

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

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

Институт Естественно-научный институт  
Кафедра физики

Утверждено на заседании кафедры  
физики  
«31» августа 2020г., протокол № 1

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 специалитета**


по специальности  
**17.05.01 Боеприпасы и взрыватели**

со специализацией  
**Боеприпасы**  
Форма обучения: очная

Идентификационный номер образовательной программы: 170501-01-21

Тула 2021 год

Якунова Е.В., доц., к.т.н., доц.  
(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.

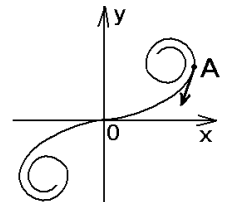
Полные наименования компетенций и индикаторов их достижения представлены в общей характеристике основной профессиональной образовательной программы.

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

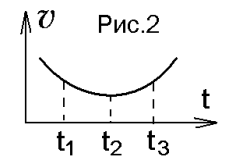
### 2 семестр

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

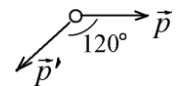
1. На рисунке изображена плоская кривая, называемая клотоидой (спиралью Корню). Точка А движется вдоль этой кривой в направлении, указанном стрелкой, с постоянной по величине скоростью. При этом величина её полного ускорения:
- а) равна нулю;  
 б) постоянна и не равна нулю; в) увеличивается; г) уменьшается;



2. 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;

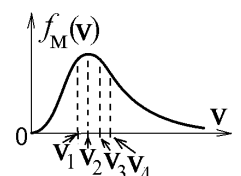


3. На тело, имевшее импульс  $\vec{p}$  в течение очень короткого времени  $\Delta t$  действовала сила  $\vec{F}$ . После окончания действия силы тело летит под углом  $120^\circ$  к направлению первоначального движения с импульсом, величина которого равна величине первоначального импульса тела:  $|\vec{p}'| = |\vec{p}|$ . При этом величина импульса действовавшей на тело силы  $|\vec{F}\Delta t|$  будет равна:



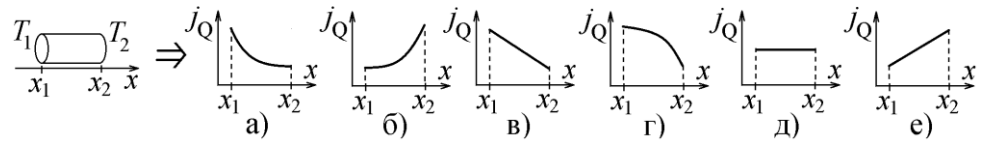
- а) 0; б)  $p \tan 120^\circ$ ; в)  $p \cos 120^\circ$ ; г)  $p/2$ ; д)  $p$ ; е)  $p \sin 120^\circ$ ; ж)  $2p$ ;

4. 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  $v_3 \cdot v_4 / (v_2)^2$



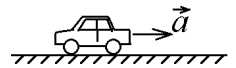
равно: а)  $\sqrt{\frac{3\pi^2}{32}}$ ; б)  $\sqrt{\frac{8}{\pi}}$ ; в)  $\sqrt{\frac{3\pi^2}{64}}$ ; г)  $\sqrt{\frac{16}{9\pi}}$ ; д)  $\sqrt{\frac{3\pi}{16}}$ ; е)  $\sqrt{\frac{6}{\pi}}$ ;  
 ж)  $\sqrt{\frac{8}{9\pi}}$ ; з)  $\sqrt{\frac{8\pi}{3}}$ ; и) другой ответ;

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

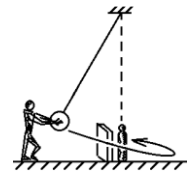


от температуры коэффициент теплопроводности. Концы стержня поддерживаются при разных температурах  $T_1 = 400 \text{ К}$  и  $T_2 = 300 \text{ К}$ . Укажите правильный график зависимости величины плотности потока тепла  $j_Q$  от расстояния  $x$  вдоль его оси:

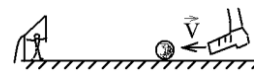
6. Стоявшая автомашина начинает двигаться с ускорением  $\vec{a}$ . Первый наблюдатель считает, что причиной этого является трение колес о поверхность дороги, поскольку других сил, тянущих автомобиль вперед нет. Второй уверен в том, что трение может только затормозить движение автомобиля, но никак не 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.



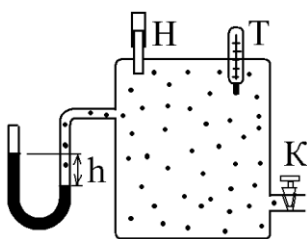
7. В аттракционе человек должен отвести тяжелый шар, подвешенный на шнуре и толкнуть его так, чтобы во время возвратного движения шар сбил кеглю, стоящую прямо под точкой, в которой шнур подвешен к потолку (перед кеглей стоит препятствие, не позволяющее сбить её прямым ударом). Оценить возможность сбить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



8. 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.



9. 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.



10. 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.

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

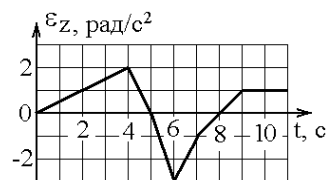
1. При  $20^\circ\text{C}$  плотность воды равна  $\approx 1000 \text{ кг/м}^3$ , плотность подсолнечного масла  $\approx 925 \text{ кг/м}^3$ , плотность нефти  $\approx 830 \text{ кг/м}^3$ , плотность этилового спирта  $\approx 789 \text{ кг/м}^3$ . Тем не менее, более легкий спирт растворяется в воде, 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?

2. 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. 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:

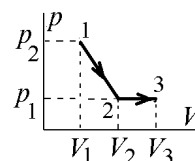
- а) 1; б) 2; в) 3; г) 4; д) 6; е) 8; ж) нет правильного ответа;

4. 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?



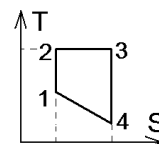
- а) 11 с; б) 6 с; в) 5 с; г) 4 с;

5. Идеальный газ совершает процесс  $1 \rightarrow 2 \rightarrow 3$ , изображенный на диаграмме  $p$ - $V$ , где  $p_2 = 4p_1$ ,  $V_2 = 2V_1$ ,  $V_3 = 3V_1$ ,  $p_1 = 10^5 \text{ Па}$ ,  $V_1 = 1 \text{ литр}$ . 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;

6. 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:

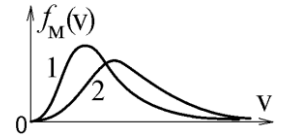


- а) 12, 23 – поступает; 34, 41 – отдается;  
б) 12, 23, 41 – поступает; 34 – отдается;  
в) 12, 41 – поступает; 34 – отдается; г) 23 – поступает; 41 – отдается;

7. 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)  $h = \frac{RT}{2\mu g}$

8. 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:

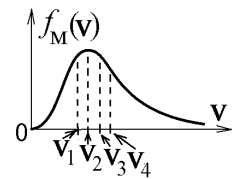


А)  $T_2 = T_1$ ; Б)  $T_2 < T_1$ ; В)  $T_2 > T_1$ ; Г)  $S_2 = S_1$ ; Д)  $S_2 > S_1$ ; Е)  $S_2 < S_1$ .

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;

9. 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)  $\sqrt{\frac{6}{\pi}}$ ;

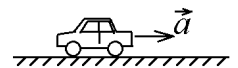
ж)  $\sqrt{\frac{8}{9\pi}}$ ; з)  $\sqrt{\frac{8\pi}{3}}$ ; и) другой ответ;

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

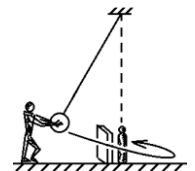
а) увеличилась в 4 раза; б) увеличилась в 2 раза; в) практически не изменилась;  
 г) уменьшилась в 2 раза; д) уменьшилась в 4 раза;

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

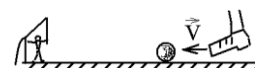
1. Стоявшая автомашина начинает двигаться с ускорением  $\vec{a}$ . Первый наблюдатель считает, что причиной этого является трение колес о поверхность дороги, поскольку других сил, тянущих автомобиль вперед нет. Второй уверен в том, что трение может только затормозить движение автомобиля, но никак не 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.

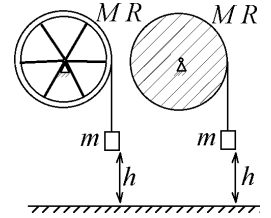


3. Футболист бьет пенальти. В момент удара нога футболиста имеет скорость  $v$ , а масса бьющей по мячу ноги во много раз больше массы мяча. Предложите способ, позволяющий с помощью законов механики найти скорость мяча после удара и найдите эту скорость.

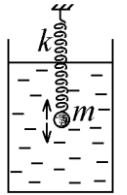


4. Имеется металлический стержень, который можно подвесить за крючок на конце. Линейки под рукой нет, но имеются часы. Предложите процедуру определения длины стержня с помощью имеющихся часов. Обоснуйте предложенную процедуру формулами, позволяющими вычислить требуемую длину стержня.

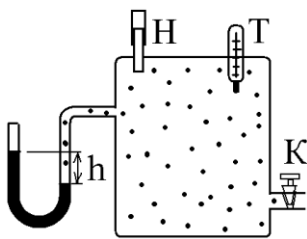
5. На обод колеса со спицами и на обод сплошного диска того же радиуса  $R$  и той же массы  $M$  намотаны невесомые нити, к которым прикреплены одинаковые грузы массой  $m$ . И колесо, и диск могут вращаться вокруг горизонтальной закрепленной оси симметрии без трения и первоначально покоятся, а грузы 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  $p_{\text{атм}}$ .

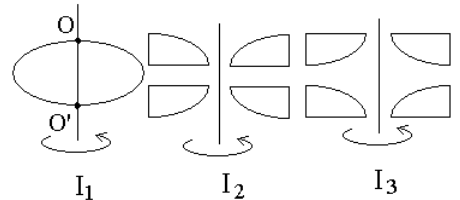
Предложите процедуру определения плотности  $\rho_{\text{ж}}$  неизвестной жидкости с помощью данных измерительных приборов. Обоснуйте предложенную процедуру формулами, позволяющими вычислить требуемый результат.

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.

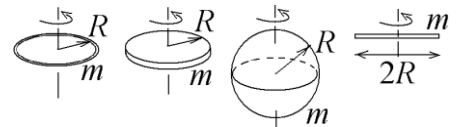
**Перечень контрольных заданий и вопросов для оценки сформированности компетенции ОПК-2 (контролируемый индикатор ОПК-2.1)**

1. 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  $OO'$ .



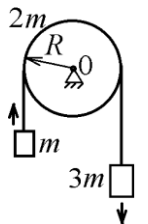
- а)  $I_1 > I_2 > I_3$ ;      б)  $I_1 < I_2 < I_3$ ;      в)  $I_1 < I_2 = I_3$ ;  
г) не хватает данных;

2. 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:



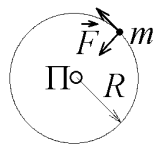
- а) обруч;    б) диск;    в) шар;    г) стержень;    д) угловые скорости всех тел одинаковы;

3. 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)  $a = \frac{\Delta T}{2m}$ ;

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



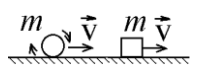
- а)  $\frac{2L^2}{mR^3}$ ;    б)  $\frac{L}{\sqrt{mR^3}}$ ;    в)  $\frac{L^2}{mR^3}$ ;    г)  $\frac{L^2}{2mR^3}$ ;    д)  $\frac{\sqrt{2}L}{\sqrt{mR^3}}$ ;    е)  $\frac{L}{\sqrt{2mR^3}}$ ;

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;

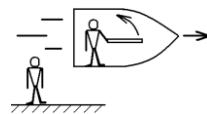
10. По горизонтальной поверхности без проскальзывания со скоростью  $v$  катится шар с массой  $m$ , а также скользит с той же скоростью  $v$  шайба той же массы  $m$ . Во сколько раз кинетическая энергия шара больше кинетической энергии шайбы?





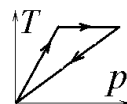
- а) в 2,5 раза; б) в 2 раза; в) в 1,75 раз; г) в 1,5 раз; д) в 1,4 раз; е) в 1,25 раз;  
ж) они равны; з) для ответа надо знать радиус шара;

5. 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)  $l \cdot \left(1 - \sqrt{1 - v^2/c^2}\right)$ ;

6. 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:

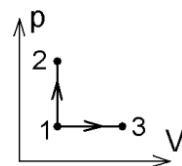


- а) 1, 2, 4; б) 1, 2, 3; в) 1, 3, 4; г) 1, 2, 5; д) 1, 2, 6; е) 3, 4, 5; ж) 3, 4, 6; з) 2, 3, 4;

713. 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;

8. 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;

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

- а)  $-\int \frac{dU}{T}$ ; б)  $\int (dU + p dV)$ ; в)  $\int \frac{p dV}{T}$ ; г)  $\int \frac{v C_p dT}{T}$ ;

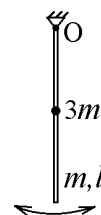
- д)  $\int p dV$ ; е)  $\int \frac{dU}{T}$ ; ж) нет правильной формулы;

10. 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  $(T_H - T_X)/T_H \times 100\%$ , где  $T_H$  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;

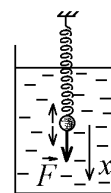
**Перечень контрольных заданий и вопросов для оценки сформированности компетенции ОПК-2 (контролируемый индикатор ОПК-2.2)**

1. 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):



- а)  $2\pi\sqrt{\frac{2l}{3g}}$ ;   б)  $2\pi\sqrt{\frac{13l}{24g}}$ ;   в)  $2\pi\sqrt{\frac{13l}{12g}}$ ;   г)  $2\pi\sqrt{\frac{7l}{12g}}$ ;   д)  $2\pi\sqrt{\frac{8l}{9g}}$ ;   е)  $2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$ ;  
 ж)  $2\pi\sqrt{\frac{5l}{9g}}$ ;   з)  $2\pi\sqrt{\frac{17l}{12g}}$ ;   и) нет правильного ответа (приведите его);

2. 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);

3. 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;

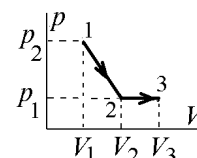
4. Идеальный газ находился в сосуде под поршнем. Поршень сжали, уменьшив объем сосуда в 2 раза при неизменной температуре, и при этом выпустили из сосуда половину массы находившегося там газа. Как при этом изменилось давление газа, оставшегося в сосуде?

- 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;

5. 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;

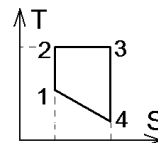
6. Идеальный газ совершает процесс  $1 \rightarrow 2 \rightarrow 3$ , изображенный на диаграмме  $p$ - $V$ , где  $p_2 = 4p_1$ ,  $V_2 = 2V_1$ ,  $V_3 = 3V_1$ ,  $p_1 = 10^5$  Па,  $V_1 = 1$  литр. За время этого



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;

7. 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:

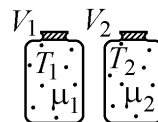


- а) 12, 23 – поступает; 34, 41 – отдается;  
б) 12, 23, 41 – поступает; 34 – отдается;  
в) 12, 41 – поступает; 34 – отдается; г) 23 – поступает; 41 – отдается;

8. 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)  $h = \frac{RT}{2\mu g}$

9. 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  $\Delta N_1 / \Delta N_2$



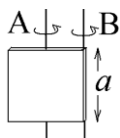
числа соударений молекул с одинаковым участком стенки с площадью  $\Delta S$  за одинаковое время  $\Delta t$  в этих сосудах?

- 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;

10. 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.

