

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

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

Естественнонаучный институт  
Кафедра «Физики»

Утверждено на заседании кафедры  
«Физика»  
« 06 » 06 2022 г., протокол № 10

Заведующий кафедрой

  
\_\_\_\_\_ Р.Н.Ростовцев

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

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

по направлению подготовки  
**09.03.02 Информационные системы и технологии**

с направленностью (профилем)  
**Информационные системы**

Идентификационный номер образовательной программы: 090302-01-22

Тула 2022 год

**ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ**  
**фонда оценочных средств дисциплины (модуля)**

**Разработчик(и):**

Шуваева Ольга Вячеславовна, доцент, к.т.н., доцент  
(ФИО, должность, ученая степень, ученое звание)



\_\_\_\_\_  
(подпись)

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

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

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

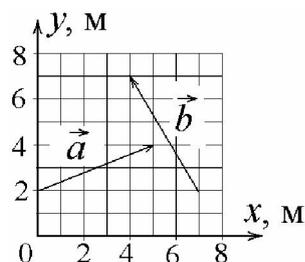
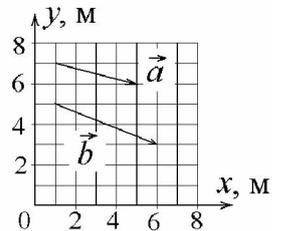
## 2. Оценочные средства (оценочные материалы) для проведения текущего контроля успеваемости обучающихся по дисциплине (модулю)

### 2 семестр

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

1. Найдите модуль разности векторов  $|\vec{a} - \vec{b}|$ , изображенных на рисунке справа. Результат округлить до двух значащих цифр и указать правильный ответ:

а) 3,6 б) 8 в) 8,1 г) 7,2 д) 1,4 е) 9,9 ж) другой ответ

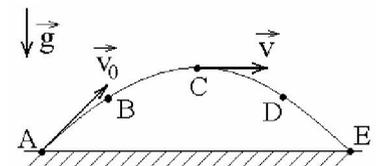


2. Рассчитайте на основании данных, приведенных на рисунке слева модуль векторного произведения  $|\vec{a} \times \vec{b}|$  для изображенных векторов  $\vec{a}$  и  $\vec{b}$ . Результат округлить до двух значащих цифр и указать полученный ответ:

а) 32 б) 14 в) 16 г) 31 д) 22 е) 28 ж) другой ответ

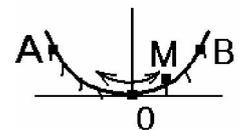
3. Камень бросили под углом к горизонту со скоростью  $\vec{v}_0$ . Его траектория в однородном поле тяжести изображена на рисунке. Сопротивления воздуха нет. В какой точке траектории модуль полного ускорения камня максимален:

а) А и Е; б) В и D; в) С; г) во всех точках одинаков;

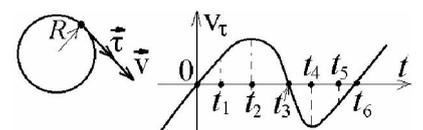


4. Материальная точка М свободно без трения скользит в поле силы тяжести по гладким стенкам симметричной ямы (А и В — наивысшие точки подъема). При этом величина тангенциальной (касательной к траектории) проекции ускорения точки М (укажите правильное утверждение):

а) равна нулю в точке В б) максимальна в нижней точке траектории О  
в) не равна нулю в точке А г) одинакова во всех точках траектории

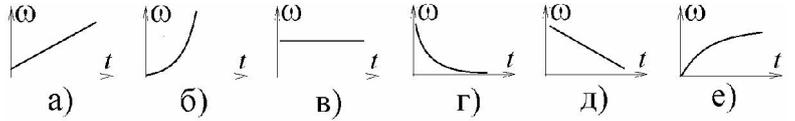


5. Материальная точка движется по окружности радиуса  $R$  с переменной скоростью. Временной график зависимости про-

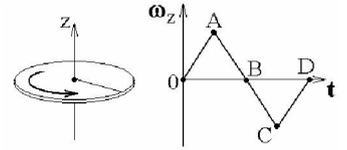


екции  $v_\tau$  этой скорости на касательное к траектории направление  $\bar{\tau}$  показан на рисунке. В какой из указанных на рисунке моментов времени величина (модуль) нормального ускорения точки имеет наибольшее значение? а) при  $t = 0, t_3$  и  $t_6$ ; б) при  $t_1$  и  $t_5$ ; в) при  $t_2$ ; г) при  $t_3$ ; д) при  $t_4$ ; е) при  $t_5$ ; ж) при  $t_6$ ;

6. Величина угла поворота физического тела вокруг закрепленной оси вращения зависит от времени  $t$  по закону  $\varphi(t) = \alpha t^2$ , где  $\alpha$  - положительная константа. Укажите правильный график временной зависимости проекции угловой скорости на ось вращения при этом условии:



