

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

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

Институт Естественно-научный институт  
Кафедра физики

Утверждено на заседании кафедры  
физики  
«30» августа 2019 г., 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 бакалавриата**

по направлению подготовки

**15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств**

с направленностью (профилем)

**Автоматизация технологических процессов и производств  
в машиностроении**

Форма обучения: заочная

Идентификационный номер образовательной программы: 150304-02-20

Тула 2020 год

**ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ**  
**рабочей программы дисциплины (модуля)**

**Разработчик(и):**

Кажарская С.Е., доц. каф. физики

(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.

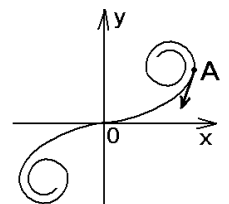
## 2. Оценочные средства (оценочные материалы) для проведения текущего контроля успеваемости обучающихся по дисциплине (модулю)

### 3 семестр

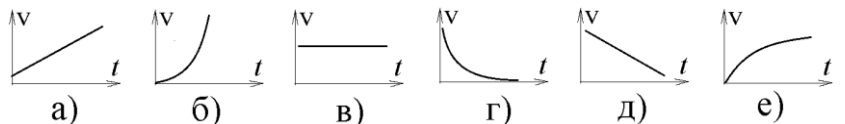
#### Перечень контрольных заданий и вопросов для оценки сформированности компетенции ОПК-1

1. На рисунке изображена плоская кривая, называемая клотоидой (спиралью Корню). Точка А движется вдоль этой кривой в направлении, указанном стрелкой, с постоянной по величине скоростью. При этом величина её полного ускорения:

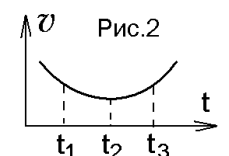
а) равна нулю; б) постоянна и не равна нулю; в) увеличивается; г) уменьшается;



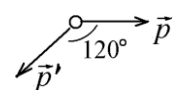
2. Частица движется по криволинейной траектории с постоянным по величине (модулю) нормальным ускорением. При этом оказывается, что радиус кривизны траектории в месте нахождения частицы возрастает со временем  $t$  по следующему закону:  $R(t) = \text{const} \cdot t^2$ . Укажите правильный график зависимости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



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

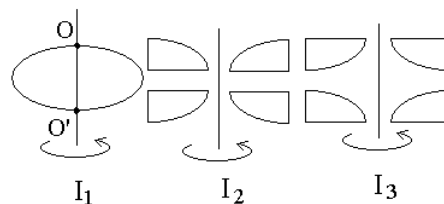


4. На тело, имевшее импульс  $\vec{p}$  в течение очень короткого времени  $\Delta t$  действовала сила большая сила  $\vec{F}$ . После окончания действия силы тело летит под углом  $120^\circ$  к направлению первоначального движения с импульсом, величина которого равна величине первоначального импульса 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)  $2p$ ;

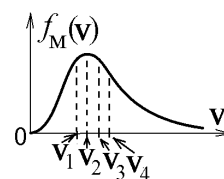
5. Из жести вырезали три одинаковые детали в виде эллипса. Две детали разрезали на четыре одинаковые части. Затем все части отодвинули друг от друга на одинаковое расстояние и расставили симметрично относительно оси  $OO'$  (см. рис.). Выберите правильное соотношение между моментами инерции этих деталей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



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

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

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

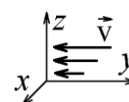


- равно:      а)  $\sqrt{\frac{3\pi^2}{32}}$ ;      б)  $\sqrt{\frac{8}{\pi}}$ ;      в)  $\sqrt{\frac{3\pi^2}{64}}$ ;      г)  $\sqrt{\frac{16}{9\pi}}$ ;      д)  $\sqrt{\frac{3\pi}{16}}$ ;      е)  $\sqrt{\frac{6}{\pi}}$ ;  
ж)  $\sqrt{\frac{8}{9\pi}}$ ;      з)  $\sqrt{\frac{8\pi}{3}}$ ;      и) другой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

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

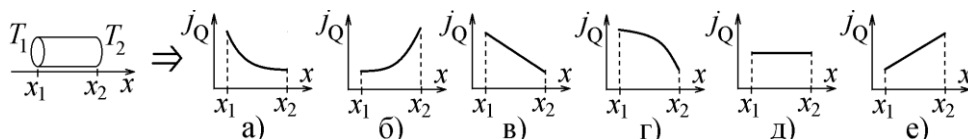
- а) увеличилась в 4 раза;      б) увеличилась в 2 раза;      в) практически не изменилась;  
г) уменьшилась в 2 раза;      д) уменьшилась в 4 раза;

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



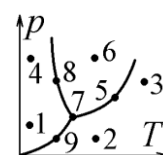
- а) вдоль оси  $x$ ;      б) против оси  $x$ ;      в) вдоль оси  $y$ ;      г) против оси  $y$ ;      д) вдоль оси  $z$ ;  
е) против оси  $z$ ;      ж) другой ответ;

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



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

5. На рисунке приведена диаграмма состояний вещества  $\text{H}_2\text{O}$  с кривыми раздела твердой, жидкой и газообразной фаз. Какая точка (или точки) на диаграмме соответствует состоянию кипящей воды?



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

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

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

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



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

з) такое движение невозможно;

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

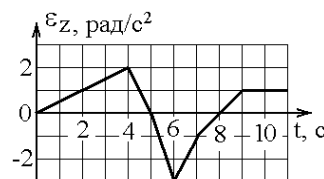
а) при  $t = \frac{B}{A}$ ; б) при  $t = \frac{2A}{B}$ ;  
в) при  $t = \sqrt{B^2 - 4AC}$ ; г) при  $t = \frac{A}{2B}$ ; д) при  $t = \frac{B}{2A}$ ; е) при  $t = 0$ ;

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

4. Частица движется вдоль окружности с радиусом 1 м в соответствии с уравнением  $\varphi(t) = 2\pi(t^3 - 24t^2 + 24t - 12)$ , где  $\varphi$  – угол в радианах,  $t$  – время в секундах. Величина тангенциального (касательного к траектории) ускорения частицы равна нулю в момент времени (в секундах), равный:

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

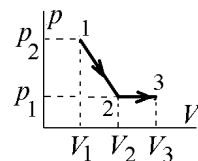
5. Диск радиуса  $R$  начинает вращаться из состояния покоя в горизонтальной плоскости вокруг оси  $z$ , проходящей перпендикулярно его плоскости через его центр. Зависимость проекции углового ускорения от времени показана на графике. В какой момент времени величина (модуль) тангенциального ускорения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



а) 11 с; б) 6 с; в) 5 с; г) 4 с;

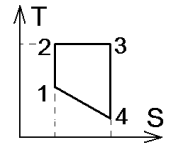
### Перечень контрольных заданий и вопросов для оценки сформированности компетенции ОПК-1

1. 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;

2. 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:

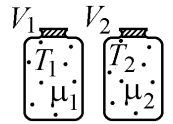


- а) 12, 23 – поступает; 34, 41 – отдается;  
 б) 12, 23, 41 – поступает; 34 – отдается;  
 в) 12, 41 – поступает; 34 – отдается; г) 23 – поступает; 41 – отдается;

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

4. 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?



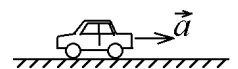
- а) 256; б) 16; в) 4; г) 2; д) 1; е) 1/2; ж) 1/4; з) 1/16; и) 1/256;  
 к) другой ответ;

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

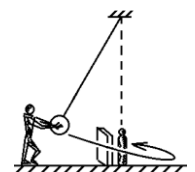
- а) увеличилась в 4 раза; б) увеличилась в 2 раза; в) практически не изменилась;  
 г) уменьшилась в 2 раза; д) уменьшилась в 4 раза.

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

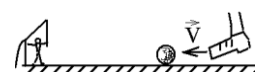
1. Стоявшая автомашина начинает двигаться с ускорением  $\vec{a}$ . Первый наблюдатель считает, что причиной этого является трение колес о поверхность дороги, поскольку других сил, тянущих автомобиль вперед нет. Второй уверен в том, что трение может только затормозить движение автомобиля, но никак не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



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



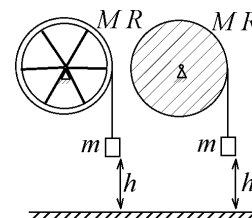
3. Футболист бьёт пенальти. В момент удара нога футболиста имеет скорость  $v$ , а масса бьющей по мячу ноги во много раз больше массы мяча.



Предложите способ, позволяющий с помощью законов механики найти скорость мяча после удара и найдите эту скорость.