### Перечень контрольных заданий и вопросов для оценки сформированности компетенции ОПК-2 (контролируемый индикатор ОПК-2.3)



1. Тонкая квадратная пластина массы  $m = 2$  кг со стороной  $a = 3$  м может вращаться либо вокруг оси А, проходящей через её центр, либо вокруг параллельной оси В, совпадающей с краем пластины (см. рисунок). Момент инерции пластины относительно оси В равен  $I_B = 6$  кг·м<sup>2</sup>. Чему равен момент инерции  $I_A$  относительно оси А?

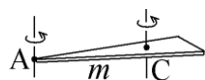
- а) 2 кг·м<sup>2</sup>; б) 3 кг·м<sup>2</sup>; в) 4 кг·м<sup>2</sup>; г) 6 кг·м<sup>2</sup>; д) 9 кг·м<sup>2</sup>; е) 1,5 кг·м<sup>2</sup>; ж) другой ответ;



2. Колесо с радиусом  $R = 2$  м может вращаться либо вокруг оси симметрии А, проходящей через его центр, либо вокруг параллельной оси В, проходящей через край колеса

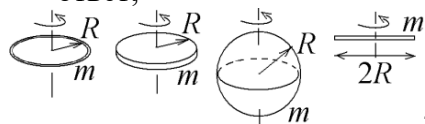
(см. рисунок). Моменты инерции колеса относительно этих осей равны  $I_A = 2 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$  и  $I_B = 12 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$  соответственно. Чему равна масса  $m$  колеса?

- а) 0,5 кг; б) 1 кг; в) 2 кг; г) 2,5 кг; д) 4 кг; е) 5 кг; ж) другой ответ;



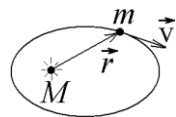
3. Тонкая узкая треугольная пластинка может вращаться вокруг параллельных осей, проходящих через вершину А и через центр масс пластинки С, находящихся на расстоянии  $AC = 3 \text{ м}$  (см. рисунок). Известны моменты инерции пластинки относительно этих осей  $I_A = 12 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$  и  $I_C = 3 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$ . При этом масса  $m$  пластинки равна:

- а) 0,25 кг; б) 0,333 кг; в) 0,5 кг; г) 1 кг; д) 2 кг; е) 3 кг; ж) 4 кг; з) другой ответ;



4. 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;



5. Планета с массой  $m$  движется по эллиптической орбите, в одном из фокусов которой находится звезда массы  $M$ .  $r$  - радиус-вектор планеты (см. рисунок). Выберите правильное утверждение:

- а) величина момента силы тяготения, действующей на планету (относительно центра звезды), периодически изменяется при движении планеты по орбите;  
 б) в точке максимального удаления планеты от центра звезды скорость её движения максимальна;  
 в) в точке минимального удаления планеты от центра звезды величина момента импульса планеты относительно центра звезды достигает минимального значения, а потом снова начинает расти;  
 г) вектор момента импульса планеты относительно центра звезды при движении планеты по орбите направлен перпендикулярно плоскости орбиты;

6. По горизонтальной поверхности без проскальзывания с одинаковой скоростью **катятся** шар и цилиндр с одинаковыми массами  $m$  и радиусами  $R$ . Чему равно при этом отношение кинетической энергии цилиндра к кинетической энергии шара?

- а) 4/3; б) 1/2; в) 7/10; г) 2/5; д) 3/4; е) 3/2; ж) 10/7; з) 15/14; и) 5/2; к) другой ответ;

7. В начальный момент времени  $t = 0$  цилиндр с массой  $m = 0,1 \text{ кг}$  и с радиусом  $R = 0,5 \text{ м}$  не вращался, а поступательно скользил по горизонтальной поверхности с кинетической энергией 800 Дж. Затем под действием силы трения он начал катиться без проскальзывания с кинетической энергией вращательного движения 200 Дж. Сила трения совершила работу:

- а) 300 Дж; б) 600 Дж; в) 500 Дж; г) 400 Дж; д) 200 Дж; е) другой ответ;

8. Тонкий стержень массы  $m$  и длины  $l$  совершает незатухающие гармонические колебания вокруг горизонтальной оси подвеса О, проходящей через его край. И массу  $m$ , и длину  $l$  стержня увеличили в два раза. Что произошло с величиной периода колебаний? Она:

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

9. В результате адиабатного расширения объем газа увеличился в два раза. Как изменилось при этом его давление?

- а) уменьшилось в 2 раза; б) увеличилось в 2 раза; в) увеличилось менее чем в 2 раза; г) увеличилось более чем в 2 раза; д) уменьшилось более чем в 2 раза;

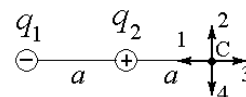
10. Концы цилиндрического стержня, материал которого имеет постоянный, не зависящий от температуры коэффициент теплопроводности  $\kappa$ , поддерживают при разности температур  $\Delta T = T_1 - T_2 > 0$ . Площадь поперечного сечения стержня равна  $S$ , а его длина равна  $l$ . Как изменится величина потока тепла  $J_Q$ , переносимого по стержню, если одновременно уменьшить разность температур  $\Delta T$  в 2 раза и увеличить длину стержня  $l$  в 2 раза?

### 3 семестр

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

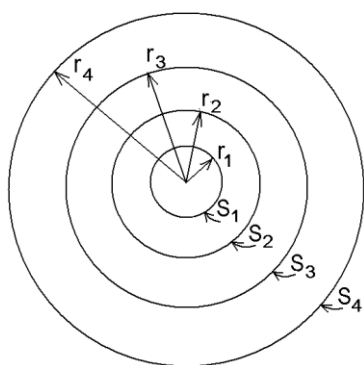
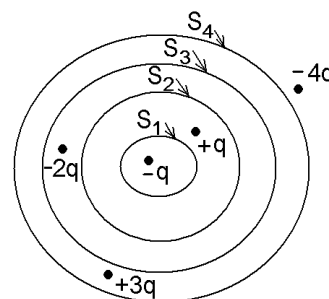
1. Электрическое поле создано точечными зарядами  $q_1$  и  $q_2$ . Если  $q_1 = -q$ ,  $q_2 = +q$ , а расстояние между зарядами и от  $q_2$  до точки С равно  $a$ , то вектор напряженности поля в точке С ориентирован в направлении ...

- 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;

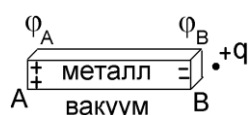
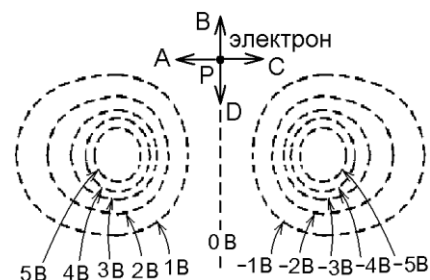
4. По очень протяженной (практически бесконечной) плоской поверхности очень толстой металлической пластины, фрагмент которой показан на рисунке, с одинаковой всюду поверхностной плотностью  $\sigma = \text{const}$  распределен положительный электрический заряд. На расстоянии  $r_1$  с одной стороны поверхности 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 Р, указанной на рисунке, начнет двигаться в направлении:

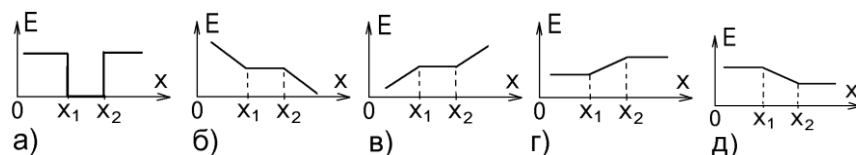
- а) А; б) В; в) С; г) D;



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:

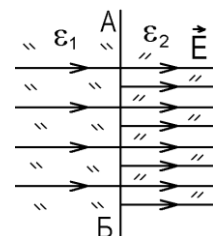
- а)  $\varphi_A < \varphi_B$  б)  $\varphi_A > \varphi_B$  в)  $\varphi_A = \varphi_B$  г) все индуцированные заряды имеют один знак

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  $x$ :

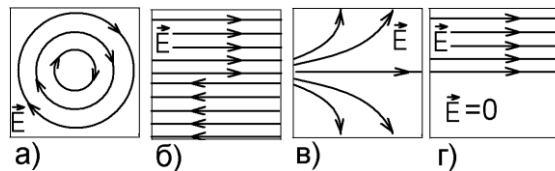


8. Число силовых линий электростатического поля, показанных на рисунке, пропорционально величине напряжённости  $E$  этого поля. Линии  $E$  перпендикулярны к плоской границе АБ раздела двух однородных диэлектрических сред с диэлектрическими проницаемостями  $\epsilon_1$  и  $\epsilon_2$ . Согласно рисунку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

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

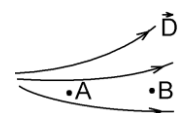


9. На рисунках приведены картины силовых линий для фрагментов некоторых электрических полей. Какой из приведенных фрагментов может соответствовать электростатическому полю (использовать теорему о циркуляции):

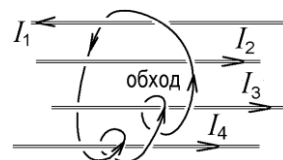


10. На рисунке показаны линии вектора  $D$  электрической индукции электростатического поля в однородной среде. Укажите верное соотношение между плотностью энергии  $w$  такого поля в точках А и В:

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



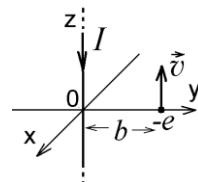
1. Замкнутый контур охватывает прямые проводники с токами  $I_1$ ,  $I_2$ ,  $I_3$  и  $I_4$ . Этот контур, направление его обхода и направления токов указаны на рисунке. Укажите, ему равна циркуляция вектора индукции магнитного поля по этому контуру, делённая на магнитную постоянную



$\oint \vec{B} d\vec{l} / \mu_0$ :

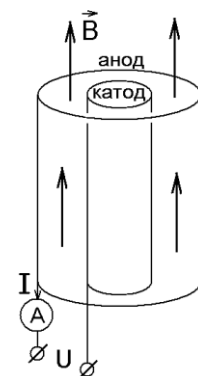
- а)  $I_1 - I_2 - I_3 - I_4$  б)  $-I_1 + I_2 + I_3 + I_4$  в)  $I_1 - I_2 - 2I_3 - 2I_4$  г)  $-I_1 + I_2 + 2I_3 + 2I_4$  д)  $I_1 + I_2 + 2I_3 + 2I_4$  е)  $-I_1 - I_2 - 2I_3 - 2I_4$

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



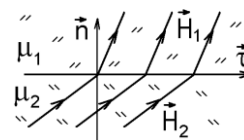
- а)  $F_y = \frac{\mu_0 e I v}{2b}$  б)  $F_y = -\frac{\mu_0 e I v}{2b}$  в)  $F_y = \frac{\mu_0 e I v}{2\pi b}$  г)  $F_y = -\frac{\mu_0 e I v}{2\pi b}$  д)  $F_y = 0$

3. 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:



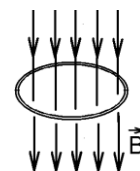
- а) величина тока  $I$  одинакова при любых значениях индукции магнитного поля  $B$ ;  
б) с уменьшением величины индукции магнитного поля  $B$  величина тока  $I$  монотонно уменьшается;  
в) с ростом величины индукции магнитного поля  $B$  величина тока  $I$  неограниченно возрастает;  
г) величина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

4. На рисунке показаны линии вектора напряжённости  $\vec{H}$  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

5. 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;

6. Ток  $I$ , текущий по проводнику меняется со временем  $t$  по закону,

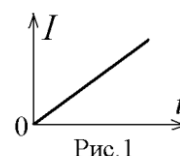
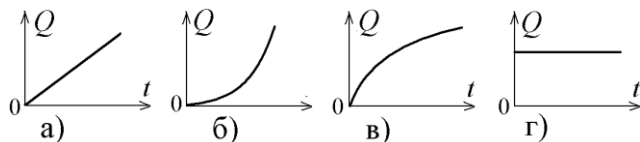


Рис. 1

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



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

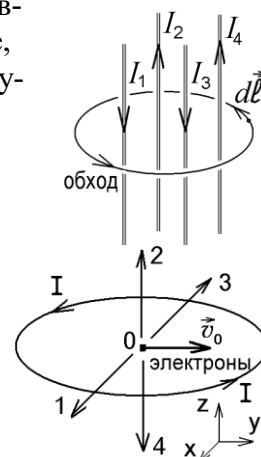
а)  $\oint_S \vec{B} d\vec{S} = \mu\mu_0 \sum I_i$ ; б)  $\oint_l \vec{B} d\vec{l} = \mu\mu_0 \sum I_i$ ; в)  $\oint_l \vec{B} d\vec{l} = 0$ ; г)  $\oint_S \vec{B} d\vec{S} = 0$ ;

7. 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  $\oint \vec{B} d\vec{l} / \mu_0$ :

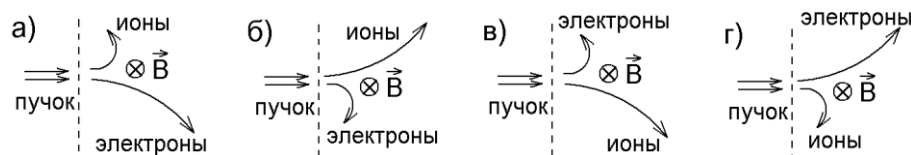
а)  $I_1 + I_2 + I_3 + I_4$  б)  $-I_1 - I_2 - I_3 - I_4$  в)  $I_1 - I_2 + I_3 - I_4$  г)  $-I_1 + I_2 - I_3 + I_4$

8. 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;

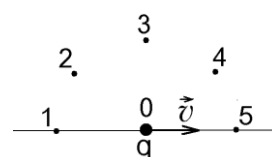


9. Смешанный пучок электронов и положительно заряженных ионов водорода, движущихся в плоскости рисунка с одинаковой скоростью, влетает в масс-спектрометре в перпендикулярное магнитное поле, индукция которого направлена за плоскость рисунка. По каким траекториям движутся частицы в этом поле (выберите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



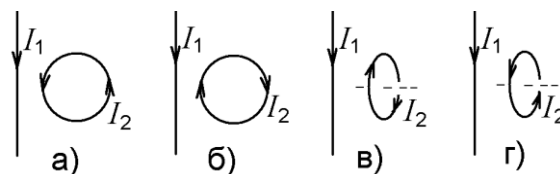
10. Нерелятивистская частица с электрическим зарядом  $q$  движется с постоянной скоростью  $v$  вдоль прямой линии. В какой из указанных на рисунке точек, находящихся на одинаковом расстоянии от точки 0 положения частицы, величина индукции созданного её движением магнитного поля будет иметь наименьшее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



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

1. 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:

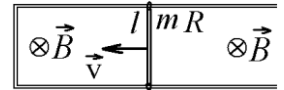


2. Какая из приведенных ниже формул выражает закон Фарадея для электромагнитной индукции?

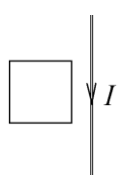


а)  $\varepsilon = \int_1^2 \vec{E}_{\text{стор}} d\vec{l}$ ; б)  $\varepsilon = -\frac{d}{dt} \int_S \vec{B} d\vec{S}$ ; в)  $\varepsilon = I(R+r)$ ; г)  $\sum \varepsilon_i = \sum I_i R_i$ ;

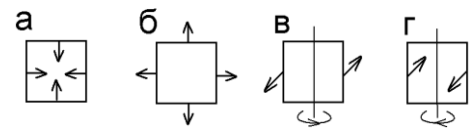
3. П-образная рамка расположена в горизонтальной плоскости, не имеет сопротивления и находится в постоянном однородном магнитном поле, линии индукции  $\vec{B}$  которого перпендикулярны к плоскости рамки и направлены за плоскость рисунка. По рамке без трения может двигаться поперечная перекладина с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



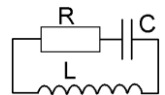
- а) уменьшается .... по часовой стрелке; б) уменьшается ..... против часовой стрелки;  
в) возрастает ..... по часовой стрелке; г) возрастает ..... против часовой стрелки;  
д) не изменяется ... по часовой стрелке; е) не изменяется ..... против часовой стрелки;



4. 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.