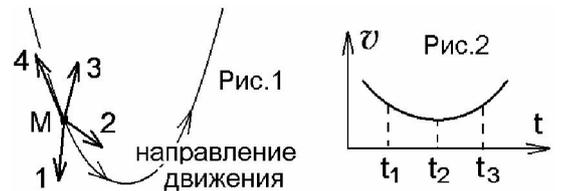
7. Диск вращается вокруг своей оси, изменяя проекцию своей угловой скорости так, как показано на рисунке. Укажите, на каких участках графика приведенной зависимости  $\omega_z(t)$  вектор угловой скорости  $\vec{\omega}$  направлен по оси  $z$ ?



а) 0 - А и А - В б) 0 - А и С - D в) А - В и В - С г) В - С и С - D

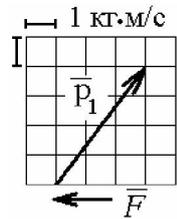
### Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ОПК-1 (контролируемый индикатор достижения компетенции ОПК-1.2)

1. Материальная точка  $M$  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  $M$  в момент времени  $t_1$ . Укажите на этом рисунке направление силы, действующей на точку  $M$  в этот момент времени  $t_1$ :

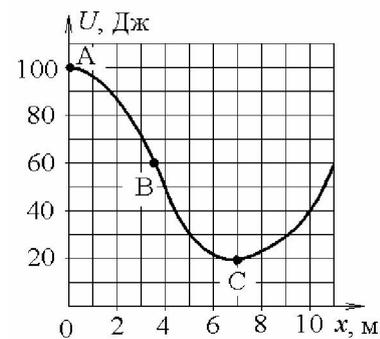


а) 2 б) 1 в) 4 г) 3

2. Теннисный мяч летел с импульсом  $\vec{p}_1$  (масштаб и направление указаны на рисунке). В горизонтальном направлении на короткое время  $\Delta t = 0,1$  с на мяч подействовал порыв ветра с постоянной силой  $F = 30$  Н. На основании данных, приведенных на рисунке, рассчитайте величину импульса  $p_2$  после того, как ветер утих, и укажите правильный ответ:



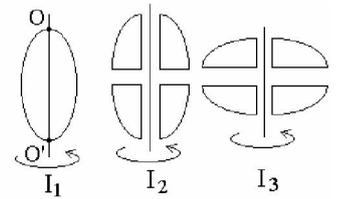
а) 8 кг·м/с б) 5 кг·м/с в) 4 кг·м/с г) 35 кг·м/с д) 25 кг·м/с



3. Небольшая шайба начинает движение без начальной скорости по гладкой ледяной горке из точки А. Сопротивление воздуха пренебрежимо мало. Зависимость потенциальной энергии шайбы от координаты  $x$  изображена на графике  $U(x)$ . Скорость шайбы в точке С (укажите правильное утверждение):

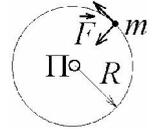
а) в 2 раза меньше, чем в точке В;  
 б) в 3 раза меньше, чем в точке В;  
 в) в  $\sqrt{3}$  раз больше, чем в точке В;  
 г) в  $\sqrt{2}$  раз больше, чем в точке В;

4. 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) не хватает данных; б)  $I_1 > I_2 > I_3$ ; в)  $I_1 < I_2 < I_3$ ; г)  $I_1 < I_2 = I_3$ ;

5. Величина момента импульса спутника массы  $m$ , движущегося по круговой траектории радиуса  $R$  вокруг планеты  $\Pi$  под действием силы гравитационного притяжения  $\vec{F}$ , равна  $L$ . При этом масса спутника  $m$  равна:

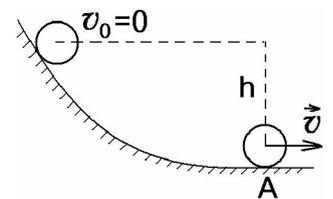


- а)  $\frac{L^2}{FR^3}$ ; б)  $\frac{L^2}{2FR^3}$ ; в)  $\frac{2L^2}{FR^2}$ ; г)  $\frac{L^2}{2FR^2}$ ; д)  $\frac{2L^2}{FR^3}$ ; е)  $\frac{L^2}{FR^2}$ ; ж) другой ответ;

6. По горизонтальной поверхности без проскальзывания со скоростью  $v$  катится цилиндр (или диск) массы  $m$  и радиуса  $R$ . Чему равна суммарная кинетическая энергия цилиндра?

