- а)  $\frac{2h\nu F \Delta t}{c}$ ;    б)  $\frac{Fc \Delta t \Delta S}{h\nu}$ ;    в)  $\frac{2Fc \Delta t}{h\nu}$ ;    г)  $\frac{h\nu F \Delta t}{c}$ ;    д)  $\frac{Fc \Delta t}{2h\nu}$ ;    е)  $\frac{Fc \Delta t}{h\nu}$ ;    ж)  $\frac{Fc \Delta t}{h\nu \Delta S}$ ;

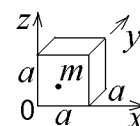
9. Параллельный пучок света с  $\lambda_1 = 450$  нм падает нормально на зачерненную плоскую поверхность и производит на нее давление  $p$ . Какое давление на ту же поверхность будет производить пучок света с  $\lambda_2 = 600$  нм, также падающий нормально и имеющий ту же плотность фотонов (число фотонов в единице объема), что и первоначальный пучок?

- а)  $0,5p$     б)  $0,75p$     в)  $p$     г)  $1,33p$     д)  $1,5p$     е)  $2p$

10. Отношение величин скоростей нерелятивистских частиц 1 и 2 равно  $v_1/v_2 = 1/2 = 0,5$ , а отношение их длин волн де Бройля равно, соответственно,  $\lambda_{Б1}/\lambda_{Б2} = 4$ . Укажите правильную величину отношения  $m_1/m_2$  массы первой частицы к массе второй частицы:

- а) 16;    б) 8;    в) 4;    г) 2;    д) 1;    е)  $1/2$ ;    ж)  $1/4$ ;    з)  $1/8$ ;    и)  $1/16$ ;    к) другой ответ;

11. Микрочастица с массой  $m$  находится в “потенциальном ящике”, и не может покинуть область пространства с координатами  $0 \leq x, y, z \leq a = 10^{-10}$  м (см. рисунок). При этом порядок неопределенности её импульса  $\Delta_{\text{н}} p$  можно оценить из соотношения (определите правильный ответ)



- а)  $\Delta_{\text{н}} p \geq 10^{-34}$  кг·м/с;    б)  $\Delta_{\text{н}} p \geq 10^{-24}$  кг·м/с;    в)  $\Delta_{\text{н}} p \geq 10^{-19}$  кг·м/с;  
 г)  $\Delta_{\text{н}} p \leq 10^{-34}$  кг·м/с;    д)  $\Delta_{\text{н}} p \leq 10^{-34}$  кг·м/с;    е)  $\Delta_{\text{н}} p \leq 10^{-19}$  кг·м/с;  
 ж)  $\Delta_{\text{н}} p \geq 10^{34}$  кг·м/с;    з)  $\Delta_{\text{н}} p \geq 10^{19}$  кг·м/с;

12. Известно, что масса свободной микрочастицы равна  $m$ , а её состояние в случае одномерного движения описывается волновой функцией  $\psi(x) = A \cos(kx)$ , где  $A$  и  $k$  – постоянные величины. Если  $\hbar = 1,055 \cdot 10^{-34}$  Дж·с, то полную энергию  $E$  частицы можно вычислить из соотношения (укажите правильный ответ):

- а)  $E = \frac{2mk^2}{\hbar^2}$ ;    б)  $E = -\frac{k^2 \hbar^2}{2m}$ ;    в)  $E = \frac{\hbar^2}{2mk^2}$ ;    г)  $E = -\frac{2mk^2}{\hbar^2}$ ;    д)  $E = \frac{k^2 \hbar^2}{2m}$ ;



13. Волновая функция, описывающая состояние микрочастицы, движущейся вдоль оси  $x$ , имеет вид  $\psi(x) = A \cdot \sqrt{\cos(kx)}$ , где  $A$  и  $k$  – постоянные величины. Плотность вероятности обнаружения частицы максимальна в точке с координатой (укажите правильный ответ):

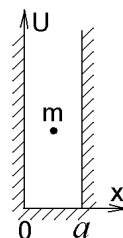
- а)  $x = \frac{\pi}{8k}$ ; б)  $x = \frac{2}{k}$ ; в)  $x = \frac{\pi}{2k}$ ; г)  $x = \frac{\pi}{4k}$ ; д)  $x = \frac{\pi}{k}$ ;

14. Электрон с массой  $m$  и с отрицательным электрическим зарядом  $-q$  находится в поле кулоновского притяжения ядра с массой  $M$  и с положительным электрическим зарядом  $+Q$ , образуя одноэлектронный атом. При этом  $M \gg m$ ,  $k = 1/4\pi\epsilon_0$ ,  $\hbar = h/2\pi$  – постоянная Планка. Электрон переходит с четвертой на вторую боровскую орбиту. При этом его энергия уменьшается на величину (определите и укажите правильный ответ):