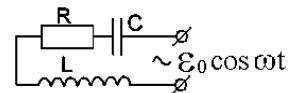


5. В электрическом колебательном контуре с индуктивностью  $L$ , ёмкостью  $C$  и резистором  $R$  происходят собственные затухающие электрические колебания с частотой  $\omega$  и с коэффициентом затухания  $\beta$ . Если величину ёмкости  $C$  увеличить при неизменных величинах  $R$  и  $L$ , то (выберите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



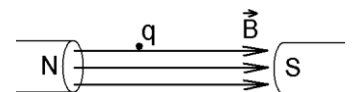
- а)  $\omega$  уменьшается,  $\beta$  не меняется; б)  $\omega$  уменьшается,  $\beta$  растёт; в)  $\omega$  растёт,  $\beta$  не меняется;  
г)  $\omega$  не меняется,  $\beta$  уменьшается; д)  $\omega$  растёт,  $\beta$  уменьшается; е)  $\omega$  не меняется,  $\beta$  растёт;

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)  $\sqrt{\left(\frac{1}{LC}\right)^2 - \left(\frac{R}{2L}\right)^2}$ ;

6. 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

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

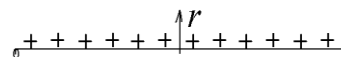
- 1)  $\text{rot } \vec{E} = \frac{\partial \vec{B}}{\partial t}$ ; 2)  $\text{rot } \vec{B} = \frac{\partial \vec{D}}{\partial t} + \vec{j}$ ; 3)  $\text{div } \vec{D} = \rho$ ; 4)  $\text{div } \vec{B} = 0$ ;

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

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

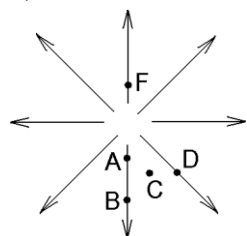
- а) ультракороткие радиоволны, видимый свет, инфракрасное излучение, микроволновый диапазон;  
 б) оптический диапазон, инфракрасный диапазон, микроволновый диапазон, УКВ-диапазон;  
 в) инфракрасное излучение, оптический диапазон, ультрафиолетовое излучение, рентгеновское излучение;  
 г) рентгеновское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

9. 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  $E$ ;

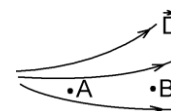


10. Силовые линии электростатического поля расходятся в радиальных направлениях. Величина разности потенциалов в этом поле имеет наименьшее значение между следующими точками (выберите правильный ответ):

- а) A и B; б) A и C; в) A и D; г) A и F;

### Перечень контрольных заданий и вопросов для оценки сформированности компетенции ОПК-2 (контролируемый индикатор ОПК-2.1)

1. На рисунке показаны линии вектора  $\vec{D}$  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;

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

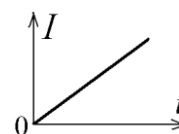
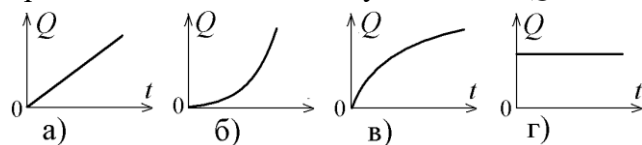


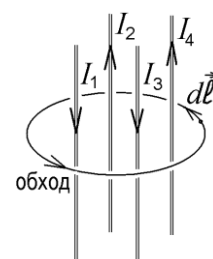
Рис. 1



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)  $\oint_S \vec{B} d\vec{S} = 0$ ;

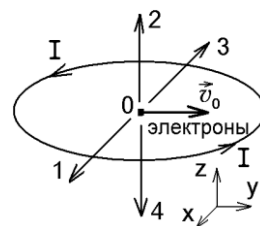
3. Замкнутый контур охватывает проводники с токами  $I_1, I_2, I_3$  и  $I_4$ . Направление обхода контура и направления токов показаны на рисунке. Укажите, чему равна циркуляция вектора индукции магнитного поля по этому контуру, деленная на магнитную постоянную  $\oint \vec{B} d\vec{l} / \mu_0$ :



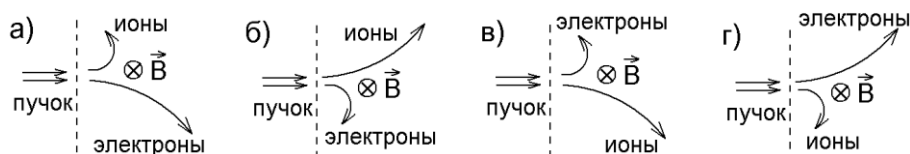
- а)  $I_1 + I_2 + I_3 + I_4$  б)  $-I_1 - I_2 - I_3 - I_4$  в)  $I_1 - I_2 + I_3 - I_4$  г)  $-I_1 + I_2 - I_3 + I_4$

4. 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;

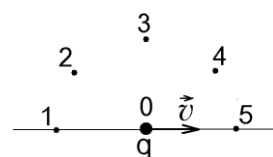


5. Смешанный пучок электронов и положительно заряженных ионов водорода, движущихся в плоскости рисунка с одинаковой скоростью, влетает в масс-спектрометре в перпендикулярное магнитное поле, индукция которого направлена за плоскость рисунка. По каким траекториям движутся частицы в этом поле (выберите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

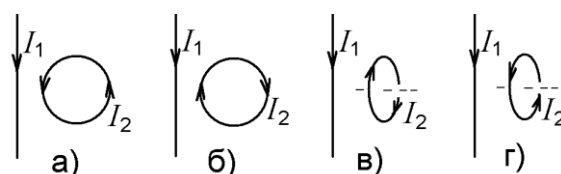


6. Нерелятивистская частица с электрическим зарядом  $q$  движется с постоянной скоростью  $v$  вдоль прямой линии. В какой из указанных на рисунке точек, находящихся на одинаковом расстоянии от точки 0 положения частицы, величина индукции созданного её движением магнитного поля будет иметь наименьшее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



7. 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:

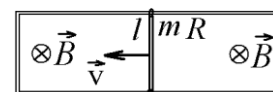


8. Какая из приведенных ниже формул выражает закон Фарадея для электромагнитной индукции?

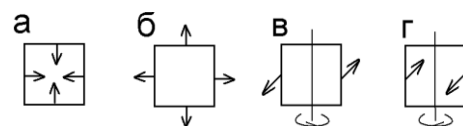
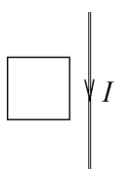
- а)  $\mathcal{E} = \int_1^2 \vec{E}_{\text{стор}} d\vec{l}$ ; б)  $\mathcal{E} = -\frac{d}{dt} \int_S \vec{B} d\vec{S}$ ; в)  $\mathcal{E} = I(R+r)$ ; г)  $\sum \mathcal{E}_i = \sum I_i R_i$ ;

9. 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;



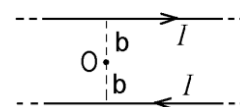
10. Из медной проволоки сделали замкнутый квадратный контур и поместили его рядом с прямолинейным током, протекающим параллельно стороне квадрата, как показано на левом



рисунке. Выберите правильное направление сил Ампера, действующих на контур, когда величину силы тока начинают медленно уменьшать.

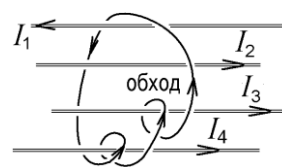
### Перечень контрольных заданий и вопросов для оценки сформированности компетенции ОПК-2 (контролируемый индикатор ОПК-2.2)

1. 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  $O$  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;

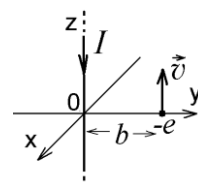
2. Замкнутый контур охватывает прямые проводники с токами  $I_1, I_2, I_3$  и  $I_4$ . Этот контур, направление его обхода и направления токов указаны на рисунке. Укажите, ему равна циркуляция вектора индукции магнитного поля по этому контуру, делённая на магнитную постоянную



$\oint \vec{B} d\vec{l} / \mu_0$ :

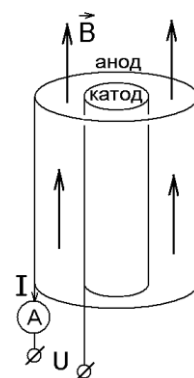
- а)  $I_1 - I_2 - I_3 - I_4$  б)  $-I_1 + I_2 + I_3 + I_4$  в)  $I_1 - I_2 - 2I_3 - 2I_4$  г)  $-I_1 + I_2 + 2I_3 + 2I_4$  д)  $I_1 + I_2 + 2I_3 + 2I_4$  е)  $-I_1 - I_2 - 2I_3 - 2I_4$

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



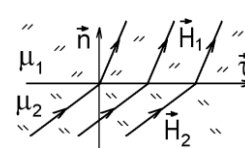
- а)  $F_y = \frac{\mu_0 e I v}{2b}$  б)  $F_y = -\frac{\mu_0 e I v}{2b}$  в)  $F_y = \frac{\mu_0 e I v}{2\pi b}$  г)  $F_y = -\frac{\mu_0 e I v}{2\pi b}$  д)  $F_y = 0$

4. 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:



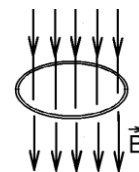
- а) величина тока  $I$  одинакова при любых значениях индукции магнитного поля  $B$ ;  
б) с уменьшением величины индукции магнитного поля  $B$  величина тока  $I$  монотонно уменьшается;  
в) с ростом величины индукции магнитного поля  $B$  величина тока  $I$  неограниченно возрастает;  
г) величина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

5. На рисунке показаны линии вектора напряжённости  $\vec{H}$  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

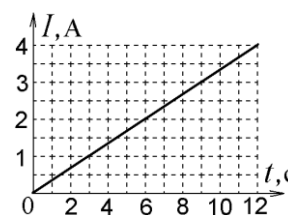
6. Линии индукции  $\vec{B}$  однородного магнитного поля перпендикулярны круговому замкнутому проводящему контуру (см. рисунок). Величина  $B$  меняется со временем  $t$  по закону  $B = B_0 - \beta \cdot t^2$ , где  $\beta$  – положительная константа. При этом в контуре возникает ток, величина которого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



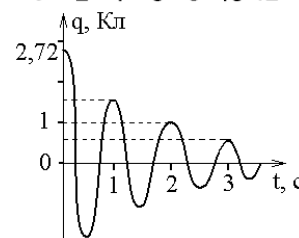
- а)  $I = C_1 - C_2 \cdot t$ , по часовой стрелке; б)  $I = C_1 - C_2 \cdot t$ , против часовой стрелки;  
 в)  $I = C_1$ , по часовой стрелке; г)  $I = C_1$ , против часовой стрелки;  
 д)  $I = C_1 \cdot t$ , по часовой стрелке; е)  $I = C_1 \cdot t$ , против часовой стрелки;

7. 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;

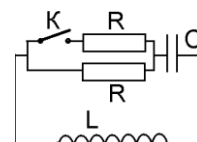


8. Для электрического колебательного контура изображен график собственных затухающих колебаний электрического заряда на конденсаторе, описываемый уравнением  $q(t) = A_0 e^{-t/\tau} \sin(\omega_1 t + \phi)$  (см. рисунок). Определите величину логарифмического декремента затухания колебаний  $\theta$  (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;

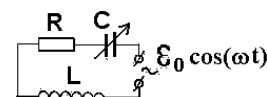
9. При разомкнутом ключе “К” циклическая частота собственных затухающих колебаний в контуре, изображенном на рисунке, определялась параметрами  $\omega_0 = 1/\sqrt{LC}$  и  $\beta = R/2L$ . Ключ “К” замкнули.



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)  $\sqrt{\omega_0^2 - \frac{\beta^2}{16}}$ ;

10. 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



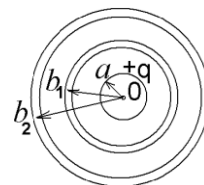
частотой  $\omega$ , что амплитуда падения напряжения на конденсаторе  $C$  достигает максимальной резонансной величины. Ёмкость  $C$  переменного конденсатора увеличили в 2 раза. Что надо сделать с параметрами контура, чтобы резонансное увеличение амплитуды падения напряжения на конденсаторе по-прежнему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

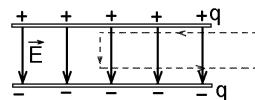
**Перечень контрольных заданий и вопросов для оценки сформированности компетенции ОПК-2 (контролируемый индикатор ОПК-2.3)**

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  $xu$ , укажите их направление и запишите выражение для потенциала данного поля как функции координат. Напряженность поля имеет величину  $E_0$ .

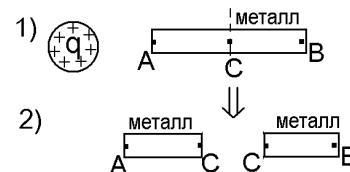
2. На уединенный металлический шар радиуса  $a$  помещен положительный заряд  $+q$ . Шар окружают двумя первоначально незаряженными тонкими металлическими сферами с радиусами  $b_1$  и  $b_2$ . Между всеми проводниками и снаружи внешней сферы – вакуум. Первый экспериментатор утверждает, что замкнутая 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 теорему о циркуляции  $\vec{E}$ ? Если нет – то как правильно нарисовать линии  $\vec{E}$ ? Ответ обосновать и подтвердить формулами.



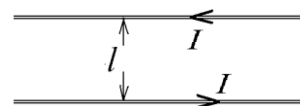
4. В эксперименте первоначально незаряженный металлический стержень АСВ подносят к заряженному телу (1). После этого стержень разделяют на две части АС и СВ, которые разделяют, и переносят разделенные части на очень большое удаление от заряженного тела (2). Выскажите свое мнение о том, какой должна быть 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.



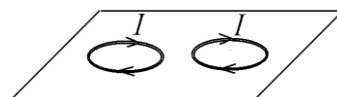
5. Между пластин плоского конденсатора, подключенного к источнику постоянной ЭДС  $\mathcal{E}$ , находился однородный диэлектрик с диэлектрической проницаемостью  $\epsilon$ . При этом ёмкость такого заполненного конденсатора была равна  $C$ . Выскажите свое мнение о том, будет ли диэлектрик выталкиваться 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.