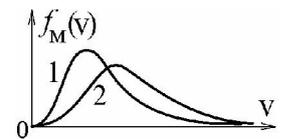
- а)  $\frac{4v^2}{3}$ ; б)  $\frac{mv^2}{2}$ ; в)  $\frac{3mv^2}{4}$ ; г)  $mv^2$ ; д)  $2mv^2$ ; е)  $\frac{3mv^2}{2}$ ; ж)  $\frac{2mv^2}{3}$ ; з)  $\frac{2mv^2}{5}$ ;

7. Тонкий обруч с массой  $m = 50$  г и с радиусом  $R = 0,5$  м без начальной скорости и без проскальзывания скатывается с высоты  $h = 1$  м (см. рисунок).  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>. Сравните изменения разных составляющих механической энергии обруча и укажите, чему будет равна в нижней точке  $A$  кинетическая энергия поступательного движения обруча:



- а) 1 Дж б) 0,75 Дж в) 0,5 Дж г) 0,25 Дж

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



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

Какие из этих соотношений являются правильными?

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

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

1. Определите значение производной от функции  $f(x) = \sin(x) \cdot \ln(x^3)$  в точке с координатой  $x = 1$ .

2. Частица движется так, что ее радиус-вектор зависит от времени по закону

$$\vec{r}(t) = \vec{i} \cdot A \sin(\omega t) + \vec{j} \cdot A \cos(\omega t) + \vec{k} \cdot B \left( \frac{t}{\tau} \right)^3, \text{ где } A, B, \omega - \text{ постоянные величины, } \vec{i}, \vec{j}, \vec{k} -$$

единичные орты в декартовой системе координат. Определите величину скорости частицы в момент  $t = 1$  с, если  $\tau = 1$  с,  $A = 3$  м,  $B = 2$  м,  $\omega = \pi/2$  рад/с. Ответ привести с точностью до трех значащих цифр.

3. Частица движется так, что ее радиус-вектор зависит от времени по закону

$$\vec{r}(t) = \vec{i} \cdot A \left( \frac{t}{\tau} \right)^2 + \vec{j} \cdot B \left( \frac{t}{\tau} \right)^3 + \vec{k} \cdot C, \text{ где } A, B, C - \text{ постоянные величины, } \vec{i}, \vec{j}, \vec{k} - \text{ единичные}$$

орты в декартовой системе координат. Найдите тангенс угла, под которым будет направлена скорость  $\vec{v}$  к оси  $x$  в момент времени  $t = 1$  с, если  $\tau = 1$  с,  $A = 2$  м,  $B = 3$  м,  $C = 4$  м.

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

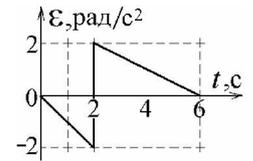
$$\varphi(t) = 2\pi(t^2 - 6t + 12), \text{ где } \varphi - \text{ угол в радианах, } t - \text{ время в секундах. В момент } t = 3 \text{ с величина}$$

тангенциального (касательного к траектории) ускорения частицы (в  $\text{м/с}^2$ ), равна:

- а) 0; б)  $4\pi$ ; в)  $6\pi$ ; г)  $2\pi$ ; д)  $3\pi$ ; е) другой ответ;

5. Физическое тело начинает вращаться с нулевой начальной скоростью вокруг закрепленной оси, причем зависимость проекции углового ускорения на ось вращения от времени  $t$  показана на рисунке. Какой будет величина угловой скорости вращения тела в момент времени  $t = 6$  с?

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



6. Координата точки, движущейся по прямой линии, меняется со временем  $t$  по закону

$$x = (4t^2 - 2) \cdot \exp(-2t), \text{ где } x \text{ и } t \text{ измеряются в метрах и секундах соответственно. Вычисляя}$$

производную, найти значение проекции скорости  $v_x$  этой точки (в м/с) в момент времени  $t = 1$  с. Ответ округлить до трех значащих цифр.

7. Диск радиуса  $R = 1$  м вращался вокруг своей оси с угловой скоростью  $\omega_0$ . В момент времени  $t = 0$  он начал тормозить. Модуль его углового ускорения при этом зависел от времени

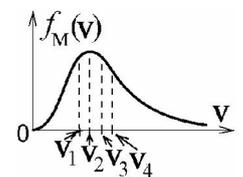
по закону  $\varepsilon = A \left( \frac{t}{\tau} \right)^2$ . Определите, в какой момент времени диск остановится, если  $\tau = 1$  с?

$$A = 6 \text{ с}^{-2}, \omega_0 = 16 \text{ с}^{-1}.$$

8. 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;



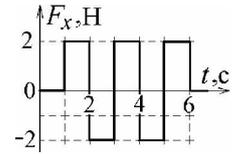
### Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ОПК-2 (контролируемый индикатор достижения компетенции ОПК-2.1)

1. Частица из состояния покоя начала двигаться по дуге окружности радиуса  $R = 1$  м так, что

угол поворота зависит от времени по закону  $\varphi = A \cdot \left( \frac{t}{\tau} \right)^3$ . Определите величину тангенци-

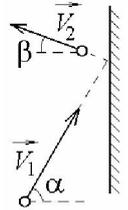
ального ускорения частицы в момент  $t = 1$  с, если  $\tau = 1$  с.  $A = 2$  рад.