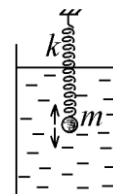
4. Имеется металлический стержень, который можно подвесить за крючок на конце. Линейки под рукой нет, но имеются часы. Предложите процедуру определения длины стержня с помощью имеющихся часов. Обоснуйте предложенную процедуру формулами, позволяющими вычислить требуемую длину стержня.

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

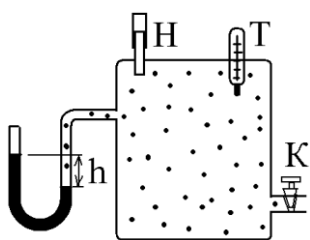


### Перечень контрольных заданий и вопросов для оценки сформированности компетенции ОПК-1

1. 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.



2. 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  $p - V$ .



3. 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  $\Delta p = \rho_{\text{ж}}gh$  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.

4. 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

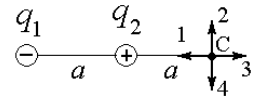
поверхность воды. Выскажите свое суждение о том, какие физические законы приводят к этому результату. Изменение каких величин в этих законах надо принять во внимание и почему?

5. 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.

#### 4 семестр

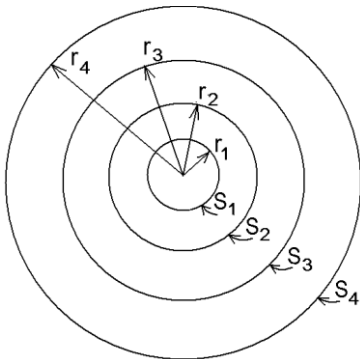
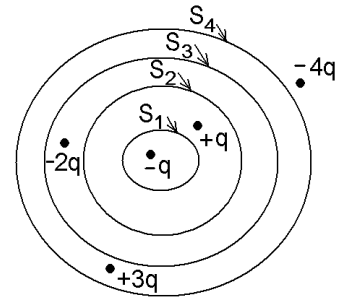
#### Перечень контрольных заданий и вопросов для оценки сформированности компетенции ОПК-1

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)  $S_4$ ;

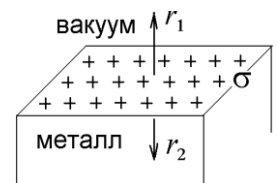


3. В среде, заряженной равномерно с плотностью электрического заряда  $2 \text{ Кл/м}^3$ , проведены четыре сферические замкнутые поверхности  $S_1$ ,  $S_2$ ,  $S_3$  и  $S_4$  с общим центром и с радиусами  $r_1 = 1 \text{ м}$ ,  $r_2 = 2 \text{ м}$ ,  $r_3 = 3 \text{ м}$  и  $r_4 = 4 \text{ м}$  соответственно.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

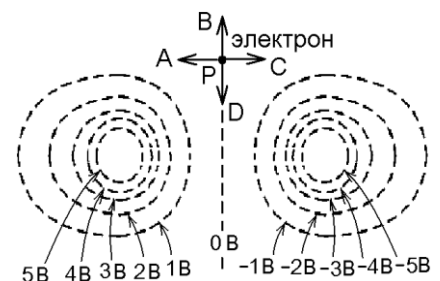
а) 1; б) 4; в) 16; г) 64;

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,

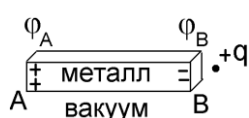




занной на рисунке, начнет двигаться в направлении:

- а) А; б) В; в) С; г) D;

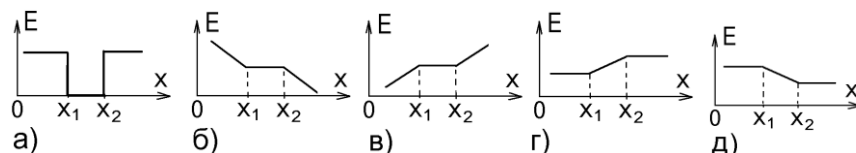
### Перечень контрольных заданий и вопросов для оценки сформированности компетенции ОПК-1



1. 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:

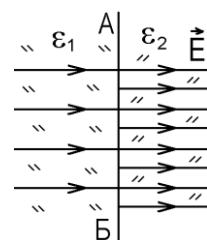
- а)  $\varphi_A < \varphi_B$  б)  $\varphi_A > \varphi_B$  в)  $\varphi_A = \varphi_B$  г) все индуцированные заряды имеют один знак

2. 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  $x$ :

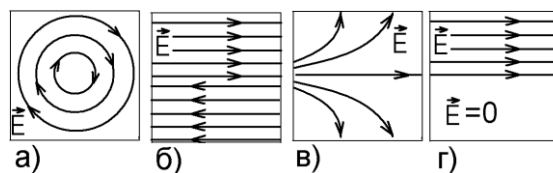


3. Число силовых линий электростатического поля, показанных на рисунке, пропорционально величине напряжённости  $E$  этого поля. Линии  $E$  перпендикулярны к плоской границе АБ раздела двух однородных диэлектрических сред с диэлектрическими проницаемостями  $\epsilon_1$  и  $\epsilon_2$ . Согласно рисунку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

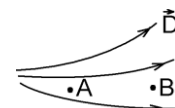


4. На рисунках приведены картины силовых линий для фрагментов некоторых электрических полей. Какой из приведенных фрагментов может соответствовать электростатическому полю (использовать теорему о циркуляции):



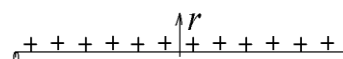
5. На рисунке показаны линии вектора  $D$  электрической индукции электростатического поля в однородной среде. Укажите верное соотношение между плотностью энергии  $w$  такого поля в точках А и В:

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



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

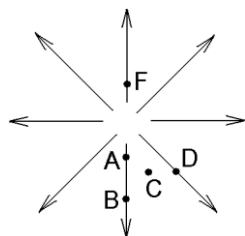
1. По бесконечно длинному и очень тонкому цилиндрическому прямому проводу с одинаковой во всех точках плотностью



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

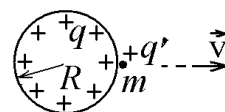
а)  $E/4$ ; б)  $E/2$ ; в)  $2E$ ; г)  $4E$ ;

д) для бесконечного провода напряженность одинакова на любом удалении  $r$  и равна  $E$ ;



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

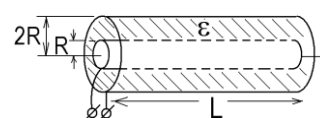
3. Вблизи поверхности закрепленного неподвижного шара, по поверхности которого равномерно распределен электрический заряд  $+q$ , первоначально покоилась свободная частица с массой  $m$  и с положительным зарядом. Удалившись под действием электрических сил со стороны шара на бесконечное расстояние, частица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



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

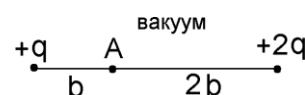
ж) другой ответ;

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



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

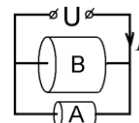
5. Электростатическое поле создано двумя одинаковыми по знаку зарядами  $+q$  и  $+2q$ . Укажите формулу, по которой следует вычислить плотность энергии такого поля в точке А, находящейся на расстоянии  $b$  от заряда  $+q$  на расстоянии  $2b$  от заряда  $+2q$  (см. рисунок):



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

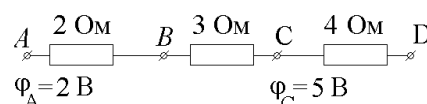
### Перечень контрольных заданий и вопросов для оценки сформированности компетенции ОПК-1 (контролируемый индикатор достижения компетенции ОПК-1.2)

1. 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).

2. 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;

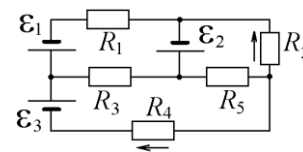
3. В электрической схеме, показанной на рисунке,

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

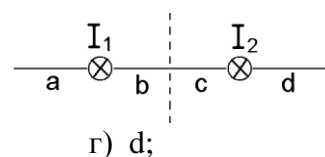
сопротивления источников тока равны нулю. Найдите подходящий замкнутый контур цепи и определите направление и силу тока,

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.