- а)  $\frac{1}{2} \frac{(k q Q)^2 m}{\hbar^2}$ ; б)  $\frac{1}{4} \frac{(k q Q)^2 m}{\hbar^2}$ ; в)  $\frac{3}{16} \frac{(k q Q)^2 m}{\hbar^2}$ ; г)  $\frac{1}{8} \frac{(k q Q)^2 m}{\hbar^2}$ ; д)  $\frac{3}{32} \frac{(k q Q)^2 m}{\hbar^2}$ ;  
е) другой ответ;

15. Микрочастица находится в одномерной прямоугольной потенциальной яме ширины  $a$  с бесконечно высокими стенками. Два самых маленьких разрешенных значения энергии частицы в этой яме равны  $E_1$  и  $E_2$ , причем  $E_2 > E_1$ . Масса  $m$  частицы равна (укажите правильный ответ, где  $\hbar = h/2\pi$  – постоянная Планка):

- а)  $\frac{3\pi^2\hbar^2}{2(E_2 - E_1)a^2}$ ; б)  $\frac{(E_2 - E_1)}{2\pi^2\hbar^2 a^2}$ ; в)  $\frac{\pi^2\hbar^2}{2(E_2 - E_1)a^2}$ ; г)  $\frac{\sqrt{3}\pi\hbar}{\sqrt{2a^2(E_2 - E_1)}}$ ;  
д)  $\frac{(E_2 - E_1)}{3\pi^2\hbar^2 a^2}$ ; е)  $\frac{\pi\hbar}{\sqrt{2a^2(E_2 - E_1)}}$ ; ж) другой ответ;



16. Микрочастица с массой  $m$  находится в одномерной потенциальной яме, имея потенциальную энергию  $U = kx^2/2$ , где  $k = \text{const}$ , и имеет **наименьшее** разрешенное значение энергии. Чему равна длина волны фотона, который должна поглотить частица, чтобы перейти на соседний разрешенный энергетический уровень ( $c$  – скорость света,  $\hbar = 1,055 \cdot 10^{-34}$  Дж·с)?

- а)  $\pi c \sqrt{\frac{k}{2m}}$ ; б)  $\pi c \sqrt{\frac{2m}{k}}$ ; в)  $2\pi c \sqrt{\frac{k}{m}}$ ; г)  $\pi c \sqrt{\frac{2k}{m}}$ ; д)  $\frac{\pi c}{2} \sqrt{\frac{m}{k}}$ ; е)  $2\pi c \sqrt{\frac{m}{k}}$ ; ж)  $\frac{1}{2} \sqrt{\frac{m}{k}}$ ;

17. Чему равно отношение величины (модуля) наибольшего возможного значения проекции вектора орбитального момента импульса электрона, находящегося в  $2p$  – подоболочке атома, на ось  $z$ , которая направлена вдоль линий индукции внешнего магнитного поля, к величине (модулю) проекции вектора собственного (спинового) момента импульса этого электрона на ту же ось (определите и укажите правильный ответ):

- а) 1; б) 2; в) 3; г) 4; д) 5; е) 6; ж) 7; з) 8;

18. В начальный момент времени  $t=0$  радиоактивный образец имел  $8 \cdot 10^{20}$  ядер. В момент  $t=1$  с в нем **сохранилось**  $4 \cdot 10^{20}$  ядер. Сколько радиоактивных ядер **распадется** в этом образце к моменту времени  $t=3$  с (определите и укажите правильный ответ):

- а)  $7,5 \cdot 10^{20}$ ; б)  $7 \cdot 10^{20}$ ; в)  $6,5 \cdot 10^{20}$ ; г)  $6 \cdot 10^{20}$ ; д)  $5,5 \cdot 10^{20}$ ; е)  $5 \cdot 10^{20}$ ; ж) другой ответ;

19. Энергетический выход распада ядра некоторого радиоактивного изотопа с периодом полураспада  $T_1 = 1$  с равен  $E_1$ . В начальный момент времени  $t_0 = 0$  в образце содержалось  $N_0$

ядер данного изотопа. Укажите правильную формулу, по которой можно вычислить тепло  $Q$ , которое выделится в образце к моменту времени  $t = 2$  с за счет распада ядер изотопа:

- а)  $N_0 E_1$ ; б)  $N_0 E_1/2$ ; в)  $N_0 E_1/4$ ; г)  $3N_0 E_1/4$ ; д)  $N_0 E_1/8$ ; е)  $7N_0 E_1/8$ ; ж)  $N_0 E_1/16$ ; з)  $15N_0 E_1/16$ ; и) другой ответ;