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

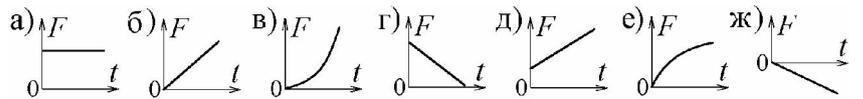


- а)  $0 \text{ кг}\cdot\text{м/с}$ ; б)  $1 \text{ кг}\cdot\text{м/с}$ ; в)  $2 \text{ кг}\cdot\text{м/с}$ ; г)  $3 \text{ кг}\cdot\text{м/с}$ ; д)  $4 \text{ кг}\cdot\text{м/с}$ ; е)  $5 \text{ кг}\cdot\text{м/с}$ ; ж)  $6 \text{ кг}\cdot\text{м/с}$ ; з)  $8 \text{ кг}\cdot\text{м/с}$ ; и) другой ответ;

3. Небольшой шарик массы  $m$  летит со скоростью  $\vec{V}_1$  под углом  $\alpha = 60^\circ$  к горизонту и падает на вертикальную стену. После неупругого удара он отскакивает со скоростью  $\vec{V}_2$  под углом  $\beta = 30^\circ$  к горизонту. Время соударения  $\tau$ . Найти модуль средней силы нормальной реакции со стороны стены.  $V_1 = 6 \text{ м/с}$ ,  $V_2 = 4 \text{ м/с}$ ,  $\tau = 0,01 \text{ с}$ ,  $m = 2 \text{ кг}$ .



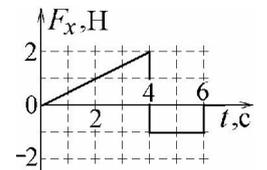
4. Вектор импульса частицы изменяется со временем  $t$  по закону  $\vec{p} = \vec{i}(\alpha t + \beta t^2)$ , где



$\vec{i}$  – орт декартовой системы

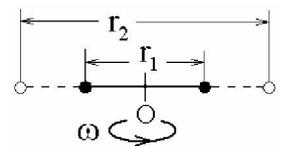
координат  $\alpha, \beta$  – положительные константы. При этом график зависимости модуля (величины) силы, действующей на частицу, от времени представлен на рисунке:

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



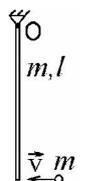
- а)  $0 \text{ кг}\cdot\text{м/с}$ ; б)  $1 \text{ кг}\cdot\text{м/с}$ ; в)  $2 \text{ кг}\cdot\text{м/с}$ ; г)  $3 \text{ кг}\cdot\text{м/с}$ ; д)  $4 \text{ кг}\cdot\text{м/с}$ ; е)  $5 \text{ кг}\cdot\text{м/с}$ ; ж)  $6 \text{ кг}\cdot\text{м/с}$ ; з)  $8 \text{ кг}\cdot\text{м/с}$ ; и) другой ответ;

6. Два маленьких массивных шарика закреплены на невесомом длинном стержне на расстоянии  $r_1$  друг от друга. Стержень может вращаться без трения в горизонтальной плоскости вокруг вертикальной оси, проходящей посередине между шариками. Стержень раскрутили из состояния покоя до угловой скорости  $\omega_1$ , при этом была совершена работа  $A$ . Шарика раздвинули симметрично на расстояние  $r_2 = 3r_1$ . Используйте подходящий закон сохранения и с его помощью определите, до какой угловой скорости необходимо теперь раскрутить стержень, совершив такую же работу?



- а)  $\omega_2 = \frac{1}{3} \omega_1$     б)  $\omega_2 = 3\omega_1$     в)  $\omega_2 = \sqrt{3} \omega_1$     г)  $\omega_2 = \frac{1}{\sqrt{3}} \omega_1$

7. В неподвижно висящий тонкий стержень с массой  $m$  и длиной  $l$ , который может вращаться вокруг оси  $O$ , проходящей через точку подвеса на краю стержня, врезается летевший горизонтально со скоростью  $\vec{v}$  пластилиновый шарик, имеющий ту же массу  $m$ , и прилипает к противоположному концу стержня. Рассчитайте на основании приведенных данных их общую угловую скорость сразу после удара и укажите правильный ответ:



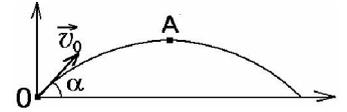
- а)  $\frac{3v}{2l}$ ; б)  $\frac{3v}{4l}$ ; в)  $\frac{2v}{3l}$ ; г)  $\frac{3v}{5l}$ ; д)  $\frac{6v}{5l}$ ; е)  $\frac{7v}{6l}$ ; ж)  $\frac{6v}{7l}$ ; з)  $\frac{12v}{7l}$ ; и)  $\frac{17v}{12l}$ ; к)  $\frac{6v}{11l}$ ;

л) правильного ответа нет (приведите его);

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

1. Объясните метод вычисления производной от сложной функции и с его помощью найдите значение производной от функции  $f(x) = \frac{\cos(x^2)}{x}$  в точке с координатой  $x = 1$ . Ответ – полученное Вами число, округленное до трех значащих цифр.

2. Камень бросили из точки  $O$  под углом  $\alpha$  к горизонту с начальной скоростью  $\vec{v}_0$ . Предложите способ определения тангенциальной (касательной к траектории) проекции ускорения камня и сделайте вывод об изменении величины тангенциальной проекции ускорения камня, который сначала поднимается вверх, а потом падает на землю. В какой точке траектории она будет максимальна и чему равна?



3. Известно, что частица начала свое движение из начала координат, и ее скорость зависит от времени по закону  $\vec{v}(t) = \vec{i} \cdot A \left(\frac{t}{\tau}\right)^2 + \vec{j} \cdot B \left(\frac{t}{\tau}\right)^3$ , где  $A, B$  – постоянные величины,  $\vec{i}, \vec{j}$  – единичные орты в декартовой системе координат. Каким образом определить расстояние, на которое частица удаляется от начала координат, и чему будет равно это расстояние в момент времени  $t = 1$  с, если  $\tau = 1$  с,  $A = 2$  м/с,  $B = 3$  м/с?

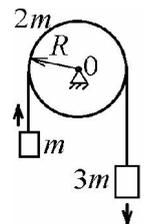
4. Диск радиуса  $R = 1$  м вращался вокруг своей оси с угловой скоростью  $\omega_0$ . В момент времени  $t = 0$  он начал тормозить. Модуль его углового ускорения при этом зависел от времени по закону  $\varepsilon = A \left(\frac{t}{\tau}\right)^3$ . В какой момент времени диск остановится, если  $\tau = 1$  с?  $A = 2$  с<sup>-2</sup>,  $\omega_0 = 3$  с<sup>-1</sup>?

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

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

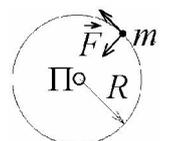
**Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ОПК-2 (контролируемый индикатор достижения компетенции ОПК-2.2)**

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



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

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



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

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

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

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



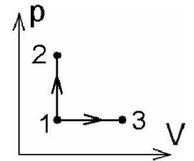
- а) 1, 2, 4; б) 1, 2, 3; в) 1, 3, 4; г) 1, 2, 5; д) 1, 2, 6; е) 3, 4, 5; ж) 3, 4, 6; з) 2, 3, 4;

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

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

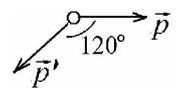
6. Молярные теплоемкости идеального газа в процессах  $1 \rightarrow 2$  и  $1 \rightarrow 3$  равны  $C_1$  и  $C_2$  соответственно. Их отношение  $C_1/C_2 = 0,75$ . Таким газом может быть (укажите все правильные ответы):

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



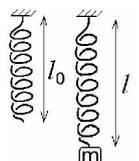
### Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ОПК-2 (контролируемый индикатор достижения компетенции ОПК-2.3)

1. 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)  $p \operatorname{tg} 120^\circ$ ; в)  $p \cos 120^\circ$ ; г)  $p/2$ ; д)  $p$ ; е)  $p \sin 120^\circ$ ; ж)  $2p$ ;

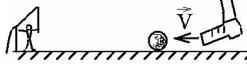
2. В нерастянутом состоянии длина висящей пружины равна  $l_0$ . Экспериментатор подвешивал на ней грузы различной массы и получил следующие результаты зависимости длины растянутой пружины  $l$  от массы  $m$  подвешенного груза:



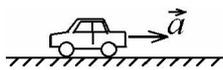
N° измерения	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
масса груза	60	80	120	150	210	300	330	410	440	510

масса $m$ , г										
длина пружины $l$ , см	12,8	13,9	16,0	17,6	21,0	23,5	26,4	30,7	32,1	35,0

Предложите на основании этих данных метод вычисления коэффициента жёсткости пружины и погрешность измерения (определяя доверительный интервал). Ответ представить в виде  $k = \langle k \rangle \pm \Delta k$  Н/м, обосновав все этапы его вывода.