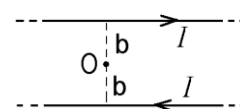
- а)  $1$  А; справа налево; б)  $1,5$  А; справа налево; в)  $0,5$  А; справа налево;  
г)  $1$  А; слева направо; д)  $1,5$  А; слева направо; е)  $0,5$  А; справа налево;  
ж) ток равен нулю;



4. 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) а; б) б; в) в; г) д;



5. 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:

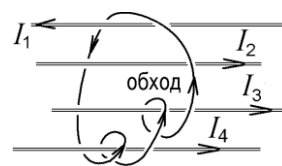


- а)  $B = \frac{\mu_0 I}{4b}$ ; б)  $B = \frac{\mu_0 I}{2b}$ ; в)  $B = \frac{\mu_0 I}{b}$ ; г)  $B = \frac{\mu_0 I}{4\pi b}$ ; д)  $B = \frac{\mu_0 I}{2\pi b}$ ; е)  $B = \frac{\mu_0 I}{\pi b}$ ; ж)  $0$ ;

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

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

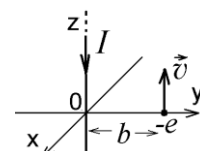
$$\oint \vec{B} d\vec{l} / \mu_0 :$$



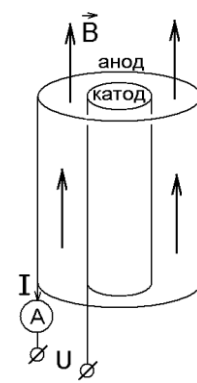
- а)  $I_1 - I_2 - I_3 - I_4$  б)  $-I_1 + I_2 + I_3 + I_4$  в)  $I_1 - I_2 - 2I_3 - 2I_4$  г)  $-I_1 + I_2 + 2I_3 + 2I_4$  д)  $I_1 + I_2 + 2I_3 + 2I_4$  е)  $-I_1 - I_2 - 2I_3 - 2I_4$

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)  $F_y = 0$



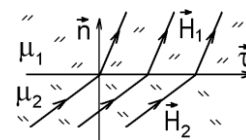
3. В пространстве между коаксиальными длинными цилиндрическими катодом и анодом создано однородное магнитное поле  $\vec{B}$ , параллельное их оси. Между анодом и катодом приложено прямое напряжение  $U$ , приводящее к



появлению анодного тока  $I$  в цепи. Выберите правильное утверждение:

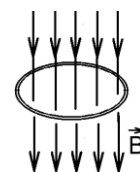
- а) величина тока  $I$  одинакова при любых значениях индукции магнитного поля  $B$ ;
- б) с уменьшением величины индукции магнитного поля  $B$  величина тока  $I$  монотонно уменьшается;
- в) с ростом величины индукции магнитного поля  $B$  величина тока  $I$  неограниченно возрастает;
- г) величина 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 напряженности  $\vec{H}$  магнитного поля на плоской границе двух однородных магнетиков с магнитными проницаемостями  $\mu_1 = 3$  и  $\mu_2 = 2$ . Проекция этого вектора на нормальное направление  $\vec{n}$  к границе с разных сторон от границы равны  $H_{1n}$  и  $H_{2n}$ . Токи проводимости на границе 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):

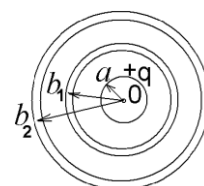


- а)  $I = C_1 - C_2 \cdot t$ , по часовой стрелке;      б)  $I = C_1 - C_2 \cdot t$ , против часовой стрелки;
- в)  $I = C_1$ , по часовой стрелке;      г)  $I = C_1$ , против часовой стрелки;
- д)  $I = C_1 \cdot t$ , по часовой стрелке;      е)  $I = C_1 \cdot t$ , против часовой стрелки;

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

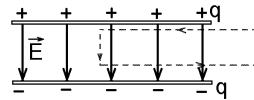
1. Свободная полярная молекула оказалась во внешнем однородном электрическом поле, силовые линии которого перпендикулярны оси  $z$ , и повернулась так, что её электрический дипольный момент принял выражение  $\vec{p}_e = -ip_0 + jp_0$ , где  $p_0$  – положительная константа, а  $\vec{i}$  и  $\vec{j}$  – орты декартовой системы координат. Объясните, как будут направлены силовые линии (линии напряженности  $\vec{E}$ ), нарисуйте эти линии на плоскости  $xy$ , укажите их направление и запишите выражение для потенциала данного поля как функции координат. Напряженность поля имеет величину  $E_0$ .

2. На уединенный металлический шар радиуса  $a$  помещен положительный заряд  $+q$ . Шар окружают двумя первоначально незаряженными тонкими металлическими сферами с радиусами  $b_1$  и  $b_2$ . Между всеми проводниками и снаружи внешней сферы – вакуум. Первый экспериментатор утверждает, что замкнутая металлическая поверхность экранирует электростатическое поле, и поэтому вне первой, а тем более вне второй сферы (при  $r > b_2$ ) поле отсутствует. Второй экспериментатор не согласен с ним, и считает, что величины потенциала и напряженности электростатического поля во всех точках вне металла совпадают с величинами для поля то-

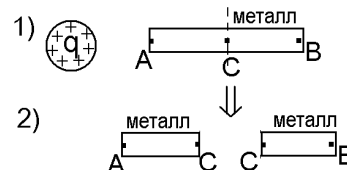


ческого заряда  $q$ , а в центре шара  $O$  и напряженность и потенциал равны нулю. Выскажите свое мнение о том, кто из них прав. Если они оба не правы, то предложите своё представление о том, каким должно быть поле в указанном на рисунке случае. Нарисуйте картину силовых линий поля и укажите величину 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  $ACB$  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.



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  $\epsilon$ .



#### 4 семестр

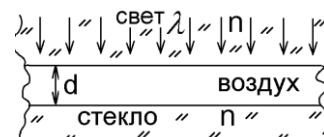
#### Перечень контрольных заданий и вопросов для оценки сформированности компетенции ОПК-1

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;



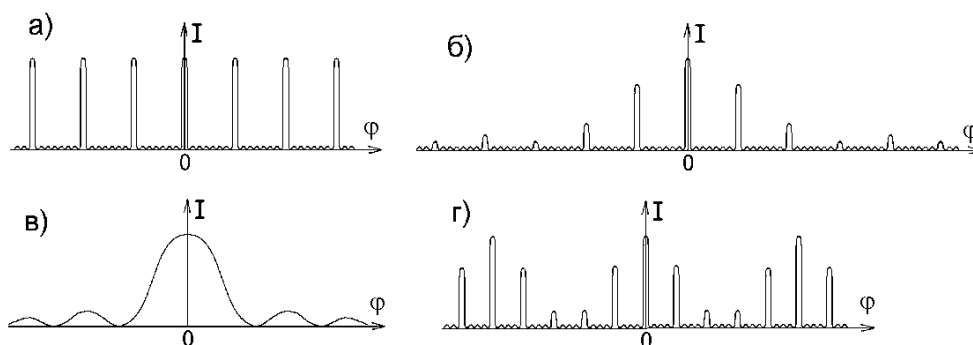
2. Монохроматический свет с длиной волны  $\lambda$  распространяется в стекле с показателем преломления  $n = 1,5$  и падает нормально на тонкую воздушную прорезь-прослойку толщины  $d$ . Условием ин-



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

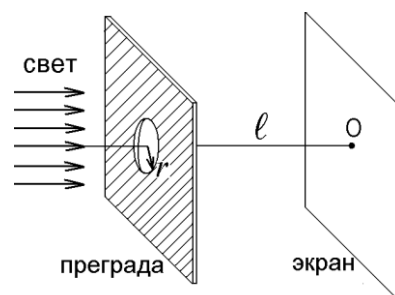
3. На дифракционную решетку падает монохроматический свет. Правильной картиной распределения интенсивности  $I$  света, прошедшего за решетку, от угла отклонения  $\varphi$  от направления падающего света будет (выберите правильный рисунок):



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

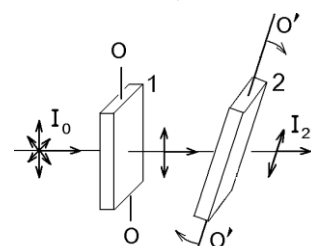
5. Монохроматический свет с длиной волны  $\lambda$  падает нормально на плоскую преграду с прорезанным отверстием радиуса  $r$  (см. рисунок). За преградой на удалении  $l$  установлен параллельный экран. Чтобы в центре экрана  $O$  из-за дифракции света на отверстии наблюдался дифракционный максимум 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)  
 $\frac{r^2}{(2m + 1)\lambda}$ ; е)  $\frac{(m + 1/2)r^2}{\lambda}$ ;

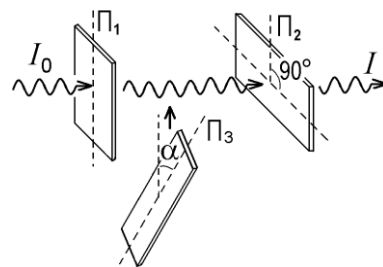
### Перечень контрольных заданий и вопросов для оценки сформированности компетенции ОПК-1 (контролируемый индикатор достижения компетенции ОПК-1.1)