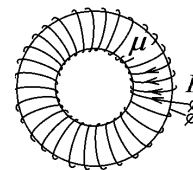


7. На гладкой горизонтальной поверхности рядом лежат два одинаковых витка с одинаковыми по величине и по направлению токами  $I$ . Выскажите свое мнение о том, как будут взаимодействовать друг с другом эти токи: действуют ли между ними силы притяжения? отталкивания? силы взаимодействия равны нулю? Ответ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

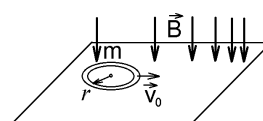


8. По центральной жиле радиуса  $a$  прямого коаксиального кабеля течёт ток  $I$ . такой же ток  $I$  течет по внешнему цилиндрическому слою (“стакану”) радиуса  $b$  навстречу. Нарисуйте график зависимости напряженности поля  $\vec{H}$ , созданного этими токами, от расстояния  $r$  до оси кабеля. Ответ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



#### 4 семестр

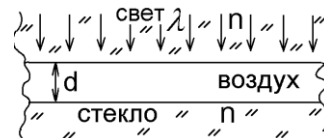
#### Перечень контрольных заданий и вопросов для оценки сформированности компетенции ОПК-1 (контролируемый индикатор ОПК-1.1)

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):



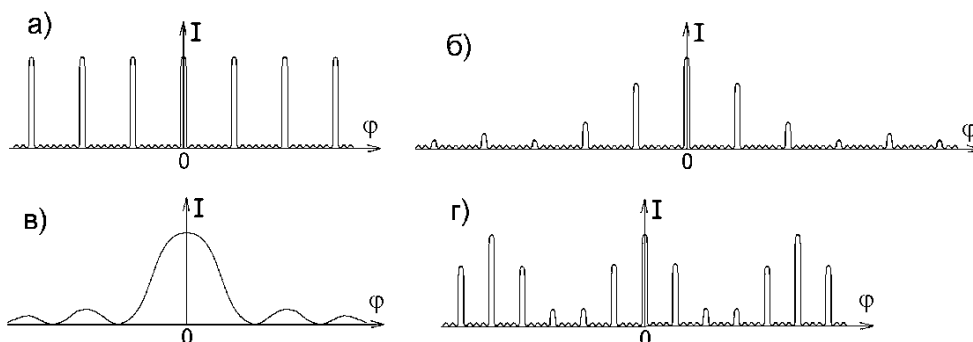
- а) зеленая→синяя→желтая→оранжевая;  
 б) зеленая→желтая→оранжевая→красная;    в) оранжевая→желтая→синяя→зеленая;  
 г) желтая→голубая→зеленая→синяя;    д) красная→оранжевая→желтая→зеленая;  
 е) наблюдаются чередующиеся белые и темные полосы;

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)  $2dn = (m + 1/2)\lambda$ ;

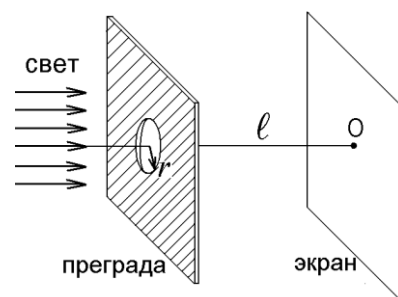
3. На дифракционную решетку падает монохроматический свет. Правильной картиной распределения интенсивности  $I$  света, прошедшего за решетку, от угла отклонения  $\varphi$  от направления падающего света будет (выберите правильный рисунок):



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 растет, 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):

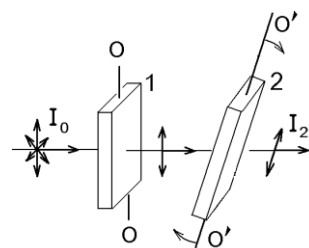


- а)  $\frac{r^2}{\lambda(m + 1/2)}$ ;    б)  $\frac{r^2}{2m\lambda}$ ;    в)  $\frac{(2m + 1)r^2}{\lambda}$ ;    г)  $\frac{2mr^2}{\lambda}$ ;    д)



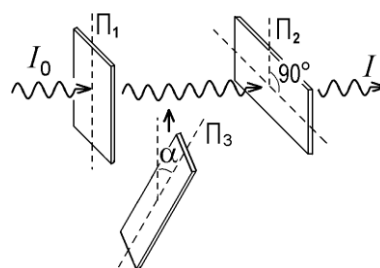
$$\frac{r^2}{(2m+1)\lambda}; \quad \text{е) } \frac{(m + \frac{1}{2})r^2}{\lambda};$$

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  $\varphi$  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):

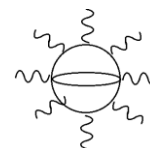


- а)  $I$ ;    б)  $\sqrt{2}I$ ;    в)  $2I$ ;    г)  $2\sqrt{2}I$ ;    д)  $8I$ ;    е)  $8\sqrt{2}I$ ;    ж)  $16I$ ;    з) другой ответ;

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:

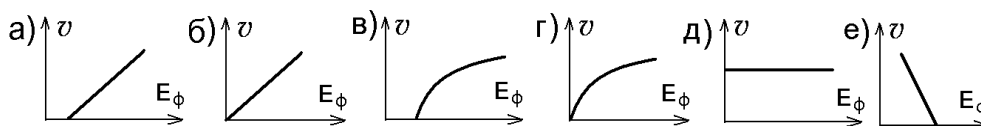
- а) уменьшилась в 16 раз;    б) уменьшилась в 4 раза;    в) уменьшилась в 2 раза;  
г) уменьшилась в 1,41 раз;    д) не изменилась;    е) увеличилась в 1,41 раз;  
ж) увеличилась в 2 раза;    з) увеличилась в 4 раза;    и) увеличилась в 16 раз;

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;

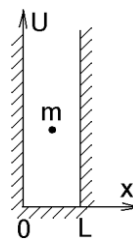
10. Выберите правильный график зависимости максимально возможной величины скорости  $v$  выбитого из металла электрона от величины энергии  $E_\phi$  падающего на металл фотона при фотоэффекте:



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

1. 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 значений 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)  $\frac{12\pi^2 \hbar^2}{2mL^2}$

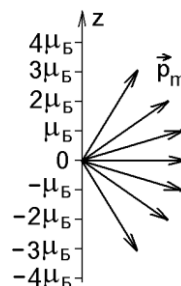
2. Укажите правильную величину отношения  $E_3/E_1$  энергии третьего возбужденного состояния некоторого одномерного квантового гармонического осциллятора к энергии первого возбужденного состояния этого осциллятора:

- 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;

3. 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)  $\frac{1}{2} \sqrt{\frac{m}{k}}$ ;

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

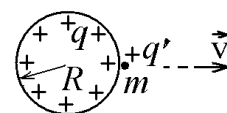


- а)  $\sqrt{15} \mu_B$ ; б)  $4 \mu_B$ ; в)  $15 \mu_B/4$ ; г)  $\sqrt{12} \mu_B$ ; д)  $\sqrt{20} \mu_B$ ; е)  $\sqrt{30} \mu_B/2$ ;

5. Чему равно отношение величины (модуля) вектора орбитального момента импульса электрона, находящегося в  $3d$  – оболочке 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;

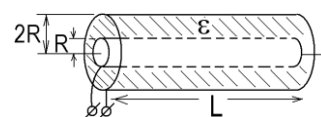
6. Вблизи поверхности закрепленного неподвижного шара, по поверхности которого равномерно распределен электрический заряд  $+q$ , первоначально покоилась свободная частица с массой  $m$  и с положительным зарядом. Удалившись под действием электрических сил со стороны шара на бесконечное расстояние, частица 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)  $\frac{2\pi\epsilon_0 R}{q m v^2}$ ;

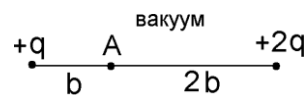
ж) другой ответ;

7. 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  $\varepsilon$  диэлектрика в таком конденсаторе:



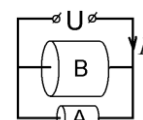
- а)  $\varepsilon = \frac{C}{2\pi\varepsilon_0 L}$ ; б)  $\varepsilon = \frac{C}{2\pi\varepsilon_0 R}$ ; в)  $\varepsilon = \frac{C \ln 2}{2\pi\varepsilon_0 L}$ ; г)  $\varepsilon = \frac{2\pi\varepsilon_0 L}{C \ln 2}$ ; д)  $\varepsilon = \frac{L}{4\pi\varepsilon_0 C \ln 2}$ ; е)  $\varepsilon = \frac{C \ln 2}{4\pi\varepsilon_0 L}$ ;

8. 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 и  $2b$  от заряда  $+2q$  (см. рисунок):



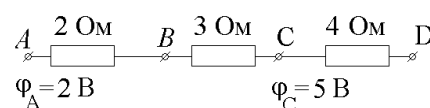
- а)  $w_A = \frac{q^2}{128\pi^2\varepsilon_0 b^4}$ ; б)  $w_A = \frac{q^2}{64\pi^2\varepsilon_0 b^4}$ ; в)  $w_A = \frac{q^2}{32\pi^2\varepsilon_0 b^4}$ ; г)  $w_A = \frac{q^2}{16\pi^2\varepsilon_0 b^4}$ ; д)  $w_A = \frac{q^2}{8\pi^2\varepsilon_0 b^4}$ ;

9. 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).

10. 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...



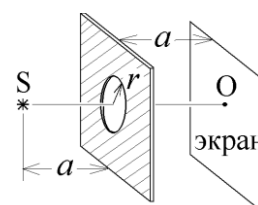
- а)  $-4,2$  В; б)  $7$  В; в)  $-7$  В; г)  $4,2$  В;

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

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;

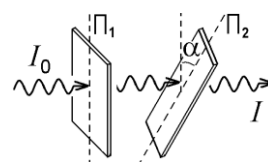
2. Точечный источник монохроматического света с длиной волны  $\lambda$  находится на расстоянии  $a$  от непрозрачной плоской преграды с прорезанным в ней круглым отверстием радиуса  $r$ . За преградой на таком же расстоянии  $a$  установлен параллельный ей экран. При этом расстояние  $a$  имеет **наибольшую 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;

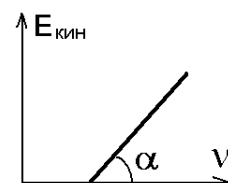
г) уменьшить в 4 раза; д) уменьшить в 2 раза; е) уменьшить в  $\sqrt{2}$  раз;

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):



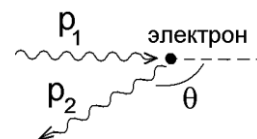
- а)  $2I$ ; б)  $\frac{4I}{3}$ ; в)  $\frac{2I}{\sqrt{3}}$ ; г)  $\frac{8I}{3}$ ; д)  $4I$ ; е)  $\frac{4I}{\sqrt{3}}$ ; ж)  $8I$ ; з) нет правильного ответа;

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:



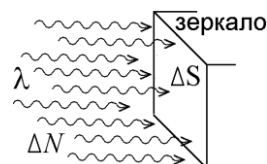
- а)  $h = \operatorname{arctg} \alpha$ ; б)  $h = \operatorname{ctg} \alpha$ ; в)  $h = \operatorname{tg} \alpha / 2$ ; г) другая формула;

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, характеризуемые длиной волны де Бройля  $\lambda_B$ . Укажите формулу, по которой следует вычислить величину электрического заряда данной частицы, если  $h = 6,63 \cdot 10^{-34}$  Дж·с – постоянная Планка:

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

### Перечень контрольных заданий и вопросов для оценки сформированности компетенции ОПК-2 (контролируемый индикатор ОПК-2.1)

1. 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;

2. 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;

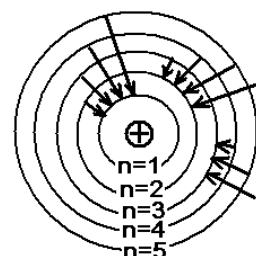
3. Если радиус  $n$ -й боровской электронной орбиты в одноэлектронном атоме равен четырём радиусам первой боровской орбиты, то отношение  $|L_1|/|L_n|$  величины момента импульса электрона, находящегося на первой орбите к величине момента импульса электрона, находящегося на  $n$ -й орбите, равно (укажите правильный ответ):

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

4. 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)  $n=5 \rightarrow n=2$ ;

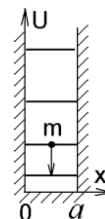


- д)  $n=2 \rightarrow n=1$ ;      е)  $n=5 \rightarrow n=3$ ;

5. 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;

6. 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)  $\frac{4\pi^2 \hbar}{\omega L^2}$ ;

7. 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;

8. 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;

9. 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;

10. (Y) 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)  $m_\gamma < m_n < m_\alpha < m_\beta$ ;

1. 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;

2. 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 значений 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)  $\frac{12\pi^2 \hbar^2}{2mL^2}$

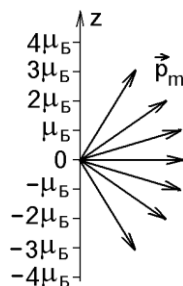
3. Укажите правильную величину отношения  $E_3/E_1$  энергии третьего возбужденного состояния некоторого одномерного квантового гармонического осциллятора к энергии первого возбужденного состояния этого осциллятора:

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;

4. 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)  $\frac{1}{2} \sqrt{\frac{m}{k}}$ ;

5. На рисунке указаны все возможные ориентации вектора орбитального магнитного момента электрона, находящегося в одной из электронных оболочек 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)  $\sqrt{30} \mu_B/2$ ;

6. Чему равно отношение величин (модуля) вектора орбитального момента импульса электрона, находящегося в  $3d$  – оболочке 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;

7. Оболочка многоэлектронного атома с главным квантовым числом  $n = 5$  полностью заполнена электронами. В последней оболочке этой оболочки с максимальным значением орбитального квантового числа находится  $N_1$  электронов, а в предпоследней оболочке –  $N_2$  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)  $\frac{12}{5}$ ;

8. 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;

9. 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)?

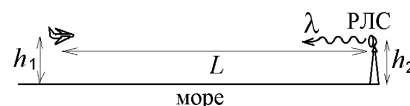
- а) 1 с; б) 2 с; в) 3 с; г) 4 с; д) 5 с; е) 6 с; ж) 7 с; з) 8 с; и) другой ответ;

10. 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 вопросов для оценки сформированности компетенции ОПК-2 (контролируемый индикатор ОПК-2.3)

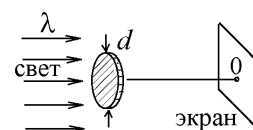
1. В американских университетах для иллюстрации волновых свойств электромагнитных волн студентам предлагают следующий пример: “Когда авиация союзных войск летела на большом удалении  $L$  от берега над поверхностью моря на определенной высоте  $h_1$ , то радиолокационные станции (РЛС) германских войск, 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.

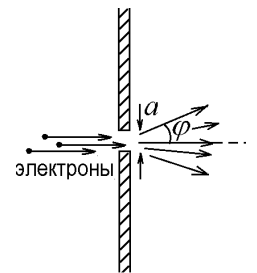




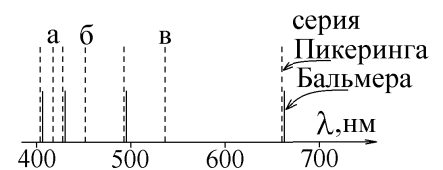
Первый считает, что в точке 0 все время будет наблюдаться темное пятно, поскольку эта точка находится в области тени. Второй уверен, что освещенность в точке 0 при постепенном уменьшении  $d$  начнет периодически меняться, и в точке 0 будет наблюдаться то максимум, то минимум освещенности. Третий полагает, что при постепенном уменьшении диаметра препятствия  $d$  освещенность точки 0, 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.

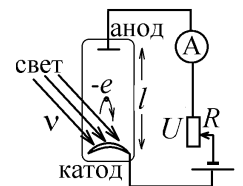
5. Определите, по какой причине ускоренные большой разностью потенциалов  $\Delta\varphi$  электроны, пролетая через узкую щель ширины  $a$  в узком непрозрачном препятствии, могут рассеиваются в разных направлениях под разными углами, но не могут лететь за щелью под отдельными углами  $\varphi_n$ ?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



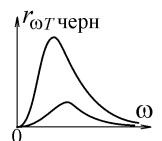
6. На рисунке показан участок спектра излучения возбужденных атомов водорода (сплошные линии из серии Бальмера) и однократно ионизированных атомов гелия (штриховые линии из серии Пикеринга). Видно, что часть спектральных линий из этих серий практически совпадают, но между линиями серии Бальмера для водорода 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



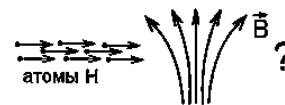
8. Экспериментатор представил график зависимости излучательной способности абсолютно черного тела от циклической частоты излучения  $\omega$  при двух различных температурах. Выскажите своё мнение о том, правильно ли нарисован этот график, и если он нарисован неправильно, то где сделаны ошибки? Ответ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



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

#### 2 семестр

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

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?