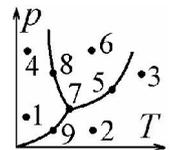
3. Футболист бьёт пенальти. В момент удара нога футболиста имеет скорость  $v$ , а масса бьющей по мячу ноги во много раз больше массы мяча. Предложите способ, позволяющий с помощью законов механики найти скорость мяча после удара и найдите эту скорость.



4. 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.

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

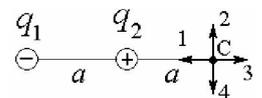
- а) 1; б) 2; в) 3; г) 4; д) 5; е) 6; ж) 7; з) 8; и) 9;  
к) 2 и 3; л) 1 и 4;



### 3 семестр

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

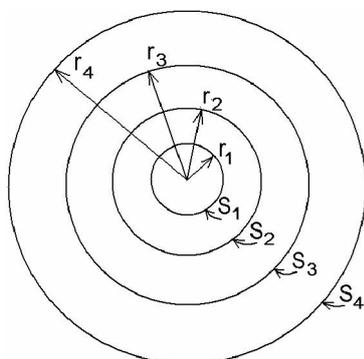
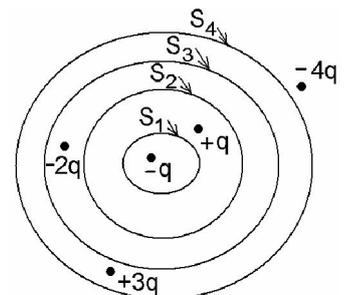
1. Электрическое поле создано точечными зарядами  $q_1$  и  $q_2$ . Если  $q_1 = -q$ ,  $q_2 = +q$ , а расстояние между зарядами и от  $q_2$  до точки С равно  $a$ , то вектор напряженности поля в точке С ориентирован в направлении ...



- а) 1; б) 2; в) 3; г) 4; д) равен 0

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

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

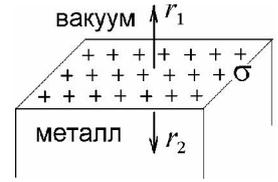


3. В среде, заряженной равномерно с плотностью электрического заряда  $2 \text{ Кл/м}^3$ , проведены четыре сферические замкнутые поверхности  $S_1$ ,  $S_2$ ,  $S_3$  и  $S_4$  с общим центром и с радиусами  $r_1 = 1 \text{ м}$ ,  $r_2 = 2 \text{ м}$ ,  $r_3 = 3 \text{ м}$  и  $r_4 = 4 \text{ м}$  соответственно.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

электростатического поля через поверхности  $S_4$  и  $S_1$  равно:

- а) 1; б) 4; в) 16; г) 64;

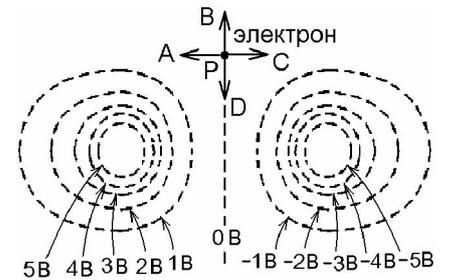
4. По очень протяженной (практически бесконечной) плоской поверхности очень толстой металлической пластины, фрагмент которой показан на рисунке, с одинаковой всюду поверхностной плотностью  $\sigma = \text{const}$  распределен положительный электрический заряд. На расстоянии  $r_1$  с одной стороны поверхности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



$\epsilon_0$  – электрическая постоянная. При этом разность величин (модулей) напряженностей  $E_2 - E_1$  равна:

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

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



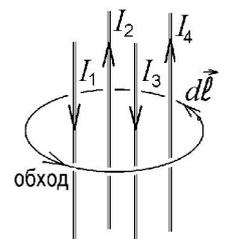
- а) А; б) В; в) С; г) D;



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

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

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



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

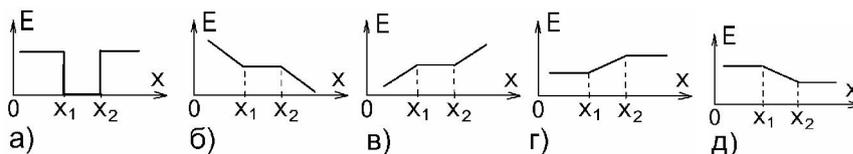
8. Пучок электронов испускается со скоростью  $\vec{v}_0$  из центра 0 кругового проводника вдоль его радиуса. В проводнике создан ток  $I$ , указанный на рисунке. При этом электронный пучок начинает отклоняться в направлении:



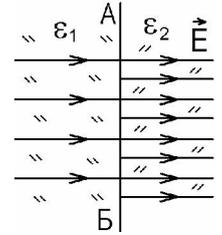
- а) 1; б) 2; в) 3; г) 4;