1. 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  $90^\circ$

2. 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):

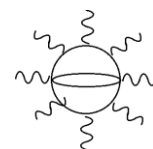


- а)  $I$ ;    б)  $\sqrt{2}I$ ;    в)  $2I$ ;    г)  $2\sqrt{2}I$ ;    д)  $8I$ ;    е)  $8\sqrt{2}I$ ;    ж)  $16I$ ;    з) другой ответ;

3. 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:

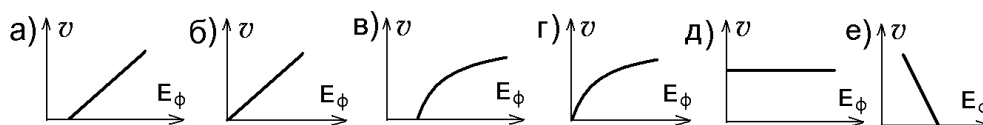
- а) уменьшилась в 16 раз;    б) уменьшилась в 4 раза;    в) уменьшилась в 2 раза;  
г) уменьшилась в 1,41 раз;    д) не изменилась;    е) увеличилась в 1,41 раз;  
ж) увеличилась в 2 раза;    з) увеличилась в 4 раза;    и) увеличилась в 16 раз;

4. 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;

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

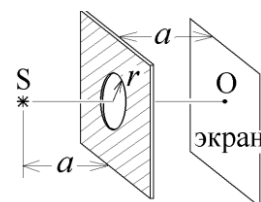


### Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ОПК-1

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;

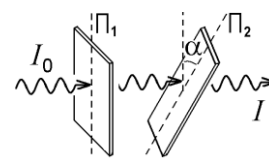
2. Точечный источник монохроматического света с длиной волны  $\lambda$  находится на расстоянии  $a$  от непрозрачной плоской преграды с прорезан-



ным 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  $O$  экрана (лежащей, как и источник света  $S$ , на оси отверстия) наблюдался дифракционный минимум освещенности. Чтобы в точке  $O$  наблюдался соседний дифракционный максимум меньшего порядка, длину волны монохроматического света надо:

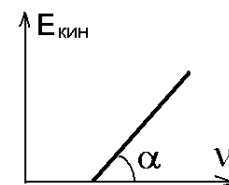
- а) увеличить в 4 раза; б) увеличить в 2 раза; в) увеличить в  $\sqrt{2}$  раз;  
г) уменьшить в 4 раза; д) уменьшить в 2 раза; е) уменьшить в  $\sqrt{2}$  раз;

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



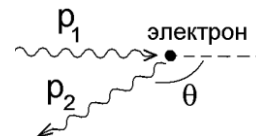
- а)  $2I$ ; б)  $\frac{4I}{3}$ ; в)  $\frac{2I}{\sqrt{3}}$ ; г)  $\frac{8I}{3}$ ; д)  $4I$ ; е)  $\frac{4I}{\sqrt{3}}$ ; ж)  $8I$ ; з) нет правильного ответа;

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



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

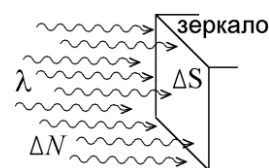
5. Фотон с импульсом  $p_1$  рассеивается на покоящемся электроне под углом  $\theta = 120^\circ$  к первоначальному направлению движения и имеет после рассеяния импульс  $p_2$  (см. рисунок). Величину комптоновской длины волны электрона  $\Lambda$  можно рассчитать по формуле (укажите правильный ответ,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



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

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

1. 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)  $\frac{h F \Delta t}{\lambda}$ ;

2. 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 какой следует вычислить величину электрического заряда данной частицы, если  $h = 6,63 \cdot 10^{-34}$  Дж·с – постоянная Планка:

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



3. Кинетическая энергия первой нерелятивистской микрочастицы в четыре раза больше кинетической энергии второй микрочастицы. Укажите правильную величину отношения  $\lambda_{Б1}/\lambda_{Б2}$  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;

4. 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  $h = 1,055 \cdot 10^{-34}$  Дж·с, то постоянную  $\alpha$  можно вычислить из соотношения (определите и укажите ответ):

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

5. Электрон с массой  $m$  и с отрицательным электрическим зарядом  $-q$  образует одноэлектронный атом вместе с ядром, имеющим массу  $M$  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):

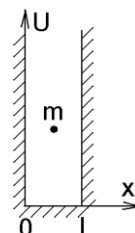
а) 4; б) 1,5; в) 3; г) 2; д) 8; е) 2,25; ж) 4,5; з) 9; и) другой ответ;

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

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  $h = h/2\pi$  – постоянная Планка):

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



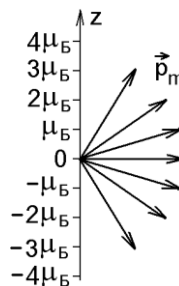
2. Укажите правильную величину отношения  $E_3/E_1$  энергии третьего возбужденного состояния некоторого одномерного квантового гармонического осциллятора к энергии первого возбужденного состояния этого осциллятора:

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,  $h = 1,055 \cdot 10^{-34}$  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 подоболочек атома, относительно оси  $z$ , направленной вдоль линий индукции внешнего магнитного поля. Чему равна величина этого вектора ( $\mu_B$  – магнетон Бора, определите правильный ответ)?



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

5. 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;

### Перечень контрольных заданий и вопросов для оценки сформированности компетенции ОПК-1 (контролируемый индикатор достижения компетенции ОПК-2.3)

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

2. 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;

3. 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;

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

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

5. 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:

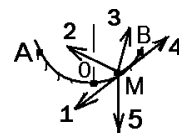
а)  $Q/N_0$ ; б)  $16Q/N_0$ ; в)  $4Q/N_0$ ; г)  $8Q/N_0$ ; д)  $2Q/N_0$ ; е)  $16Q/15N_0$ ; ж)  $4Q/3N_0$ ; з)  $8Q/7N_0$ ; и) другой ответ;

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

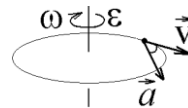
#### 2 семестр

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

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;

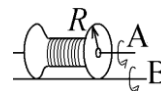


2. Материальная точка начинает вращаться по **круговой** траектории без начальной скорости вокруг закрепленной оси с постоянным угловым ускорением  $\varepsilon$ , и имеет в некоторый момент времени угловую скорость вращения, равную  $\omega$ . Чему в этот момент времени равно отношение  $a_n / a_\tau$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



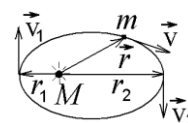
а)  $\frac{1}{\varepsilon\omega^2}$ ; б)  $\varepsilon\omega^2$ ; в)  $\frac{\varepsilon}{\omega^2}$ ; г)  $\frac{\omega^2}{\varepsilon}$ ; д)  $\frac{\omega}{\varepsilon^2}$ ; е)  $\omega\varepsilon^2$ ; ж)  $\frac{\varepsilon^2}{\omega}$ ; з)  $\frac{1}{\varepsilon^2\omega}$ ;

3. Катушка массы  $m = 1$  кг с радиусом  $R = 3$  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?



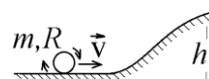
а)  $4 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$ ; б)  $6 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$ ; в)  $8 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$ ; г)  $10 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$ ; д)  $12 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$ ; е)  $18 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$ ; ж) нет правильного ответа;

4. Планета массой  $m$  движется по эллиптической орбите, в одном из фокусов которой находится звезда массы  $M$ .  $r$  – радиус-вектор планеты,  $r_1 = 4 \cdot 10^8$  км,  $r_2 = 6 \cdot 10^8$  км (см. рисунок). Величины скорости планеты в наиболее удаленной и наиболее близкой к звезде точке орбиты равны, соответственно,  $v_2 = 24$  км/с и  $v_1 = 36$  км/с. Тогда отношение  $r_2 / r_1$  равно:



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

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



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

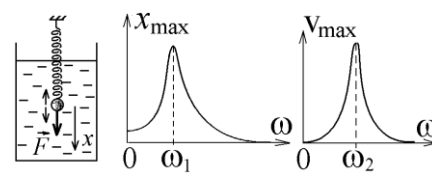
з) нет правильного ответа;

#### Перечень контрольных заданий и вопросов для оценки сформированности компетенции ОПК-1 (контролируемый индикатор достижения компетенции ОПК-2.1)

1. 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  $x_{\max}$



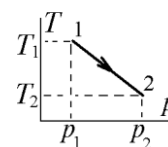
и амплитуды скорости  $v_{\max}$  такого маятника от частоты  $\omega$  показаны на рисунке. Какой может быть величина отношения  $\omega_2/\omega_1$  частот, указанных на этом рисунке?