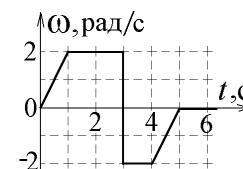
- а)  $a_n \propto t^2$ ; б)  $a_n \propto \frac{1}{t^3}$ ; в)  $a_n \propto t^3$ ; г)  $a_n \propto \frac{1}{t}$ ; д)  $a_n \propto \frac{1}{t^4}$ ; е)  $a_n \propto t$ ; ж)  $a_n \propto \frac{1}{t^2}$ ;  
з)  $a_n \propto t^4$ ; и)  $a_n = \text{const}$ ;

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;

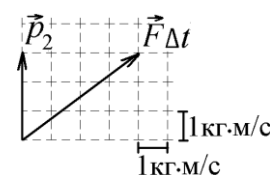
3. Физическое тело вращается вокруг закрепленной оси с угловой скоростью, зависимость проекции которой на ось вращения от времени  $t$  показана на рисунке. На какой угол повернется тело за время  $0 \leq t \leq 4$  с?

- 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;

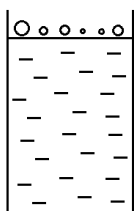
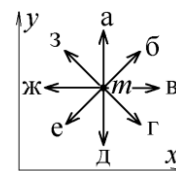


4. В результате действия в течение короткого времени  $\Delta t$  импульса силы  $\vec{F}\Delta t$ , некоторое тело приобрело импульс  $\vec{p}_2$  (см. рисунок). Какой была величина начального импульса тела до действия силы?

- 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;

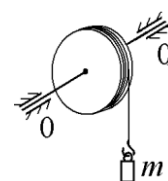


5. Импульс частицы с массой  $m$ , находящейся в момент времени  $t = 1$  с в точке с координатами  $x = y = 1$  м, меняется со временем по закону  $\vec{p} = \vec{i}\alpha t^3 + \vec{j}\beta t^3$ , где  $\vec{i}, \vec{j}$  – орты декартовой системы координат  $\alpha = -1$  кг·м/с<sup>4</sup>,  $\beta = +1$  кг·м/с<sup>4</sup>. Укажите на рисунке правильное направление вектора силы  $\vec{F}$ , действующей на частицу в указанный момент времени.

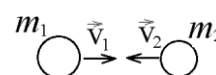


6. В высокий сосуд с растительным маслом одновременно высыпали множество маленьких металлических шариков разного радиуса  $r$ . Проанализируйте процесс падения шариков в жидкости и объясните порядок их падения на дно. Ответ обоснуйте с помощью физических законов и формул.

7. 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.



8. 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

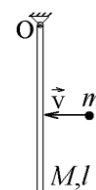


**момент наибольшего сближения** шарики движутся с одной скоростью  $v_0$ , определяемой законом сохранения импульса  $|m_1 v_1 - m_2 v_2| = (m_1 + m_2) v_0$  и только потом разлетаются в стороны.

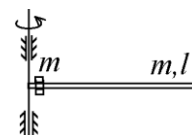
При этом кинетическая энергия меняется на величину  $\Delta E_{\text{кин}} = \frac{m_1 v_1^2}{2} + \frac{m_2 v_2^2}{2} - \frac{(m_1 + m_2) v_0^2}{2} > 0$ .

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

94. Пластилинный 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.

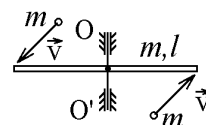


10. В начальный момент времени стержень массы  $m$  и длины  $l$  свободно вращается без трения с угловой скоростью  $\omega_0$  в горизонтальной плоскости вокруг закрепленной оси, проходящей через его край. По стержню может свободно без трения скользить надета на него муфта той же массы  $m$ . В начальный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



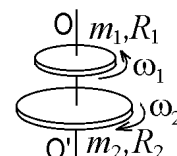
**Перечень контрольных заданий и вопросов для оценки сформированности компетенции ОПК-1 (контролируемый индикатор ОПК-1.2)**

1. 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:



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

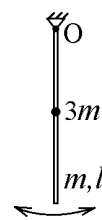
2. Два диска могут вращаться вокруг общей вертикальной оси. Верхний диск с массой  $m_1$  и радиусом  $R_1$  вращался с угловой скоростью  $\omega_1 = \omega$  и упал на нижний диск, имевший массу  $m_2 = 2m_1$ , радиус  $R_2 = 2R_1$  и вращавшийся в противоположную сторону с вдвое большей угловой скоростью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



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

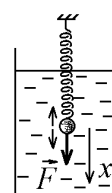
- а)  $\omega$ ; б)  $7\omega/9$ ; в)  $5\omega/9$ ; г)  $9\omega/5$ ; д)  $\omega/9$ ; е)  $3\omega/5$ ; ж)  $\omega/5$ ; з)  $\omega/3$ ; и)  $17\omega/9$ ; к)  $5\omega/3$ ; л)  $7\omega/5$ ; м) правильного ответа нет (приведите его);

3. 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):



- а)  $2\pi\sqrt{\frac{2l}{3g}}$ ; б)  $2\pi\sqrt{\frac{13l}{24g}}$ ; в)  $2\pi\sqrt{\frac{13l}{12g}}$ ; г)  $2\pi\sqrt{\frac{7l}{12g}}$ ; д)  $2\pi\sqrt{\frac{8l}{9g}}$ ; е)  $2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$ ;  
ж)  $2\pi\sqrt{\frac{5l}{9g}}$ ; з)  $2\pi\sqrt{\frac{17l}{12g}}$ ; и) нет правильного ответа (приведите его);

4. 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);

5. 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;

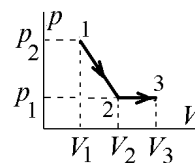
6. Идеальный газ находился в сосуде под поршнем. Поршень сжали, уменьшив объем сосуда в 2 раза при неизменной температуре, и при этом выпустили из сосуда половину массы находившегося там газа. Как при этом изменилось давление газа, оставшегося в сосуде?

- 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;

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

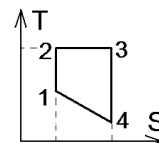
- а) увеличится в 8 раз; б) увеличится в 4 раза; в) увеличится в 2 раза; г) не изменится;  
д) уменьшится в 2 раза; е) уменьшится в 4 раза; ж) уменьшится в 8 раз; з) нет правильного ответа;

8. 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  $1 \rightarrow 2 \rightarrow 3$ ?



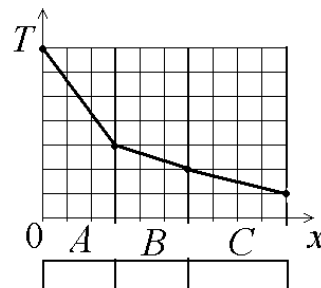
- а) 150 Дж; б) 200 Дж; в) 250 Дж; г) 300 Дж; д) 350 Дж; е) 400 Дж; ж) 450 Дж;  
з) другой ответ;

9. 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:



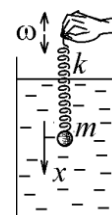
- а) 12, 23 – поступает; 34, 41 – отдается;  
б) 12, 23, 41 – поступает; 34 – отдается;  
в) 12, 41 – поступает; 34 – отдается; г) 23 – поступает; 41 – отдается;

10. 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  $\kappa_A$ ,  $\kappa_B$ ,  $\kappa_C$



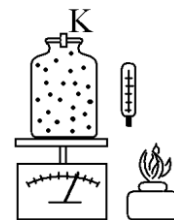
### Перечень контрольных заданий и вопросов для оценки сформированности компетенции ОПК-1 (контролируемый индикатор ОПК-1.3)

1. 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.

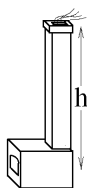


Исходя из этого он сделал вывод о том, что при той же частоте  $\omega_1$  будет максимальной и амплитуда скорости шарика  $v = dx/dt$ . Выскажите своё суждение о правильности или неправильности вывода, сделанного экспериментатором. Если этот вывод неверен, укажите, как надо изменить частоту  $\omega$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

2. 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.

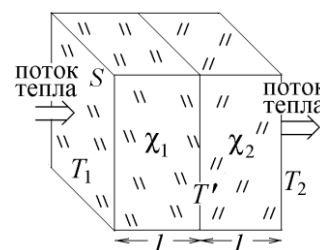


3. Три экспериментатора начали спорить о том, что происходит после нагревания газа с числом его молекул, величины скоростей которых отличаются от скорости  $v_1$  не более, чем на  $\Delta v = \pm 1$  м/с, где скорость  $v_1$  равна половине средней скорости молекул данного газа. Первый утверждает, что 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.

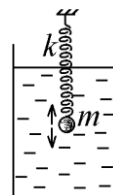


4. Выскажите свое мнение и с помощью законов физики объясните причину того, что увеличение высоты  $h$  печной трубы приводит к увеличению потока воздуха, затягиваемого в дверцу печи и к лучшему горению дров. Ответ обоснуйте полученными вами формулами такой зависимости.

5. 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.

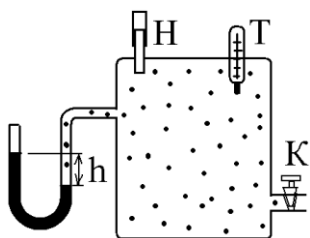


6. Шарик, подвешенный на невесомой пружинке совершает вертикальные колебания в глицерине. Утверждается, что после того, как в глицерин добавили воду, а шарик подвесили на другой пружинке с меньшей жесткостью, он перестал совершать колебания. Выскажите своё суждение о возможности или невозможности такого 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 (комби-

нируя) **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  $p_{\text{атм}}$ .

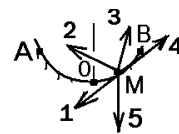
Предложите процедуру определения плотности  $\rho_{\text{ж}}$  неизвестной жидкости с помощью данных измерительных приборов. Обоснуйте предложенную процедуру формулами, позволяющими вычислить требуемый результат.

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?

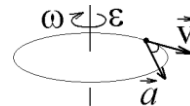
10. Приходя зимой в своё жилище человек может сесть на железный стул, а может – в плюшевое кресло. В первом случае ему будет холодно, а во втором – тепло, хотя температура и стула, и кресла одинакова и равна температуре воздуха в комнате. Определите причину такого различия в результатах и объясните её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

### Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ОПК-2 (контролируемый индикатор ОПК-2.1)

1. Материальная точка М 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 В (А и В - наивысшие точки подъема). Укажите правильное направление вектора полного ускорения точки М (см. рисунок): а) 1; б) 2; в) 3; г) 4; д) 5;

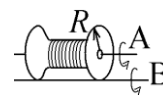


2. Материальная точка начинает вращаться по **круговой** траектории без начальной скорости вокруг закрепленной оси с постоянным угловым ускорением  $\varepsilon$ , и имеет в некоторый момент времени угловую скорость вращения, равную  $\omega$ . Чему в этот момент времени равно отношение  $a_n / a_\tau$  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)  $\frac{1}{\varepsilon^2\omega}$ ;

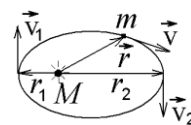
3. Катушка массы  $m = 1 \text{ кг}$  с радиусом  $R = 3 \text{ м}$  может вращаться либо вокруг оси симметрии А, проходящей через её центр, либо вокруг параллельной оси В,



проходящей через край обода катушки (см. рисунок). Момент инерции катушки относительно оси А равен  $I_A = 3 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$ . Чему равен момент инерции  $I_B$  относительно оси В?

- 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;

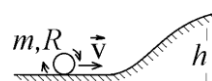
4. Планета массой  $m$  движется по эллиптической орбите, в одном из фокусов которой находится звезда массы  $M$ .  $\vec{r}$  – радиус-вектор планеты,  $r_1 = 4 \cdot 10^8 \text{ км}$ ,  $r_2 = 6 \cdot 10^8 \text{ км}$  (см. рисунок). Величины скорости планеты в наиболее удаленной и наиболее близкой к звезде точке орбиты равны, соответственно,  $v_2 = 24 \text{ км/с}$  и



$v_1 = 36 \text{ км/с}$ . 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

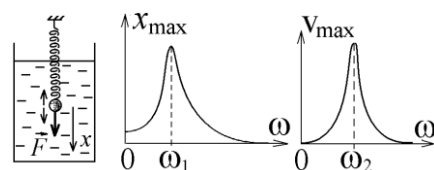
5. (У) По горизонтальной поверхности со скоростью  $v$  катится шар массы  $m$  и радиуса  $R$ . На какую максимальную высоту  $h$  шар может подняться на горку, катясь без проскальзывания ( $g$  – ускорение свободного падения)?



- 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



$F = F_0 \cos(\omega t + \alpha)$ . Зависимость амплитуды смещения  $x_{\max}$

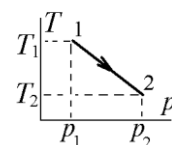
и амплитуды скорости  $v_{\max}$  такого маятника от частоты  $\omega$  показаны на рисунке. Какой может быть величина отношения  $\omega_2/\omega_1$  частот, указанных на этом рисунке?

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

7.  $E = 4 \cdot 10^{-24} \text{ Дж}$  – 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:

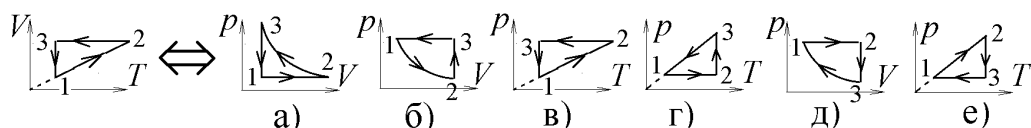
- а)  $10^{-24} \text{ Дж}$ ; б)  $2 \cdot 10^{-24} \text{ Дж}$ ; в)  $4 \cdot 10^{-24} \text{ Дж}$ ; г)  $8 \cdot 10^{-24} \text{ Дж}$ ; д)  $5 \cdot 10^{-23} \text{ Дж}$ ; е) нет правильного ответа;

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 цикли-





ческий 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;

**Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ОПК-2 (контролируемый индикатор ОПК-2.2)**

1. 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;

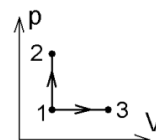
2. Первоначальное давление газа, имевшего температуру  $T$ , было равно  $p$ . Давление газа изохорически увеличили на величину  $\Delta p$ . Определите и укажите, на какую величину  $\Delta T$  изменилась температура газа:

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;

3. 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

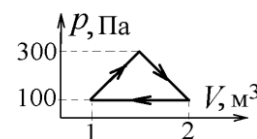


4. Идеальный газ, совершая цикл Карно, получил от нагревателя 5 кДж теплоты и совершил работу 1 кДж. Чему равно отношение  $T_H/T_X$  температур нагревателя и холодильника?

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;

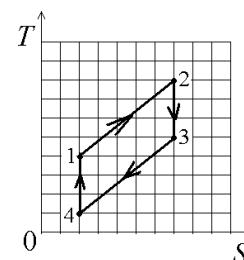
5. Совершая циклический процесс, изображенный на рисунке, рабочее тело получает от нагревателя за один цикл количество теплоты  $Q = 1000$  Дж. Какое количество теплоты отдает рабочее тело за один цикл холодильнику?

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;



6. 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.