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

1. 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  $x$ :

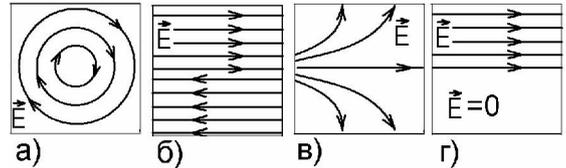


2. Число силовых линий электростатического поля, показанных на рисунке, пропорционально величине напряжённости  $E$  этого поля. Линии  $E$  перпендикулярны к плоской границе АБ раздела двух однородных диэлектрических сред с диэлектрическими проницаемостями  $\epsilon_1$  и  $\epsilon_2$ . Согласно рисунку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

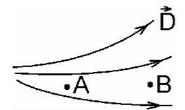


- а)  $\epsilon_2/\epsilon_1 = 2$ ;    б) указанный на рисунке вид линий  $E$  невозможен;  
 в) на границе АБ образуется двойной электрический слой из связанного заряда, причем суммарный заряд этого слоя положителен;  
 г) на границе АБ образуется двойной электрический слой из связанного заряда, причем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

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

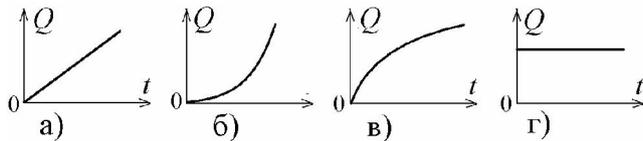
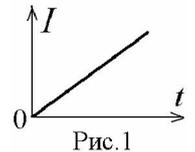


4. На рисунке показаны линии вектора  $D$  электрической индукции электростатического поля в однородной среде. Укажите верное соотношение между плотностью энергии  $w$  такого поля в точках А и В:

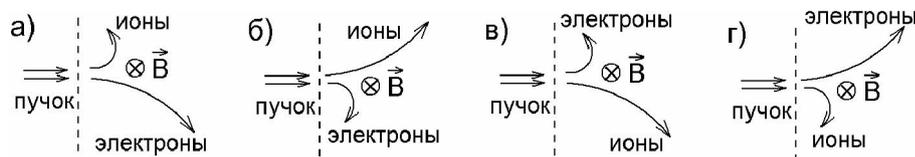


- а)  $w_A > w_B$ ;    б)  $w_A = w_B$ ;    в)  $w_A < w_B$ ;    г) недостаточно данных;

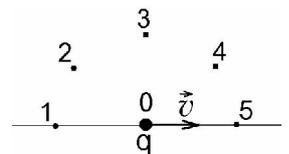
5. Ток  $I$ , текущий по проводнику меняется со временем  $t$  по закону, изображенному на рис.1. Укажите, по какому закону будет меняться со временем  $t$  величина джоулева тепла  $Q$ , выделяющегося в проводнике:



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



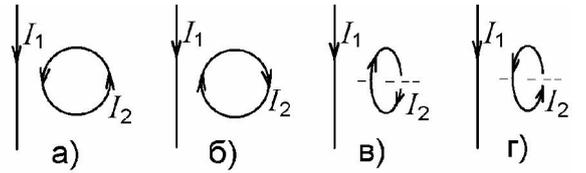
7. Нерелятивистская частица с электрическим зарядом  $q$  движется с постоянной скоростью  $v$  вдоль прямой линии. В какой из указанных на рисунке точек, находящихся на одинаковом расстоянии от точки 0 положения частицы, величина индукции созданного её движением магнитного поля будет иметь наименьшее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



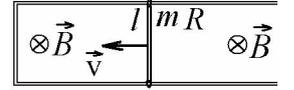
- а) в точке 1    б) в точках 2 и 4    в) в точке 3    г) в точках 1 и 5  
 д) в точке 5

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

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



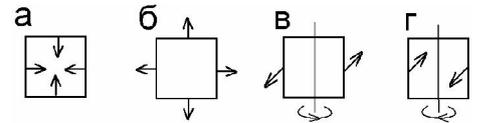
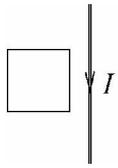
2. П-образная рамка расположена в горизонтальной плоскости, не имеет сопротивления и находится в постоянном однородном магнитном поле, линии индукции  $\vec{B}$  которого перпендикулярны к плоскости рамки и направлены за плоскость рисунка. По рамке без трения может двигаться поперечная перекладина с массой  $m$ , длиной  $l$  и сопротивлением  $R$ . Перекладину толкнули влево с начальной скоростью  $\vec{v}$ . При этом по замкнутому контуру, образованному рамкой и перекладиной будет протекать индукционный ток, величина которого со временем .....