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

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

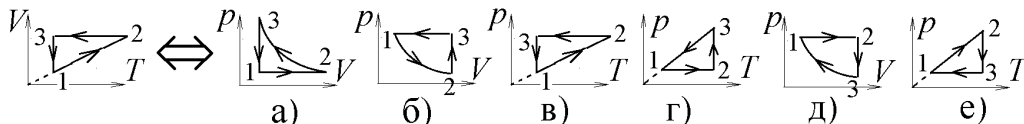
- а)  $10^{-24}$  Дж; б)  $2 \cdot 10^{-24}$  Дж; в)  $4 \cdot 10^{-24}$  Дж; г)  $8 \cdot 10^{-24}$  Дж; д)  $5 \cdot 10^{-23}$  Дж; е) нет правильного ответа;

3. Идеальный газ совершает процесс  $1 \rightarrow 2$ , изображенный на диаграмме Т-р (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;

4. На рисунке слева на диаграмме V-T изображен цик-



лический процесс, состоящий из изобары, изохоры и изотермы. Укажите правильный рисунок этого цикла или на диаграмме p-V, или на диаграмме p-T:

5. 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-1 (контролируемый индикатор достижения компетенции ОПК-1.2)

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

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

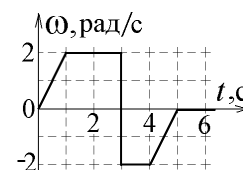
- а)  $a_n : t^2$ ; б)  $a_n : \frac{1}{t^3}$ ; в)  $a_n : t^3$ ; г)  $a_n : \frac{1}{t}$ ; д)  $a_n : \frac{1}{t^4}$ ; е)  $a_n : t$ ; ж)  $a_n : \frac{1}{t^2}$ ;  
 з)  $a_n : t^4$ ; и)  $a_n = \text{const}$ ;

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

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

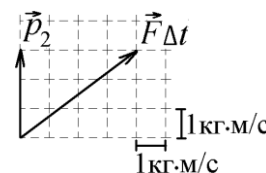
3. Физическое тело вращается вокруг закрепленной оси с угловой скоростью, зависимость проекции которой на ось вращения от времени  $t$  показана на рисунке. На какой угол повернется тело за время  $0 \leq t \leq 4$  с?

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



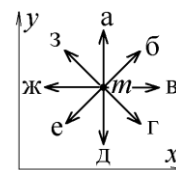
4. В результате действия в течение короткого времени  $\Delta t$  импульса силы  $\vec{F}\Delta t$ , некоторое тело приобрело импульс  $\vec{p}_2$  (см. рисунок). Какой была величина начального импульса тела до действия силы?

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



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

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

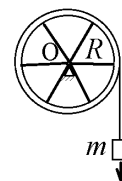


### Перечень контрольных заданий и вопросов для оценки сформированности компетенции ОПК-2 (контролируемый индикатор достижения компетенции ОПК-2.2)

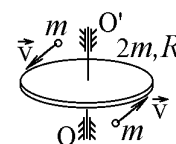
1. Шкив радиуса  $R$  может вращаться без трения вокруг горизонтальной закрепленной оси симметрии, проходящей через его центр  $O$ . К нити, намотанной на шкив, прикреплен груз массы  $m$ , который падает под действием силы тяжести.

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

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



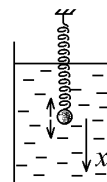
2. В покоящийся диск массы  $2m$  и радиуса  $R$ , способный вращаться вокруг закрепленной оси симметрии  $OO'$ , одновременно врезаются два маленьких пластилиновых шарика, имеющие вдвое меньшую массу  $m$  каждый и летящие по касательным к ободу диска с одинаковыми по величине скоростями  $\vec{v}$ . Шари-



ки прилипают к ободу. Рассчитайте на основании приведенных данных угловую скорость диска с прилипшими шариками сразу после удара и укажите правильный ответ:

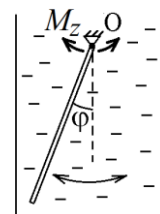
- а)  $\frac{v}{2R}$ ; б)  $\frac{v}{R}$ ; в)  $\frac{2v}{R}$ ; г)  $\frac{4v}{R}$ ; д)  $\frac{3v}{2R}$ ; е)  $\frac{2v}{3R}$ ; ж)  $\frac{5v}{4R}$ ; з)  $\frac{4v}{5R}$ ; и)  $\frac{7v}{6R}$ ; к)  $\frac{6v}{7R}$ ;  
л) правильного ответа нет (приведите его);

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



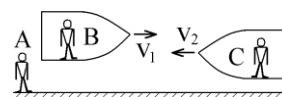
- а)  $a/3$ ; б)  $\sqrt{2}a$ ; в)  $\sqrt{3}a$ ; г)  $\sqrt{5}a$ ; д)  $\sqrt{8}a$ ; е)  $\sqrt{10}a$ ; ж)  $\sqrt{17}a$ ; з)  $\sqrt{5}a/2$ ;  
и)  $\sqrt{10}a/3$ ; к)  $\sqrt{17}a/4$ ; л) нет правильного ответа (приведите его);

4. Физический маятник совершает вынужденные колебания вокруг горизонтальной оси подвеса  $Oz$  в вязкой жидкости под действием внешнего момента сил, проекция которого на ось вращения меняется со временем по гармоническому закону  $M_z = M_0 \cos(\omega t + \alpha)$ . При циклической частоте этого момента  $\omega = 3 \text{ с}^{-1}$  наблюдается резонанс амплитуды угловой скорости маятника, а при частоте  $\omega = 5 \text{ с}^{-1}$  наблюдается резонанс амплитуды его отклонения  $\varphi$  от положения равновесия. Чему равен коэффициент затухания  $\beta$  собственных колебаний этого маятника в жидкости (укажите правильный ответ в  $\text{с}^{-1}$ )?



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

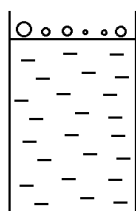
5. Две ракеты с космонавтами В и С движутся в противоположных направлениях относительно неподвижного наблюдателя А. Космонавт В удаляется от наблюдателя А со скоростью  $v_1 = c/2$ , а космонавт С



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

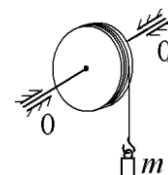
- а)  $c/3$ ; б)  $2c/7$ ; в)  $c/4$ ; г)  $2c/5$ ; д)  $3c/4$ ; е)  $c/2$ ; ж)  $3c/8$ ; з)  $c/\sqrt{8}$ ;  
и) нет правильного ответа;

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



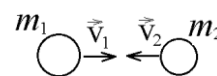
1. В высокий сосуд с растительным маслом одновременно высыпали множество маленьких металлических шариков разного радиуса  $r$ . Проанализируйте процесс падения шариков в жидкости и объясните порядок их падения на дно. Ответ обоснуйте с помощью физических законов и формул.

2. Шкив может вращаться вокруг своей закрепленной горизонтальной оси  $00'$  без трения. Под рукой имеется линейка, секундомер, и



также грузик массы  $m$ , который можно подвесить к нити, намотанной на шкив. Предложите процедуру определения момента инерции шкива относительно оси  $00'$  с помощью имеющихся под рукой предметов. Обоснуйте предложенную процедуру формулами, позволяющими вычислить требуемый момент инерции.

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

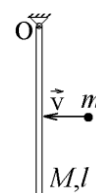


момент наибольшего сближения шарики движутся с одной скоростью  $v_0$ , определяемой законом сохранения импульса  $|m_1 v_1 - m_2 v_2| = (m_1 + m_2) v_0$  и только потом разлетаются в стороны.

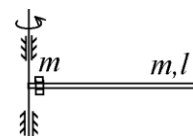
При этом кинетическая энергия меняется на величину  $\Delta E_{\text{кин}} = \frac{m_1 v_1^2}{2} + \frac{m_2 v_2^2}{2} - \frac{(m_1 + m_2) v_0^2}{2} > 0$ .

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

4. 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.

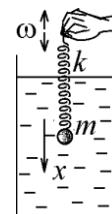


5. В начальный момент времени стержень массы  $m$  и длины  $l$  свободно вращается без трения с угловой скоростью  $\omega_0$  в горизонтальной плоскости вокруг закрепленной оси, проходящей через его край. По стержню может свободно без трения скользить надета на него муфта той же массы  $m$ . В начальный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



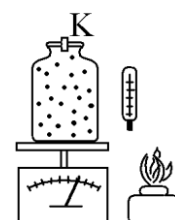
### Перечень контрольных заданий и вопросов для оценки сформированности компетенции ОПК-1 (контролируемый индикатор достижения компетенции ОПК-1.3)

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  $x = A \cos(\omega t + \phi)$ . При этом экспериментатор заметил, что при некоторой частоте  $\omega = \omega_1$  амплитуда  $A$  колебаний шарика в жидкости оказывается самой большой.