20. Происходит превращение ядра  $X_Z^A$  в ядро  $Y_{Z-3}^{A-4}$ . Это превращение вызвано двумя следующими ядерными реакциями (укажите правильное утверждение):

- а)  $\alpha$  – распадом; б)  $\alpha$  – и  $\beta^-$  – распадом; в)  $\alpha$  – и  $\beta^+$  – распадом; г)  $\alpha$  – и  $\gamma$  – распадом;

21. Ядро одного из изотопов тория  $\text{Th}_{90}^{233}$  испытывает последовательно два процесса  $\beta^-$  – распада и превращается в ядро (укажите правильный ответ):

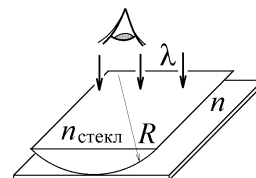
- а)  $\text{Rn}_{86}^{225}$ ; б)  $\text{Ac}_{89}^{229}$ ; в)  $\text{Fr}_{87}^{229}$ ; г)  $\text{U}_{92}^{233}$ ; д)  $\text{Ra}_{88}^{233}$ ; е)  $\text{Ra}_{88}^{229}$ ; ж)  $\text{Ac}_{89}^{233}$ ; з)  $\text{Pa}_{91}^{233}$ ;

### Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ОПК-1 (контролируемый индикатор достижения компетенции ОПК-1.3)

*Пример:* Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ОПК-1 (контролируемый индикатор достижения компетенции ОПК-1.3)

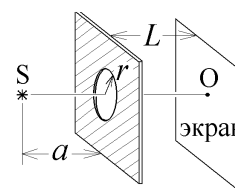
1. Для улучшения оптических свойств на поверхность линз качественных оптических устройств (фотоаппаратов, биноклей и т.п.) наносят покрытия в виде тончайших пленок. В результате в солнечном свете на поверхности линз видны фиолетово-красные блики. Выявите причину, по которой стеклянные линзы покрывают подобными пленками, и объясните причину появления и цвет таких бликов, обосновав своё суждение с помощью необходимых физических законов, принципов и формул.

2. На стеклянной пластинке с показателем преломления стекла  $n_{\text{стекл}}$  лежит цилиндрическая плоско-выпуклая линза из такого же стекла. На линзу сверху нормально падает свет с длиной волны  $\lambda$  (см. рисунок). Пространство между линзой и пластинкой заполнено средой с показателем преломления  $n$ . Интерференционная картина наблюдается в отраженном свете с помощью микроскопа. С помощью законов физики объясните, какой вид имеет картина интерференционных полос. Получите формулы для толщины этих полос и с их помощью объясните, что происходит с толщиной этих полос по мере удаления от центра картины. Ответ обосновать.



3. Известно, что дифракционная картина от непрозрачного тонкого предмета совпадает с дифракционной картиной от прорези в непрозрачном экране, имеющей ту же форму и размеры, что и непрозрачный предмет. Предложите на этом основании способ точного измерения толщины человеческого волоса оптическими методами. Нарисуйте картину эксперимента и приведите формулы для расчета толщины волоса.

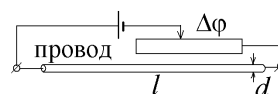
4. Точечный источник  $S$  монохроматического света с длиной волны  $\lambda$  находится на расстоянии  $a$  от непрозрачной плоской преграды с прорезанным в ней круглым отверстием радиуса  $r$ , а параллельный экран закреплен на расстоянии  $L$  за преградой, причем  $r < \sqrt{L\lambda}$ . При изменении расстояния  $a$  освещенность точки  $O$  экрана (лежащей, как и источник света  $S$ , на оси отверстия) то становится большей, то уменьшается до нуля. С помощью законов физики получите формулу для такого расстояния  $a$ , начиная с которого освещен-



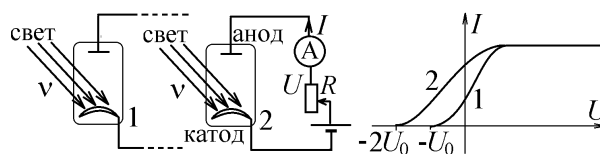
ность в точке О перестаёт “мигать” и начинает непрерывно уменьшаться. Объясните Ваш вывод. В какую сторону надо двигать источник света S, изменяя расстояние  $a$ , чтобы получить монотонное изменение освещенности – влево или вправо? Ответ обосновать.