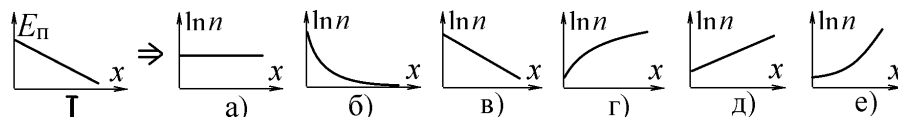
7. Концентрация молекул идеального газа уменьшилась в 4 раза, а средняя скорость этих молекул увеличилась в 4 раза. Как изменилось давление газа?

- 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;

8. 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;

9. Молекулы идеального газа находятся в поле внешних сил. График зависимости потенциальной энергии  $E_{\text{п}}$  молекулы от координаты  $x$  представлен на левом рисунке I.



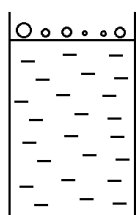
Укажите правильный график зависимости от координаты  $x$  функции логарифма  $\ln n$  от концентрации молекул газа (температура газа всюду одинакова):

10. Идеальный газ находится в сосуде, объём 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 объём 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;

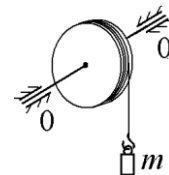
21. Частота соударений молекул газа со стенкой сосуда не будет изменяться, если газ совершает процесс, описываемый уравнением:

### Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ОПК-2 (контролируемый индикатор ОПК-2.3)

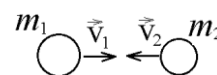


1. В высокий сосуд с растительным маслом одновременно высыпали множество маленьких металлических шариков разного радиуса  $r$ . Проанализируйте процесс падения шариков в жидкости и объясните порядок их падения на дно. Ответ обоснуйте с помощью физических законов и формул.

2. Шкив может вращаться вокруг своей закрепленной горизонтально оси  $00'$  без трения. Под рукой имеется линейка, секундомер, и также грузик массы  $m$ , который можно повесить 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

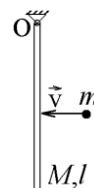


момент наибольшего сближения шарики движутся с одной скоростью  $v_0$ , определяемой законом сохранения импульса  $|m_1 v_1 - m_2 v_2| = (m_1 + m_2) v_0$  и только потом разлетаются в стороны.

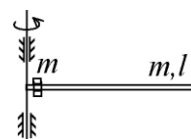
При этом кинетическая энергия меняется на величину  $\Delta E_{\text{кин}} = \frac{m_1 v_1^2}{2} + \frac{m_2 v_2^2}{2} - \frac{(m_1 + m_2) v_0^2}{2} > 0$ .

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

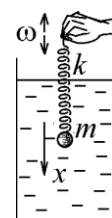
4. Пластилиновый шарик массы  $m$ , летевший со скоростью  $v$ , сталкивается с висевшим неподвижно стержнем массы  $M$  и длины  $l$ , способным вращаться без трения вокруг горизонтальной оси, проходящей через точку подвеса  $O$ , но не прилипает к стержню, а отскакивает от него. Определите закон сохранения 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 горизонтальной 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.

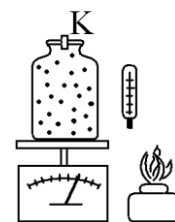


6. Экспериментатор опустил тяжелый шарик, прикрепленный к концу пружинки, в вязкую жидкость и раскачивает другой конец пружинки в вертикальном направлении с частотой  $\omega$ , в результате чего шарик совершает колебания по закону  $x = A \cos(\omega t + \phi)$ . При этом экспериментатор заметил, что 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  $K$ , 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.

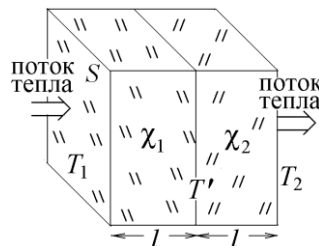


8. Три экспериментатора начали спорить о том, что происходит после нагревания газа с числом его молекул, величины скоростей которых отличаются от скорости  $v_1$  не более, чем на  $\Delta v = \pm 1$  м/с, где скорость  $v_1$  равна половине средней скорости молекул данного газа. Первый утверждает, что 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.

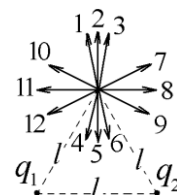


### 3 семестр

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

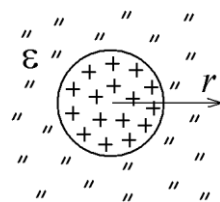


2. Укажите уравнение, выражающее теорему Гаусса в электростатике:

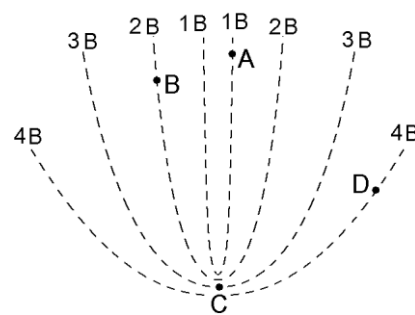
- а)  $\oint_S \vec{E} d\vec{S} = \frac{\sum q_i}{\epsilon \epsilon_0}$ ; б)  $\oint_l \vec{E} d\vec{l} = \frac{\sum q_i}{\epsilon \epsilon_0}$ ; в)  $\oint_S \vec{E} d\vec{S} = 0$ ; г)  $\oint_l \vec{E} d\vec{l} = 0$ ;

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;



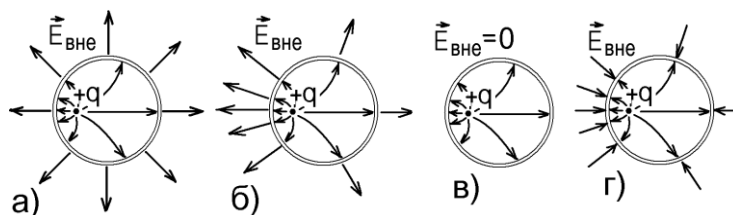
4. На рисунке показана картина эквипотенциальных линий электростатического поля и значения потенциала на них. Отмечены точки А, В, С и D. Изменение величины скорости



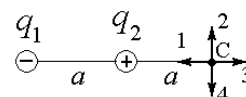
первоначально покоившейся заряженной частицы под действием электростатического поля имеет наибольшее значение при перемещении частицы:

- 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?



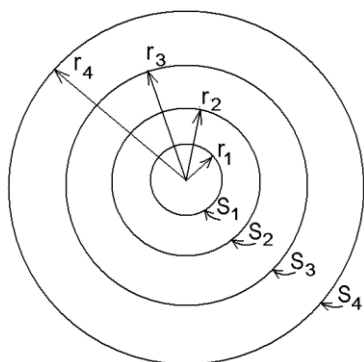
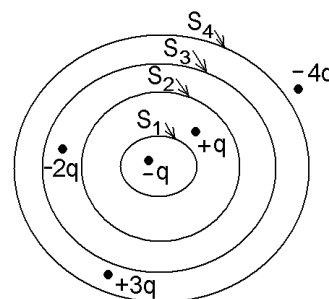
6. Электрическое поле создано точечными зарядами  $q_1$  и  $q_2$ . Если  $q_1 = -q$ ,  $q_2 = +q$ , а расстояние между зарядами и от  $q_2$  до точки C равно  $a$ , то вектор напряженности поля в точке C ориентирован в направлении ...



- а) 1; б) 2; в) 3; г) 4; д) равен 0

7. 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  $-2q/\epsilon_0$ :

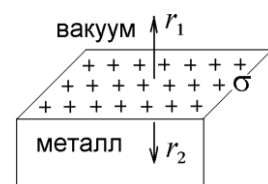
- а)  $S_1$ ; б)  $S_2$ ; в)  $S_3$ ; г)  $S_4$ ;



8. 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;

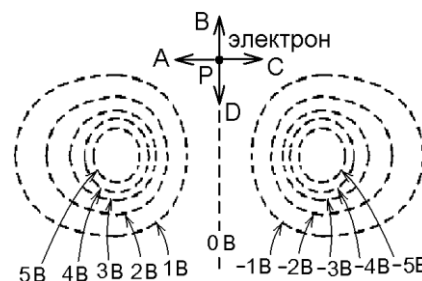
9. По очень протяженной (практически бесконечной) плоской поверхности очень толстой металлической пластины, фрагмент которой показан на рисунке, с одинаковой всюду поверхностной плотностью  $\sigma = \text{const}$  распределен положительный электрический заряд. На расстоянии  $r_1$  с одной стороны поверхности 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;

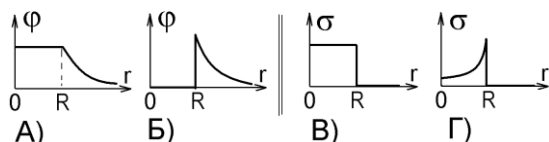
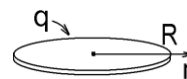
10. На рисунке показаны эквипотенциальные линии электростатического поля и значения потенциала на них. Свободный электрон, покоившийся первоначально в точке P, указанной на рисунке, начнет двигаться в направлении:

- а) A; б) B; в) C; г) D;



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

1. 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:

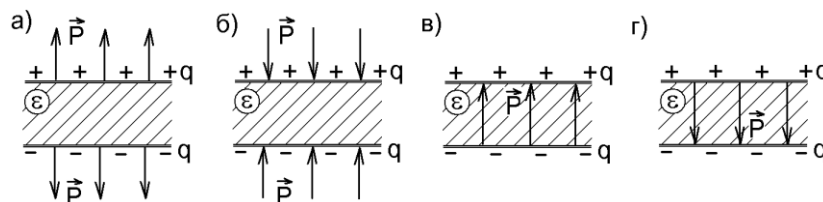
- а) А-В;      б) А-Г;      в) Б-В;      г) Б-Г;

2. 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:

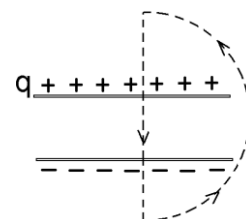


- а)  $+\frac{q}{4\pi\epsilon_0 R^2}$ ;    б)  $+\frac{q}{4\pi\epsilon\epsilon_0 R^2}$ ;    в)  $+\frac{q}{16\pi\epsilon_0 R^2}$ ;  
г)  $+\frac{q}{16\pi\epsilon\epsilon_0 R^2}$ ;    д) 0;    е)  $-\frac{q}{4\pi\epsilon_0 R^2}$ ;    ж)  $-\frac{q}{4\pi\epsilon\epsilon_0 R^2}$ ;    з)  $-\frac{q}{16\pi\epsilon_0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

3. 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  $\vec{P}$ :



4. 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):

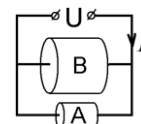


- а)  $\oint \vec{E} d\vec{r} > 0$ ;    б)  $\oint \vec{E} d\vec{r} < 0$ ;    в)  $\oint \vec{E} d\vec{r} = 0$ ;    г)  $\oint \vec{E} d\vec{r} = \infty$ ;  
д) недостаточно данных;

5. 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:

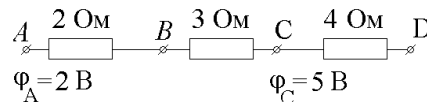
- а)  $j = \frac{\pi r^2 R E}{L}$ ;    б)  $j = \frac{\pi r^2 E}{R L}$ ;    в)  $j = \frac{E L}{\pi r^2 R}$ ;    г)  $j = \frac{\pi r^2 R}{E L}$ ;    д)  $j = \frac{L R}{\pi r^2 E}$ ;  
е) другой ответ;

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?



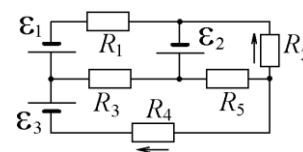
а)  $j_A < j_B$       б)  $j_A = j_B$       в)  $j_A > j_B$       г) исходя из рисунка, нельзя сказать определенно (надо знать точное соотношение между длиной и площадью цилиндра).

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...



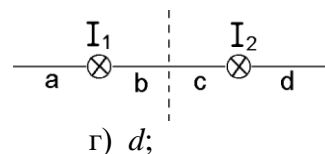
а)  $-4,2$  В;      б)  $7$  В;      в)  $-7$  В;      г)  $4,2$  В;

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.



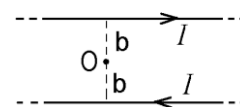
а)  $1$  А; справа налево;      б)  $1,5$  А; справа налево;      в)  $0,5$  А; справа налево;  
г)  $1$  А; слева направо;      д)  $1,5$  А; слева направо;      е)  $0,5$  А; справа налево;  
ж) ток равен нулю;

9. На рисунке изображены сечения двух параллельных прямолинейных длинных проводников с одинаправленными 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:

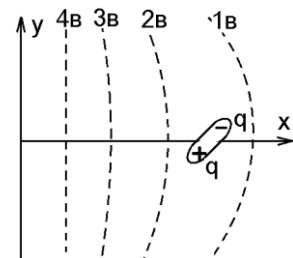


а)  $B = \frac{\mu_0 I}{4b}$ ;      б)  $B = \frac{\mu_0 I}{2b}$ ;      в)  $B = \frac{\mu_0 I}{b}$ ;      г)  $B = \frac{\mu_0 I}{4\pi b}$ ;      д)  $B = \frac{\mu_0 I}{2\pi b}$ ;      е)  $B = \frac{\mu_0 I}{\pi b}$ ;      ж)  $0$ ;

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

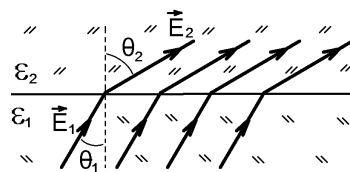
1. Потенциал электростатического поля на плоскости  $xy$  задан формулой  $\varphi = kxy$ , где  $k = 1 \text{ В/м}^2$ . Нарисуйте картину силовых линий электростатического поля в области  $x \geq 0, y \geq 0$ . Ответ обосновать и подтвердить формулами или законами физики.

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



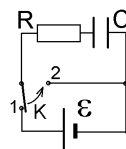
должна двигаться и по каким причинам. Ответ обосновать и подтвердить физическими законами и формулами формулами.

3. Линии напряженности  $\vec{E}$  электростатического поля могут менять направление на плоской границе двух идеальных диэлектрических сред с диэлектрическими проницаемостями  $\varepsilon_1$  и  $\varepsilon_2$ , 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.

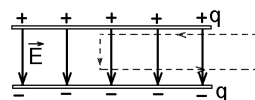


4. По тонкой бесконечно длинной цилиндрической поверхности радиуса  $R$  равномерно с поверхностной плотностью  $\sigma$  распределен электрический заряд. Другие заряды отсутствуют. Объясните, как найти зависимость потенциала электростатического поля  $\varphi$  от расстояния  $r$  до оси данной поверхности, 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  $0 \leq r < \infty$ .

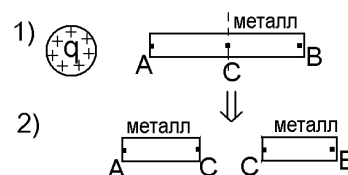
5. Ключ  $K$  переводят из положения “1” в положение “2”, замыкая обкладки зарядившегося от источника ЭДС  $\varepsilon$  конденсатора с ёмкостью  $C$  через сопротивление  $R$ . Как можно вычислить ток, текущий через конденсатор? Как этот ток будет зависеть от времени? Нарисуйте примерный график зависимости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



6. 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 теорему о циркуляции  $\vec{E}$ ? Если нет – то как правильно нарисовать линии  $\vec{E}$ ? Ответ обосновать и подтвердить формулами.



7. В эксперименте первоначально незаряженный металлический стержень  $ACB$  подносят к заряженному телу (1). После этого стержень разделяют на две части  $AC$  и  $CB$ , 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  $A$  и  $B$  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.