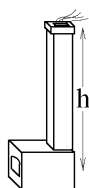
Исходя из этого он сделал вывод о том, что при той же частоте  $\omega_1$  будет максимальной и амплитуда скорости шарика  $v = dx/dt$ . Выскажите своё суждение о правильности или неправильности вывода, сделанного экспериментатором. Если этот вывод неверен, укажите, как надо изменить частоту  $\omega$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

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 изме-



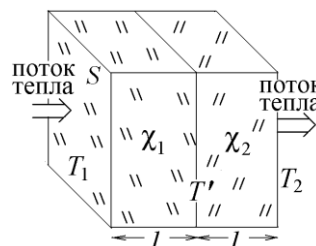
ритель массу сосуда с газом; горелка, позволяющая нагреть сосуд до большой температуры, и термометр, позволяющий измерить его температуру. Предложите процедуру определения молярной массы  $\mu$  газа в сосуде с помощью данных устройств. Обоснуйте предложенную процедуру формулами, позволяющими вычислить 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.

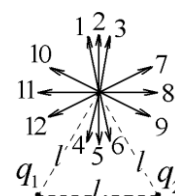


#### 4 семестр

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

1. Положительный точечный заряд  $q_1 = +2q$  и отрицательный точечный заряд  $q_2 = -q$  находятся в двух вершинах равностороннего треугольника с длиной стороны  $l$ . Указать правильное направление вектора напряженности  $E$  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

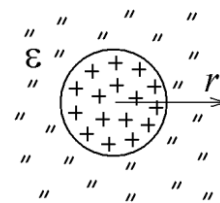


2. Укажите уравнение, выражающее теорему Гаусса в электростатике:

- 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)  $\oint_l \vec{E} d\vec{l} = 0$ ;

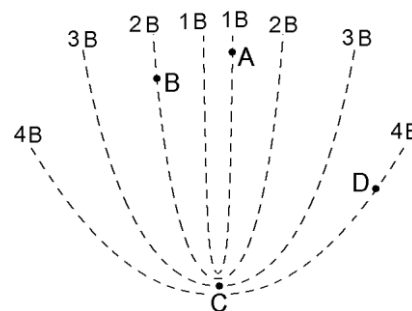


3. По объему шара с одинаковой во всех точках плотностью  $\rho = \text{const}$  распределен электрический заряд. Шар окружен бесконечной диэлектрической средой, имеющей диэлектрическую проницаемость  $\epsilon$ . На расстоянии  $r$  от центра шара (за его пределами) величина напряженности электрического 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?



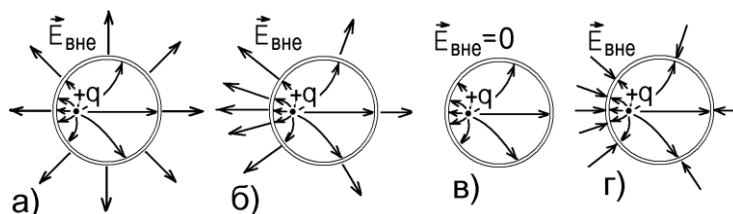
а) 1; б) 1,41; в) 2; г) 4; д) 8; е) другой ответ;

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:



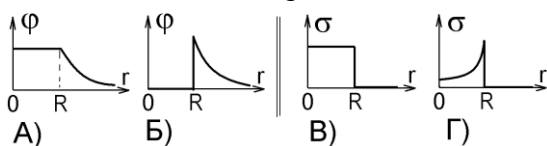
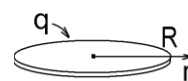
а) из точки D в точку В; б) из точки D в точку С;  
в) из точки D в точку А; г) из точки С в точку А;

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?



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

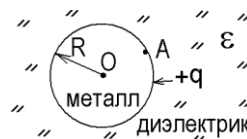
1. На тонкий металлический диск радиуса  $R$  поместили положительный электрический заряд  $q$ . На рисунках указаны зависимости потенциала  $\phi$  и поверхностной плотности заряда  $\sigma$  в зависимости от расстояния  $r$  до центра диска.



Правильными зависимостями будут:

а) А-В; б) А-Г; в) Б-В; г) Б-Г;

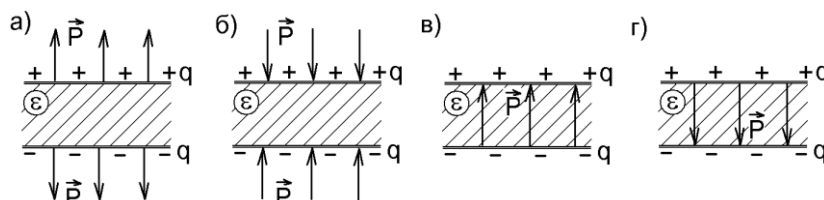
2. Положительный заряд  $+q$  поместили на уединенный металлический шар радиуса  $R$ , окруженный бесконечной однородной диэлектрической средой с диэлектрической проницаемостью  $\epsilon$ . Разность потенциалов  $\phi_A - \phi_O$  в точке А на поверхности шара (на шаре) и в точке О его центра будет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

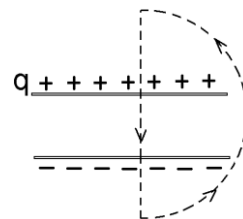


диэлектрической проницаемостью  $\varepsilon = 2$  и находится в вакууме. Выберите рисунок с правильным направлением линий вектора поляризованности  $\vec{P}$ :

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)  $\oint \vec{E} \cdot d\vec{r} > 0$ ; б)  $\oint \vec{E} \cdot d\vec{r} < 0$ ; в)  $\oint \vec{E} \cdot d\vec{r} = 0$ ; г)  $\oint \vec{E} \cdot d\vec{r} = \infty$ ;

д) недостаточно данных;



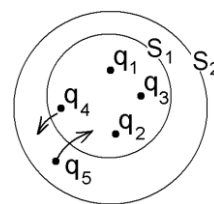
5. Вдоль цилиндрического металлического провода радиуса  $r$ , участок которого длины  $L$  имеет сопротивление  $R$ , создано стороннее стационарное электрическое поле с напряжённостью  $E$ . Определите и укажите формулу для плотности тока, вызванного этим полем:

- 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;

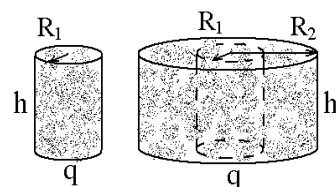
### Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ОПК-1 (контролируемый индикатор достижения компетенции ОПК-1.2)

1. На рисунке показаны две замкнутые поверхности  $S_1$  и  $S_2$ , окружающие точечные заряды  $q_1 = -1$  мкКл,  $q_2 = +2$  мкКл,  $q_3 = -3$  мкКл,  $q_4 = -4$  мкКл и  $q_5 = +4$  мкКл, которые создают электростатическое поле с напряжённостью  $\vec{E}$ . Потoki вектора  $\vec{E}$  через замкнутые поверхности  $S_1$  и  $S_2$  равны, соответственно,  $\Phi_1$  и  $\Phi_2$ . Заряды  $q_4$  и  $q_5$  поменяли местами, как показано стрелками. При этом (укажите правильное утверждение,  $\varepsilon_0$  – электрическая постоянная):



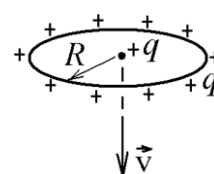
- а) и  $\Phi_1$ , и  $\Phi_2$  поменяли знак, не изменив величины; б) и  $\Phi_1$ , и  $\Phi_2$  не изменились;  
в)  $\Phi_1$  поменял знак,  $\Phi_2$  не изменился; г)  $\Phi_1$  увеличился на  $8 \text{ мкКл} / \varepsilon_0$ ,  $\Phi_2$  не изменился;  
д)  $\Phi_1$  увеличился на  $4 \text{ мкКл} / \varepsilon_0$ ,  $\Phi_2$  не изменился; е) нет правильного ответа;  
ж)  $\Phi_1$  увеличился на  $4 \text{ мкКл} / \varepsilon_0$ ,  $\Phi_2$  уменьшился на  $4 \text{ мкКл} / \varepsilon_0$ ;

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



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

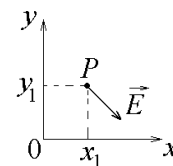
3. В центре закрепленного неподвижного тонкого кольца радиуса  $R$ , по которому равномерно распределен электрический заряд  $+q$ , первоначально покоилась свободная частица с таким же по величине и знаку положительным зарядом  $+q$ . Удалившись под действием электрических сил со стороны кольца на бесконечное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