5. Два одинаковых поляроида (это тонкая прозрачная пленка-поляризатор, пропускающая плоскополяризованный свет) расположены так, что не пропускают падающий на них луч естественного солнечного света с интенсивностью  $I_0$ , и расположенный за поляроидами детектор не фиксирует света. Выскажите свое мнение о том, можно ли, не дотрагиваясь до этих поляроидов, поместить между ними третий поляроид так, чтобы свет все же прошел в детектор? Приведите обоснованные аргументы в пользу возможности или невозможности пропускания света. Если все же это возможно, предложите способ размещения третьего поляроида так, чтобы прошедший в детектор свет имел максимальную интенсивность и найдите величину этой максимальной интенсивности.

6. С помощью реостата на концах металлического провода длины  $l$  с диаметром  $d$  создана разность потенциалов  $\Delta\phi$  (см. рисунок). Как изменится температура поверхности провода, которую можно считать абсолютно черным телом, если длину  $l$  провода увеличить в два раза, не меняя величины  $d$  и  $\Delta\phi$ ? Ответ обосновать и подтвердить формулами.

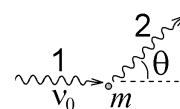


7. Один и тот же источник света с частотой  $\nu$  освещает катоды двух вакуумных фотоэлементов “1” и “2”, изображенных на левом рисунке. Вольтамперные характеристики возникающего при этом в цепи фототока  $I$  показаны на правом рисунке, где кривые “1” и “2” соответствуют подключению фотоэлементов “1” и “2”.

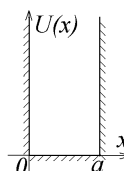


Используя законы фотоэффекта, определите какой из катодов имеет большую работу выхода и найдите величину отношения работ выхода этих катодов при условии, что  $U_0 = \frac{h\nu}{4e}$ , где  $h$  – постоянная Планка,  $e$  – величина заряда электрона. Ответ обосновать соответствующими вычислениями.

8. Фотон “1” с частотой  $\nu_0$  испытывает рассеяние на угол  $\theta = 60^\circ$  на первоначально покоящейся частице с массой  $m$ , превращаясь в рассеянный фотон “2”. Используя постоянную Планка  $h$  и скорость света  $c$ , определите величину энергии, которую фотон передаст частице  $m$  после соударения. Ответ обосновать и подтвердить вычислениями.



9. Микрочастица с массой  $m$  находится в одномерной потенциальной яме прямоугольной формы с бесконечными стенками ширины  $a$ , причем состояние микрочастицы описывается волновой функцией  $\psi = A \cdot x(a - x)$ , где  $A$  – нормировочная константа. Подстановкой в стационарное уравнение Шредингера



$\frac{d^2\psi}{dx^2} + \frac{2m}{\hbar^2}(E - U_0)\psi = 0$ , где  $U_0 = 0$  внутри ямы, легко проверить, что  $E$  будет

зависеть от координаты  $x$ , хотя это не так, и частица может иметь только отдельные дискретные значения полной энергии:  $E_n = \frac{\pi^2 \hbar^2 n^2}{2ma^2} = \text{const}$ , где  $n = 1, 2, 3, \dots$ . Проанализируйте причину этого парадокса и предложите свою версию объяснения возникшего противоречия. Ответ обосновать и подтвердить подходящими физическими закономерностями и формулами.

10. Возбужденный атом водорода испустил фотон, относящийся к спектральной серии Бальмера. Оцените возможность того, что в дальнейшем этот атом испустит фотон света в видимой человеческому глазу части оптического спектра. Определите возможный интервал длин волн дальнейшего излучения. Ответ обосновать и подтвердить с помощью физических законов и формул.

11. В возбужденном атоме водорода электрон переходит с боровской орбиты, соответствующей третьему возбужденному состоянию на боровскую орбиту, соответствующую второму возбужденному состоянию, испуская фотон с длиной волны  $\lambda_1$ . С помощью законов и формул атомной физики определите отношение  $\lambda_2/\lambda_1$ , где  $\lambda_2$  – максимальная длина волны фотона из спектральной серии Бальмера. Ответ обосновать.

12. Имеющийся радиоактивный образец содержит нестабильные ядра двух разных изотопов: ядра первого изотопа имеют период полураспада, равный 1 минуте, а ядра второго изотопа – период полураспада, равный 2 минутам. Анализ показал, что в исходный момент времени образец на 89,89% состоит из ядер первого изотопа и на 11,11% - из ядер второго изотопа. Для проведения эксперимента необходимо, чтобы число ядер каждого изотопа в образце было одинаковым. Оцените возможность того, что спустя некоторое время число ядер двух данных изотопов в образце сравняется. Если это возможно, то через какой промежуток времени это произойдет? Ответ обосновать и подтвердить формулами.

#### **4. Оценочные средства (оценочные материалы) для проведения промежуточной аттестации обучающихся (защиты курсовой работы (проекта)) по дисциплине (модулю)**

Занятия указанного типа не предусмотрены основной профессиональной образовательной программой.