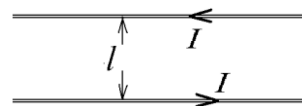
8. Между пластин плоского конденсатора, подключенного к источнику постоянной ЭДС  $\varepsilon$ , находился однородный диэлектрик с диэлектрической проницаемостью  $\varepsilon$ . При этом ёмкость такого заполненного конденсатора была равна  $C$ . Выскажите свое мнение о том, будет ли диэлектрик выталкиваться 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  $\varepsilon$ ,  $C$  и  $\varepsilon$ .

9. 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.

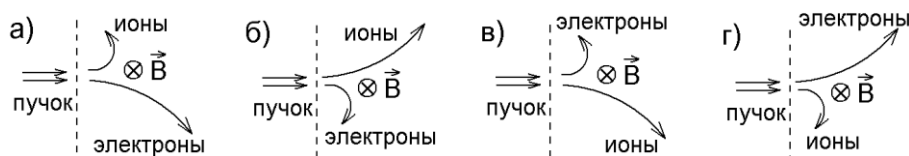


10. На гладкой горизонтальной поверхности рядом лежат два одинаковых витка с одинаковыми по величине и по направлению токами  $I$ . Выскажите своё мнение о том, как будут взаимодействовать друг с другом эти токи: действуют ли между ними силы притяжения? отталкивания? силы взаимодействия равны нулю? Ответ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

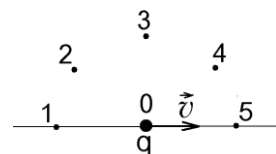


### Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ОПК-2 (контролируемый индикатор ОПК-2.1)

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

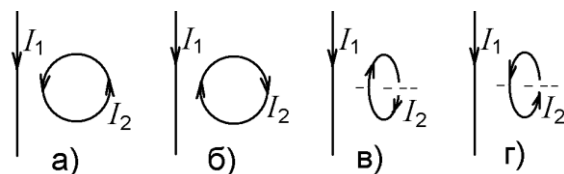


2. Нерелятивистская частица с электрическим зарядом  $q$  движется с постоянной скоростью  $v$  вдоль прямой линии. В какой из указанных на рисунке точек, находящихся на одинаковом расстоянии от точки 0 положения частицы, величина индукции созданного её движением магнитного поля будет иметь наименьшее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

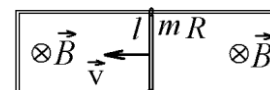
3. Рядом с бесконечным прямым проводником с током  $I_1$  расположен круговой виток с током  $I_2$ . Укажите правильное положение витка с током, в которое он будет поворачиваться под действием магнитных сил:



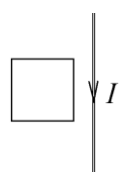
4. Какая из приведенных ниже формул выражает закон Фарадея для электромагнитной индукции?

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

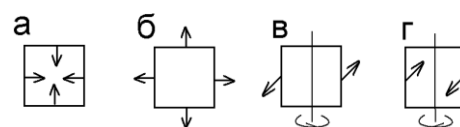
5. П-образная рамка расположена в горизонтальной плоскости, не имеет сопротивления и находится в постоянном однородном магнитном поле, линии индукции  $\vec{B}$  которого перпендикулярны к плоскости рамки и направлены за плоскость рисунка. По рамке без трения может двигаться поперечная перекладина с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



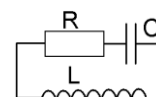
- а) уменьшается .... по часовой стрелке;      б) уменьшается ..... против часовой стрелки;  
 в) возрастает ..... по часовой стрелке;      г) возрастает ..... против часовой стрелки;  
 д) не изменяется ... по часовой стрелке;      е) не изменяется ..... против часовой стрелки;



6. 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.

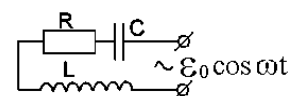


7. В электрическом колебательном контуре с индуктивностью  $L$ , ёмкостью  $C$  и резистором  $R$  происходят собственные затухающие электрические колебания с частотой  $\omega$  и с коэффициентом затухания  $\beta$ . Если величину ёмкости  $C$  увеличить при неизменных величинах  $R$  и  $L$ , то (выберите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



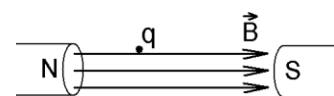
- а)  $\omega$  уменьшается,  $\beta$  не меняется;      б)  $\omega$  уменьшается,  $\beta$  растёт;      в)  $\omega$  растёт,  $\beta$  не меняется;  
 г)  $\omega$  не меняется,  $\beta$  уменьшается;      д)  $\omega$  растёт,  $\beta$  уменьшается;      е)  $\omega$  не меняется,  $\beta$  растёт;

8. 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)  $\sqrt{\left(\frac{1}{LC}\right)^2 - \left(\frac{R}{2L}\right)^2}$ ;

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



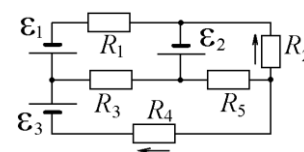
- а) возникает электрическое поле, силовые линии которого образуют круги с осью, совпадающей с осью электромагнита  
 б) возникает электрическое поле, силовые линии которого параллельны линиям  $\vec{B}$   
 в) возникает электрическое поле, силовые линии которого направлены по радиусам от оси электромагнита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

10. 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;

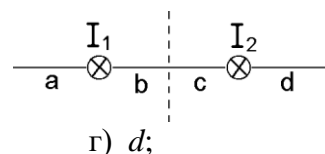
**Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ОПК-2 (контролируемый индикатор ОПК-2.2)**

1. В электрической схеме, показанной на рисунке,  $R_2 = R_3 = R_4 = 10 \text{ Ом}$ ,  $\varepsilon_1 = 10 \text{ В}$ ,  $\varepsilon_2 = 20 \text{ В}$ ,  $\varepsilon_3 = 30 \text{ В}$ . 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  $2 \text{ А}$  справа налево, а через резистор  $R_2$  протекает ток  $2 \text{ А}$  снизу вверх.



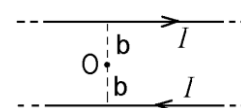
- а)  $1 \text{ А}$ ; справа налево;    б)  $1,5 \text{ А}$ ; справа налево;    в)  $0,5 \text{ А}$ ; справа налево;  
 г)  $1 \text{ А}$ ; слева направо;    д)  $1,5 \text{ А}$ ; слева направо;    е)  $0,5 \text{ А}$ ; справа налево;  
 ж) ток равен нулю;

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



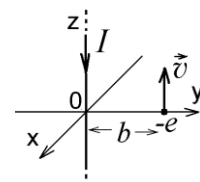
- а)  $a$ ;    б)  $b$ ;    в)  $c$ ;    г)  $d$ ;

3. 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  $O$  на одинаковых расстояниях  $b$  от обоих проводников:



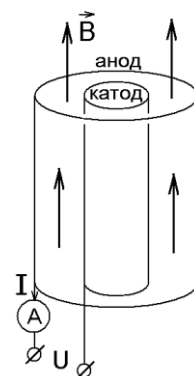
- а)  $B = \frac{\mu_0 I}{4b}$ ;    б)  $B = \frac{\mu_0 I}{2b}$ ;    в)  $B = \frac{\mu_0 I}{b}$ ;    г)  $B = \frac{\mu_0 I}{4\pi b}$ ;    д)  $B = \frac{\mu_0 I}{2\pi b}$ ;    е)  $B = \frac{\mu_0 I}{\pi b}$ ;    ж)  $0$ ;

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



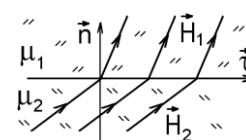
- а)  $F_y = \frac{\mu_0 e I v}{2b}$     б)  $F_y = -\frac{\mu_0 e I v}{2b}$     в)  $F_y = \frac{\mu_0 e I v}{2\pi b}$     г)  $F_y = -\frac{\mu_0 e I v}{2\pi b}$     д)  $F_y = 0$

5. 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  $B$ ;

6. 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 на-

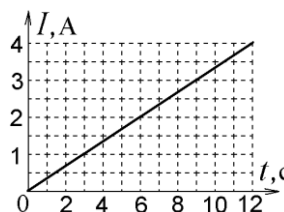


правление  $\mathbf{n}$  к границе с разных сторон от границы равны  $H_{1n}$  и  $H_{2n}$ . Токи проводимости на границе сред отсутствуют. Чему равна величина  $H_{2n}$ , если  $H_{1n} = 4$  А/м?

- 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

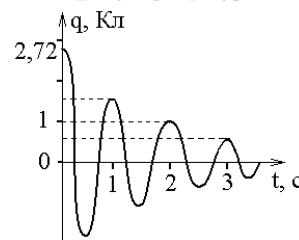
7. По замкнутому проводящему контуру течет ток, величина которого меняется со временем  $t$ , как показано на графике. Определите и укажите величину индуктивности контура, если возникающая в нем ЭДС самоиндукции имеет величину 2 В:

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

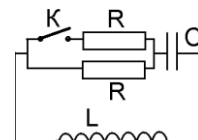


8. Для электрического колебательного контура изображен график собственных затухающих колебаний электрического заряда на конденсаторе, описываемый уравнением  $q(t) = A_0 e^{-t/\tau} \sin(\omega_1 t + \varphi)$  (см. рисунок). Определите величину логарифмического декремента затухания колебаний  $\theta$  (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;



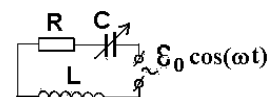
9. При разомкнутом ключе “К” циклическая частота собственных затухающих колебаний в контуре, изображенном на рисунке, определялась параметрами  $\omega_0 = 1/\sqrt{LC}$  и  $\beta = R/2L$ . Ключ “К” замкнули.



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)  $\sqrt{\omega_0^2 - \frac{\beta^2}{16}}$ ;

10. 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

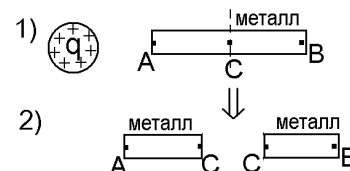


частотой  $\omega$ , что амплитуда падения напряжения на конденсаторе  $C$  достигает максимальной резонансной величины. Ёмкость  $C$  переменного конденсатора увеличили в 2 раза. Что надо сделать с параметрами контура, чтобы резонансное увеличение амплитуды падения напряжения на конденсаторе по-прежнему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

### Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ОПК-2 (контролируемый индикатор ОПК-2.3)

1. 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

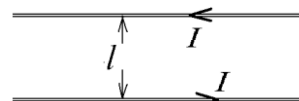


быть разность потенциалов  $\varphi_A - \varphi_B$  в точках А и В на концах стержня до разделения (верхний рисунок) и после разделения и перемещения (нижний рисунок). Определите причины возможного изменения величины  $\varphi_A - \varphi_B$  или отсутствия этого изменения. Ответ обоснуйте физическими законами и принципами.

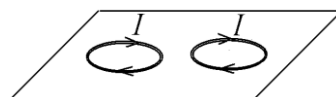
2. Между пластин плоского конденсатора, подключенного к источнику постоянной ЭДС  $\mathcal{E}$ , находился однородный диэлектрик с диэлектрической проницаемостью  $\epsilon$ . При этом ёмкость такого заполненного конденсатора была равна  $C$ . Выскажите свое мнение о том, будет ли диэлектрик выталкиваться 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  $\epsilon$ .



3. 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.

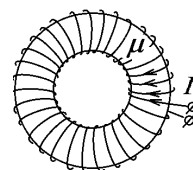


4. На гладкой горизонтальной поверхности рядом лежат два одинаковых витка с одинаковыми по величине и по направлению токами  $I$ . Выскажите свое мнение о том, как будут взаимодействовать друг с другом эти токи: действуют ли между ними силы притяжения? отталкивания? силы взаимодействия равны нулю? Ответ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

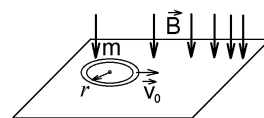


5. По центральной жиле радиуса  $a$  прямого коаксиального кабеля течёт ток  $I$ . такой же ток  $I$  течет по внешнему цилиндрическому слою (“стакану”) радиуса  $b$  навстречу. Нарисуйте график зависимости напряженности поля  $\vec{H}$ , созданного этими токами, от расстояния  $r$  до оси кабеля. Ответ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

6. 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.

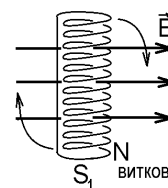


7. Перпендикулярно гладкой горизонтальной плоскости создано перпендикулярно направленное неоднородное магнитное поле с индукцией  $\vec{B}$ , величина которой возрастает, как показано на рисунке. Экспериментатор толкнул железное кольцо с радиусом  $r$  и с массой  $m$  в область более сильного поля с начальной скоростью  $\vec{v}_0$ , чтобы выяснить, что произойдет с движением кольца в дальнейшем. Его интересует, что будет дальше происходить со скоро-

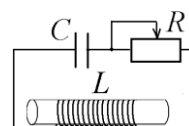


стью кольца: будет она возрастать, уменьшаться или не изменится и будет ли при этом выделяться тепло, если трение кольца о плоскость отсутствует. Изложите свое мнение о том, что будет происходить с кольцом при движении и обоснуйте свои выводы с помощью физических законов, принципов и формул.

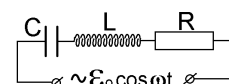
8. Замкнутую накоротко катушку-соленоид из  $N$  витков с сопротивлением  $R$  и с площадью одного витка  $S_1$ , ось которой первоначально была направлена перпендикулярно линиям индукции  $\vec{B}$  постоянного магнитного поля (см. рисунок), поворачивают так, что ось катушки становится параллельной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



9. 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  $R$ .



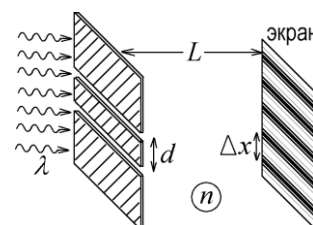
10. В цепь электрического колебательного контура включена внешняя переменная ЭДС с циклической частотой  $\omega$ . Меняя эту частоту, определили, что максимальная величина амплитуды напряжения на конденсаторе  $C$  получается, когда  $\omega = \omega_1$ , а максимальная амплитуда тока в цепи – при  $\omega = \omega_2$ , 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 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 пре-



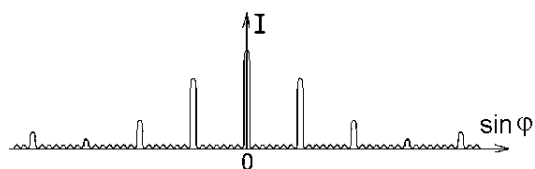
ломления  $n_c = 1,5$ . Интерференционный максимум для отраженного от мыльной пленки света наблюдается в том случае, когда длина волны  $\lambda$  падающего света равна (укажите правильный ответ, если  $m = 1, 2, 3, 4, \dots$ ).

- 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

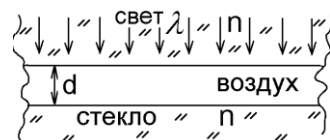
6. На тонкую пленку из прозрачного материала с показателем преломления  $n$ , находящуюся в воздухе, падает сверху белый свет.