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

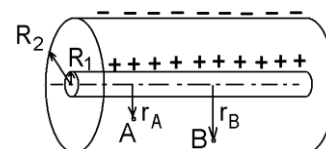
ж) другой ответ

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



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

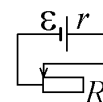
5. Точка "А" находится на расстоянии  $r_1 = 2R$  от оси длинного заряженного цилиндрического конденсатора, а точка "В" – на расстоянии  $r_2 = 3R$  от этой оси. Радиусы обкладок такого конденсатора  $R_1 = R$  и  $R_2 = 4R$  (см. рисунок). Определите отношение  $w_A/w_B$  плотностей энергии электростатического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



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

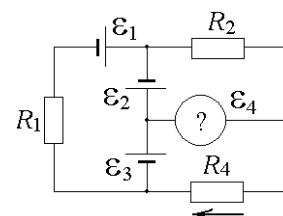
### Перечень контрольных заданий и вопросов для оценки сформированности компетенции ОПК-1 (контролируемый индикатор достижения компетенции ОПК-1.2)

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

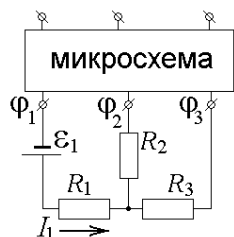


- а) сначала уменьшаться, а затем увеличиваться;  
б) сначала увеличиваться, а затем уменьшаться; в) непрерывно увеличиваться;  
г) непрерывно уменьшаться;

2. В электрической схеме, показанной на рисунке,  $R_2 = R_4 = 10$  Ом,  $\epsilon_2 = 20$  В,  $\epsilon_3 = 10$  В. Внутренние сопротивления источников тока равны нулю. Какова величина ЭДС источника тока  $\epsilon_4$  и его расположение в цепи, если через резистор  $R_4$  протекает ток 0,5 А справа налево?



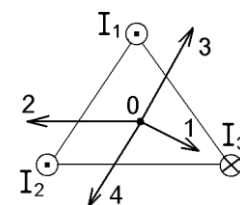
а) ; 25 В б) ; 25 В в) ; 15 В г) ; 15 В  
д) ; 5 В е) ; 5 В



3. На рисунке представлена часть электрической схемы, для которой известны только некоторые параметры:  $R_1 = 4$  Ом,  $R_3 = 1$  Ом, а источник  $\epsilon_1 = 3$  В и имеет нулевое внутреннее сопротивление. Потенциалы  $\varphi_1 = 3$  В,  $\varphi_3 = 7$  В, а сила тока через сопротивление  $R_1$  равна  $I_1 = 1$  А. Чему равна сила тока через сопротивление  $R_3$ ?

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

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

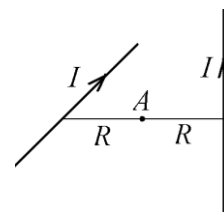


марного магнитного поля всех токов в точке О имеет направление:

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

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

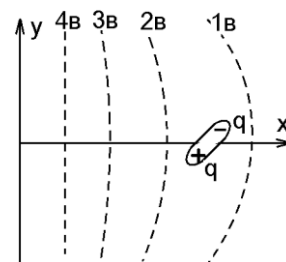
- а)  $I = \pi RH$       б)  $I = \sqrt{2}\pi RH$   
в)  $I = 2\pi RH$     г)  $I = 2\sqrt{2}\pi RH$     д)  $I = \pi RH/\sqrt{2}$     е)  $I = \pi RH/2$



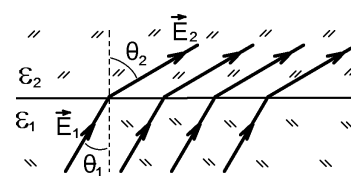
### Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ОПК-1 (контролируемый индикатор достижения компетенции ОПК-1.3)

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

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

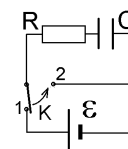


3. Линии напряженности  $\vec{E}$  электростатического поля могут менять направление на плоской границе двух идеальных диэлектрических сред с диэлектрическими проницаемостями  $\varepsilon_1$  и  $\varepsilon_2$ , как показано на рисунке. Похожее явление наблюдается в оптике при прохождении светового 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  $0 \leq r < \infty$ .

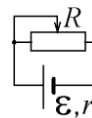
5. Ключ К переводят из положения “1” в положение “2”, замыкая обкладки зарядившегося от источника ЭДС  $\varepsilon$  конденсатора с ёмкостью  $C$  через сопротивление  $R$ . Как можно вычислить ток, текущий через конденсатор? Как этот ток будет зависеть от времени? Нарисуйте примерный график зависимости заряда на конден-



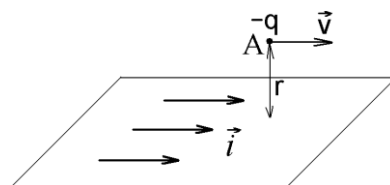
саторе и тока, текущего через конденсатор, от времени. Ответ обосновать и подтвердить формулами.

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

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

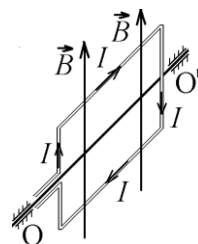


2. По бесконечной плоскости, участок которой показан на рисунке, течет однородный постоянный электрический ток с поверхностной плотностью  $\vec{i}$ . Над плоскостью на расстоянии  $r$  параллельно направлению тока летит со скоростью  $\vec{v}$  частица с отрицательным зарядом  $-q$ . Выскажите свое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

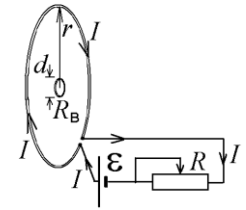


может ли частица спустя время  $\Delta t$  вернуться в точку А, в которой она находилась в момент времени, указанный на рисунке. Если да, то чему равно  $\Delta t$ ? Свои выводы обоснуйте с помощью физических законов и принципов и подтвердите необходимыми формулами.

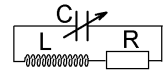
3. Первоначально плоскость массивной прямоугольной рамки с током  $I$  вертикальна, а сама рамка покоится и находится в однородном магнитном поле  $\vec{B} = \text{const}$ , линии которого направлены вертикально (см. рисунок). Рамка может вращаться без трения вокруг оси  $OO'$ . Экспериментатор считает,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



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



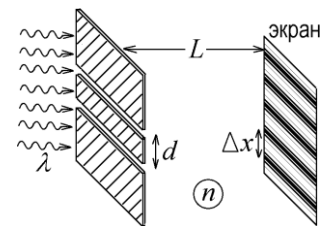
5. В электрической цепи, указанной на рисунке начали изменять величину ёмкости  $C$  переменного конденсатора от 0 до  $\infty$ . Как при этом будет меняться собственная частота колебаний тока в такой цепи? Укажите интервал изменения  $C$ , при котором колебания тока возможны. Нарисуйте приблизительный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



#### 4 семестр

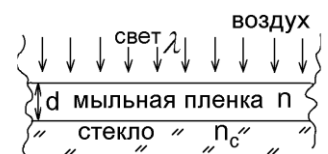
#### Перечень контрольных заданий и вопросов для оценки сформированности компетенции ОПК-1 (контролируемый индикатор достижения компетенции ОПК-1.1)

1. На непрозрачную преграду с двумя узкими параллельными прорезями, находящимися на расстоянии  $d$  друг от друга, падает нормально монохроматический свет с длиной волны  $\lambda$ . За преградой на большом удалении  $L$  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; б) уменьшается в 2 раза; в) не изменяется;  
г) увеличивается в 2 раза; д) увеличивается в 4 раза;

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



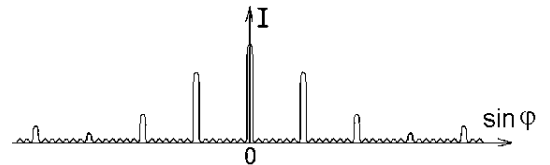
- а)  $\frac{2dn}{m}$ ; б)  $\frac{dn}{m}$ ; в)  $\frac{2dn_c}{m}$ ; г)  $\frac{2dn}{(2m+1)}$ ; д)  $\frac{2dn_c}{m+1/2}$ ; е)  $\frac{2dn}{m+1/2}$ ; ж)  $\frac{2d}{n(2m+1)}$ ;

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

- а) спектр  $m$ -го порядка сместится от центра интерференционной картины и станет виден;  
б) спектр  $m$ -го порядка сместится к центру интерференционной картины и станет виден;

- в) спектр  $m$ -го порядка по-прежнему не будет виден, поскольку положение дифракционного минимума на щели не изменится;  
 г) спектр  $m$ -го порядка по-прежнему не будет виден, поскольку не меняется длина волны падающего света;

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



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

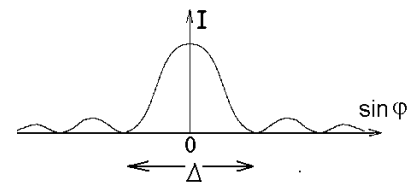
5. На дифракционную решетку падает пучок монохроматического света. Ширина пучка  $\Delta s$  равна ширине дифракционной решетки. За решеткой на удаленном экране наблюдается интерференционная картина, изображенная на рисунке. Что произойдет с этой картиной, если ширину  $\Delta s$  падающего на решетку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

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

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

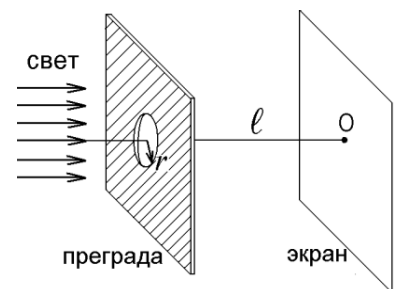
1. Монохроматический свет падает нормально на узкую щель-прорезь в непрозрачной преграде и распространяется за щелью под всеми возможными углами  $\varphi$  к направлению падения.

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;

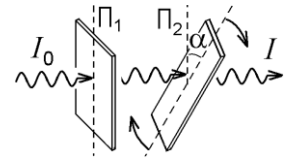
2. Монохроматический свет с длиной волны  $\lambda$  падает нормально на плоскую преграду с прорезанным круглым отверстием радиуса  $r$ . Параллельный экран установлен за преградой на **самом большом возможном** расстоянии  $l$ , при котором в точке  $O$  экрана на оси отверстия наблюдается дифракционный 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:

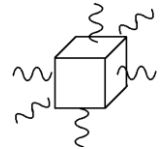


а)  $0 \leq I \leq I_0$ ; б)  $0 \leq I \leq \frac{I_0}{4}$ ; в)  $0 \leq I \leq \frac{I_0}{2}$ ; г)  $0 \leq I \leq \frac{3I_0}{4}$ ; д) другой ответ;

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?



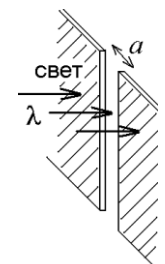
а) уменьшилась в 16 раз; б) уменьшилась в 8 раз; в) уменьшилась в 4 раза; г) уменьшилась в 2 раза; д) не изменилась; е) увеличилась в 2 раза; ж) увеличилась в 4 раза; з) увеличилась в 8 раз; и) увеличилась в 16 раз;

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

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

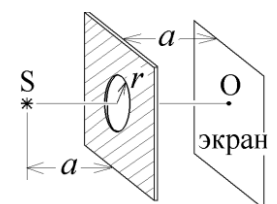
а) 1; б) 2; в) 3; г) 4; д) 5; е) 6; ж) 7; з) 8; е) другой ответ;

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



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

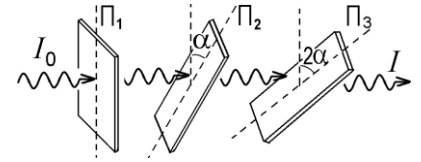
3. Точечный источник мономатического света с длиной волны  $\lambda$  находится на расстоянии  $a$  от непрозрачной плоской преграды с прорезанным в ней круглым отверстием радиуса  $r$ . За преградой на таком же расстоянии  $a$  установлен параллельный ей экран. При этом расстояние  $a$  имеет **наибольшую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



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

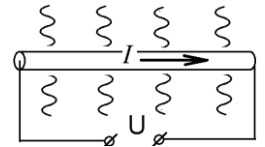


4. Естественный свет с интенсивностью  $I_0$  проходит через систему из трех последовательных поляризаторов  $\Pi_1$ ,  $\Pi_2$  и  $\Pi_3$ . Оси пропускания поляризаторов  $\Pi_2$  и  $\Pi_3$  составляют, соответственно углы  $\alpha = 30^\circ$  и  $2\alpha = 60^\circ$  с осью пропускания первого поляризатора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



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

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



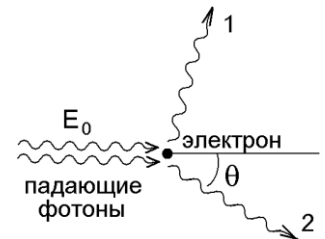
- а)  $\frac{U}{\sigma ST^4}$ ; б)  $\frac{US}{\sigma T^4}$ ; в)  $\frac{U}{\sigma T^4}$ ; г)  $\frac{\sigma T^4}{U}$ ; д)  $\frac{\sigma T^4}{US}$ ; е)  $\frac{\sigma ST^4}{U}$ ; ж) другой ответ;

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

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

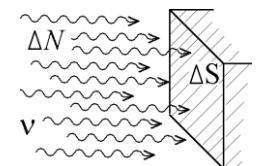
- а) 1,02 эВ; б) 2,14 эВ; в) 3,02 эВ; г) 4,14 эВ; д) 5,02 эВ; е) 6,14 эВ; ж) другой ответ;

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



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

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



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

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

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

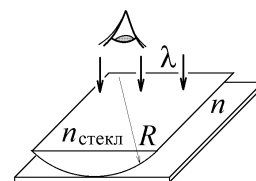
5. Отношение величин скоростей нерелятивистских частиц 1 и 2 равно  $v_1/v_2 = 1/2 = 0,5$ , а отношение их длин волн де Бройля равно, соответственно,  $\lambda_{Б1}/\lambda_{Б2} = 4$ . Укажите правильную величину отношения  $m_1/m_2$  массы первой частицы к массе второй частицы:

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

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

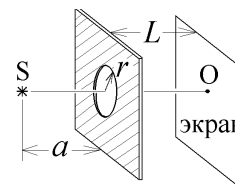
1. Для улучшения оптических свойств на поверхность линз качественных оптических устройств (фотоаппаратов, биноклей и т.п.) наносят покрытия в виде тончайших пленок. В результате в солнечном свете на поверхности линз видны фиолетово-красные блики. Выявите причину, по которой стеклянные линзы покрывают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

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



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

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

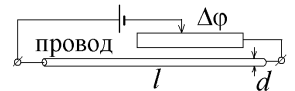


5. Два одинаковых поляроида (это тонкая прозрачная пленка-поляризатор, пропускающая плоскополяризованный свет) расположены так, что не пропускают падающий на них луч естественного солнечного света с интенсивностью  $I_0$ , и расположенный за поляроидами детектор не фиксирует света. Выскажите свое мнение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

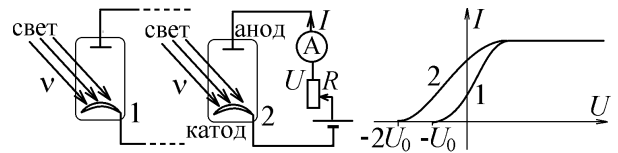
поляроидов, поместить между ними третий поляроид так, чтобы свет все же прошел в детектор? Приведите обоснованные аргументы в пользу возможности или невозможности пропускания света. Если все же это возможно, предложите способ размещения третьего поляроида так, чтобы прошедший в детектор свет имел максимальную интенсивность и найдите величину этой максимальной интенсивности.

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

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

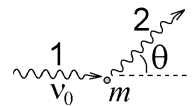


2. Один и тот же источник света с частотой  $\nu$  освещает катоды двух вакуумных фотоэлементов “1” и “2”, изображенных на левом рисунке. Вольтамперные характеристики возникающего при этом в цепи фототока  $I$  показаны на правом рисунке, где кривые “1” и “2” соответствуют подключению фотоэлементов “1”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

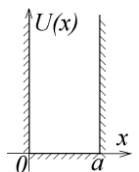


Используя законы фотоэффекта, определите какой из катодов имеет большую работу выхода и найдите величину отношения работ выхода этих катодов при условии, что  $U_0 = \frac{h\nu}{4e}$ , где  $h$  – постоянная Планка,  $e$  – величина заряда электрона. Ответ обосновать соответствующими вычислениями.

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



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



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

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

5. Возбужденный атом водорода испустил фотон, относящийся к спектральной серии Бальмера. Оцените возможность того, что в дальнейшем этот атом испустит фотон света в видимой человеческому глазу части оптического спектра. Определите возможный интервал длин

волн дальнейшего излучения. Ответ обосновать и подтвердить с помощью физических законов и формул.

**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.