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;

7. Монохроматический свет с длиной волны  $\lambda$  распространяется в стекле с показателем преломления  $n = 1,5$  и падает нормально на

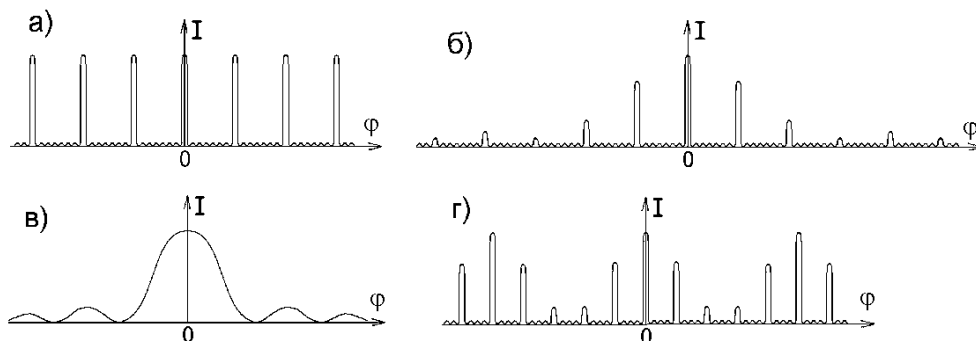


**тонкую воздушную** прорезь-прослойку толщины  $d$ . Условием интерференционного максимума для отраженного от прорези света будет (выберите правильный ответ, если  $m$  – целое число).

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)  $2dn = (m + 1/2)\lambda$ ;

8. 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):



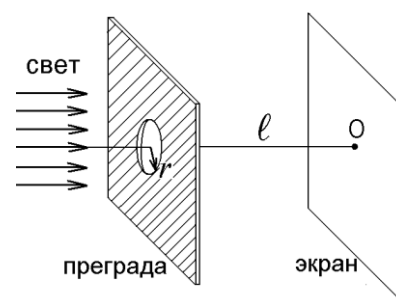
9. На дифракционную решетку падает белый свет со всеми длинами волн. На экране, расположенном за дифракционной решеткой, вблизи центра  $O$  интерференционной картины наблюдаются максимумы освещенности (спектры  $m$ -го порядка). С увеличением порядка спектра  $m$  (выберите правильное утверждение):

- а) его ширина растет, 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

10. 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):

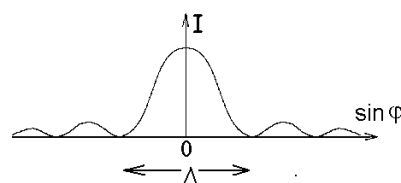
а)  $\frac{r^2}{\lambda(m + 1/2)}$ ;   б)  $\frac{r^2}{2m\lambda}$ ;   в)  $\frac{(2m + 1)r^2}{\lambda}$ ;   г)  $\frac{2mr^2}{\lambda}$ ;   д)

$\frac{r^2}{(2m + 1)\lambda}$ ;   е)  $\frac{(m + 1/2)r^2}{\lambda}$ ;



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

1. 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

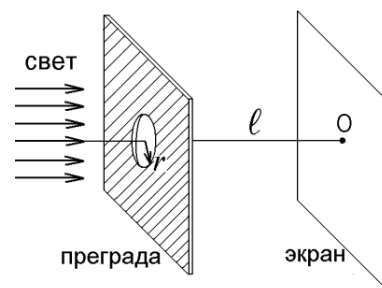




ширину прорези уменьшить в 2 раза, а длину волны падающего света уменьшить в 2 раза (укажите правильный ответ):

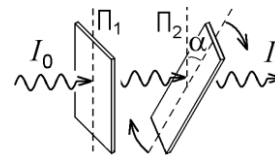
- а) увеличится в 4 раза; б) увеличится в 2 раза; в) не изменится; г) уменьшится в 2 раза; д) уменьшится в 4 раза;

2. 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  $O$  экрана на оси отверстия наблюдается дифракционный минимум освещенности (см. рисунок). Для того, чтобы при том же расстоянии  $l$  в точке  $O$  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;

3. 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:

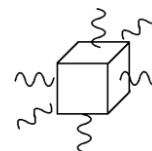


- а)  $0 \leq I \leq I_0$ ; б)  $0 \leq I \leq \frac{I_0}{4}$ ; в)  $0 \leq I \leq \frac{I_0}{2}$ ; г)  $0 \leq I \leq \frac{3I_0}{4}$ ; д) другой ответ;

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

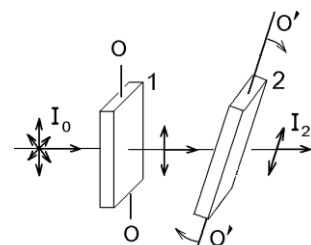
- а) всегда черный при любых условиях; б) меняется от красного к желтому при нагревании до больших температур; в) меняется от красного к желтому при охлаждении тела, нагретого до большой температуры; г) абсолютно черное тело не имеет цвета;

5. 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?



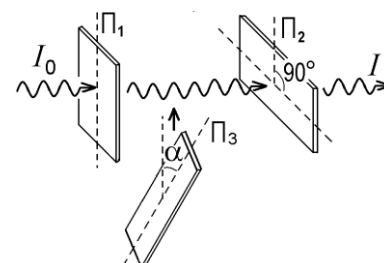
- а) уменьшилась в 16 раз; б) уменьшилась в 8 раз; в) уменьшилась в 4 раза; г) уменьшилась в 2 раза; д) не изменилась; е) увеличилась в 2 раза; ж) увеличилась в 4 раза; з) увеличилась в 8 раз; и) увеличилась в 16 раз;

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 пропуска-



ния 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):

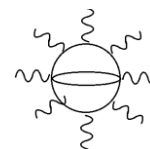
- а)  $I$ ; б)  $\sqrt{2}I$ ; в)  $2I$ ; г)  $2\sqrt{2}I$ ; д)  $8I$ ; е)  $8\sqrt{2}I$ ; ж)  $16I$ ; з) другой ответ;

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:

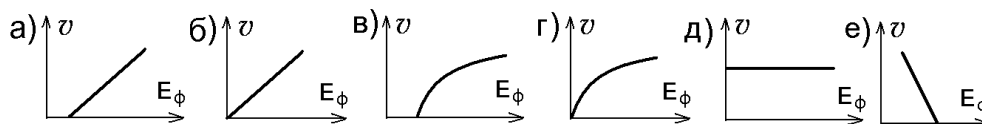
- а) уменьшилась в 16 раз; б) уменьшилась в 4 раза; в) уменьшилась в 2 раза;  
г) уменьшилась в 1,41 раз; д) не изменилась; е) увеличилась в 1,41 раз;  
ж) увеличилась в 2 раза; з) увеличилась в 4 раза; и) увеличилась в 16 раз;

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;



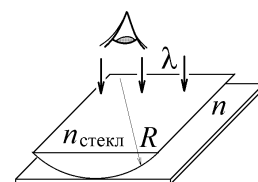
10. Выберите правильный график зависимости максимально возможной величины скорости  $v$  выбитого из металла электрона от величины энергии  $E_\phi$  падающего на металл фотона при фотоэффекте:



### Перечень контрольных заданий и вопросов для оценки сформированности компетенции ОПК-1 (контролируемый индикатор 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.

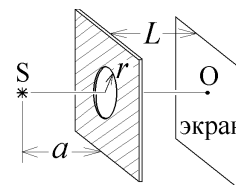
2. На стеклянной пластинке с показателем преломления стекла  $n_{\text{стекл}}$  лежит цилиндрическая плоско-выпуклая линза из такого же стекла. На линзу сверху нормально падает свет с длиной волны  $\lambda$  (см. рисунок). Пространство между линзой и пластинкой заполнено средой с показателем преломления  $n$ . Интерференционная картина наблюдается в отраженном свете с помощью микроскопа. С помощью законов физики объ-



ясните, 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.

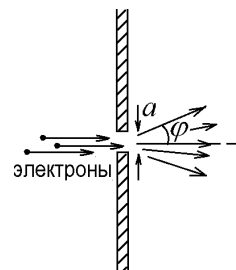
4. Точечный источник  $S$  монохроматического света с длиной волны  $\lambda$  находится на расстоянии  $a$  от непрозрачной плоской преграды с прорезанным в ней круглым отверстием радиуса  $r$ , а параллельный экран закреплен на расстоянии  $L$  за преградой, причем  $r < \sqrt{\lambda L}$ . При изменении 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 освещенность в точке  $O$  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.



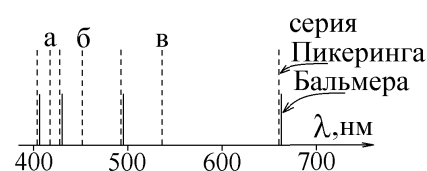
5. Два одинаковых поляроида (это тонкая прозрачная пленка-поляризатор, пропускающая плоскополяризованный свет) расположены так, что не пропускают падающий на них луч естественного солнечного света с интенсивностью  $I_0$ , и расположенный за поляроидами детектор не фиксирует света. Выскажите свое мнение о том, можно ли, не дотрагиваясь до этих поляроидов, поместить между ними третий поляризатор 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. 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.

7. 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  $\varphi_n$ ? Изложите свое мнение о том, какие физические законы и принципы надо использовать, чтобы найти данные углы. Приведите схему расчета и полученные формулы для углов  $\varphi_n$ . Ответ обосновать.

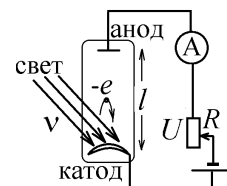


8. На рисунке показан участок спектра излучения возбужденных атомов водорода (сплошные линии из серии Бальмера) и однократно ионизированных атомов гелия (штриховые линии из серии Пикеринга). Видно, что часть спектральных линий из этих серий практически совпадают, но между ли-



ниями 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”. Учтеть, что серия Пикеринга соответствует переходам  $n \rightarrow n' = 4$  на 4-ю боровскую орбиту. Ответ обосновать.

9. 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



10. 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.



### Перечень контрольных заданий и вопросов для оценки сформированности компетенции ОПК-2 (контролируемый индикатор ОПК-2.1)

1. 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)  $m = \frac{\hbar^2\psi(x)}{2(U(x) - E) \cdot d^2\psi(x)/dx^2}$ ;

2. 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;

3. 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):

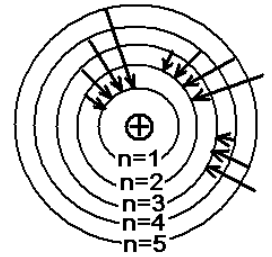
а)  $\left(\frac{r_2}{r_1}\right)^6$ ;    б)  $\left(\frac{r_2}{r_1}\right)^4$ ;    в)  $\left(\frac{r_2}{r_1}\right)^2$ ;    г) 1;    д)  $\left(\frac{r_1}{r_2}\right)^2$ ;    е)  $\left(\frac{r_1}{r_2}\right)^4$ ;    ж)  $\left(\frac{r_1}{r_2}\right)^6$ ;

з) нет правильного ответа;

4. Если радиус  $n$ -й боровской электронной орбиты в одноэлектронном атоме равен четырем радиусам первой боровской 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;

5. 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:

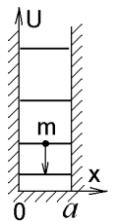
а)  $n=3 \rightarrow n=2$ ;    б)  $n=5 \rightarrow n=1$ ;    в)  $n=4 \rightarrow n=3$ ;    г)  $n=5 \rightarrow n=2$ ;

д)  $n=2 \rightarrow n=1$ ;    е)  $n=5 \rightarrow n=3$ ;

6. 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 переходу  $n = \infty \rightarrow n' = 2$  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;

7. 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)  $\frac{4\pi^2 \hbar}{\omega L^2}$ ;

8. 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;

9. 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;

10. 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;

### Перечень контрольных заданий и вопросов для оценки сформированности компетенции ОПК-2 (контролируемый индикатор ОПК-2.2)

1. 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):

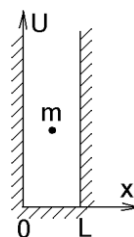
а) 4; б) 1,5; в) 3; г) 2; д) 8; е) 2,25; ж) 4,5; з) 9; и) другой ответ;

2. 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 значений 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)  $\frac{12\pi^2 \hbar^2}{2mL^2}$



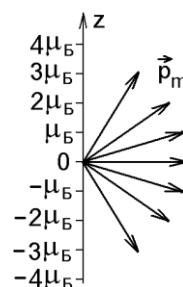
3. Укажите правильную величину отношения  $E_3/E_1$  энергии третьего возбужденного состояния некоторого одномерного квантового гармонического осциллятора к энергии первого возбужденного состояния этого осциллятора:

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;

4. 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)  $\frac{1}{2} \sqrt{\frac{m}{k}}$ ;

5. На рисунке указаны все возможные ориентации вектора орбитального магнитного момента электрона, находящегося в одной из электронных подболочек 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)  $\sqrt{30}\mu_B/2$ ;

6. 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;

7. 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)  $\frac{12}{5}$ ;

8. 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;

9. 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)?

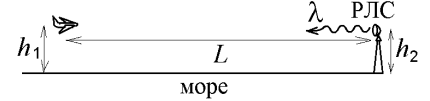
а) 1 с; б) 2 с; в) 3 с; г) 4 с; д) 5 с; е) 6 с; ж) 7 с; з) 8 с; и) другой ответ;

10. 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 вопросов для оценки сформированности компетенции ОПК-2 (контролируемый индикатор ОПК-2.3)

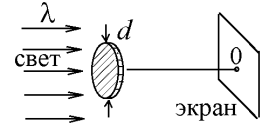
1. В американских университетах для иллюстрации волновых свойств электромагнитных волн студентам предлагают следующий пример: “Когда авиация союзных войск летела на большом удалении  $L$  от берега над поверхностью моря на определенной высоте  $h_1$ , то радиолокационные станции (РЛС) германских войск, 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 ка-



кой должны лететь самолеты. Выскажите также своё мнение о подобной ситуации и приведите обоснованные аргументы о её невозможности.

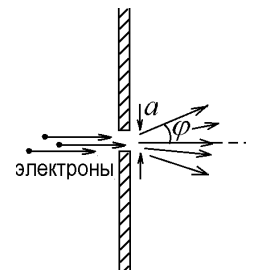
2. Докажите, что создаваемые дифракционной решеткой спектры второго и третьего порядков в случае белого света всегда перекрываются.

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.

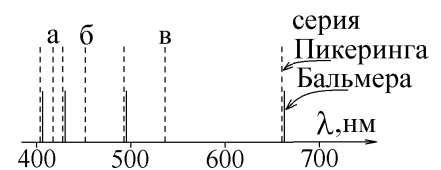


4. На  $1 \text{ м}^2$  земной поверхности в районе экватора каждую секунду падает  $\sim 1,37 \text{ кДж}$  солнечного излучения (солнечная постоянная). Выявите принципы, позволяющие оценить среднюю температуру Земли и изложите свое мнение о том, что произошло бы со средней температурой Земли при увеличении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

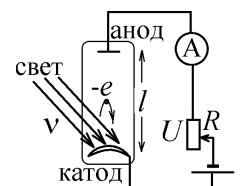
5. Определите, по какой причине ускоренные большой разностью потенциалов  $\Delta\phi$  электроны, пролетая через узкую щель ширины  $a$  в узком непрозрачном препятствии, могут рассеиваются в разных направлениях под разными углами, но не могут лететь за щелью под отдельными углами  $\phi_n$ ? Изложите 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.



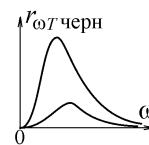
7. При подаче на анод вакуумного фотоэлемента обратного напряжения наиболее быстрые электроны, выбитые из катода фотонами монохроматического ультрафиолетового излучения с частотой  $\nu$ , пролетают только половину расстояния  $l$  между катодом и анодом, поворачивая назад (см. рисунок). Используя законы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





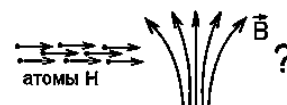
тоту падающего излучения, чтобы электроны долетали до анода и амперметр начал фиксировать фототок. Ответ обосновать

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.



#### **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.