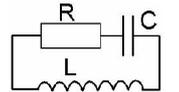
и который обтекает контур ..... (выберите правильное утверждение):

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

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

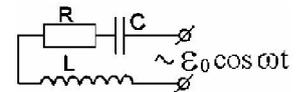


4. В электрическом колебательном контуре с индуктивностью  $L$ , ёмкостью  $C$  и резистором  $R$  происходят собственные затухающие электрические колебания с частотой  $\omega$  и с коэффициентом затухания  $\beta$ . Если величину ёмкости  $C$  увеличить при неизменных величинах  $R$  и  $L$ , то (выберите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



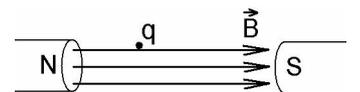
- а)  $\omega$  уменьшается,  $\beta$  не меняется;
- б)  $\omega$  уменьшается,  $\beta$  растёт;
- в)  $\omega$  растёт,  $\beta$  не меняется;
- г)  $\omega$  не меняется,  $\beta$  уменьшается;
- д)  $\omega$  растёт,  $\beta$  уменьшается;
- е)  $\omega$  не меняется,  $\beta$  растёт;

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



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

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



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

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

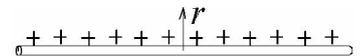
- 1)  $\text{rot } \vec{E} = \frac{\partial \vec{B}}{\partial t}$ ;      2)  $\text{rot } \vec{B} = \frac{\partial \vec{D}}{\partial t} + \vec{j}$ ;      3)  $\text{div } \vec{D} = \rho$ ;      4)  $\text{div } \vec{B} = 0$ ;  
 а) 1 и 4;    б) 2 и 3;    в) 1 и 3;    г) 3 и 4;    д) 2 и 4;    е) 1 и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

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

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

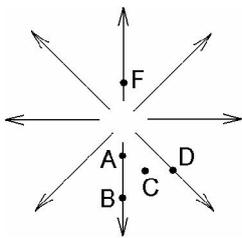
**Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ОПК-2 (контролируемый индикатор достижения компетенции ОПК-2.1)**

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



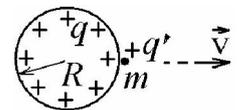
оси провода величина напряженности электрического поля, созданного этим зарядом, равна  $E$ . Если измерить величину напряженности поля на расстоянии  $2r$  от оси провода, то она окажется равной:

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

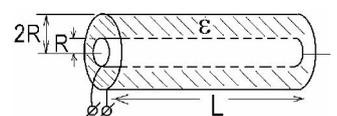
3. Вблизи поверхности закрепленного неподвижного шара, по поверхности которого равномерно распределен электрический заряд  $+q$ , первоначально покоилась свободная частица с массой  $m$  и с положительным зарядом. Удалившись под действием электрических сил со стороны шара на бесконечное расстояние, частица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

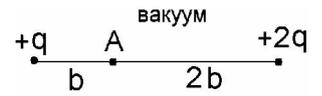
ж) другой ответ;

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:



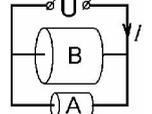
а)  $\varepsilon = \frac{C}{2\pi\varepsilon_0 L}$ ; б)  $\varepsilon = \frac{C}{2\pi\varepsilon_0 R}$ ; в)  $\varepsilon = \frac{C \ln 2}{2\pi\varepsilon_0 L}$ ; г)  $\varepsilon = \frac{2\pi\varepsilon_0 L}{C \ln 2}$ ; д)  $\varepsilon = \frac{L}{4\pi\varepsilon_0 C \ln 2}$ ; е)  $\varepsilon = \frac{C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

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



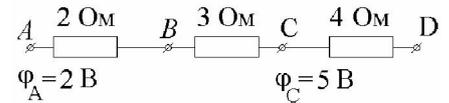
а)  $w_A = \frac{q^2}{128\pi^2 \varepsilon_0 b^4}$ ; б)  $w_A = \frac{q^2}{64\pi^2 \varepsilon_0 b^4}$ ; в)  $w_A = \frac{q^2}{32\pi^2 \varepsilon_0 b^4}$ ; г)  $w_A = \frac{q^2}{16\pi^2 \varepsilon_0 b^4}$ ; д)  $w_A = \frac{q^2}{8\pi^2 \varepsilon_0 b^4}$ ;

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



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

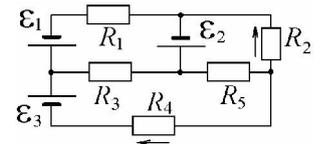
7. В некоторой замкнутой цепи существует участок, состоящий из трех резисторов, соединенных последовательно. В точках соединения резисторов А и С известны потенциалы  $\varphi_A$  и  $\varphi_C$  (см. рис.). Разность потенциалов  $\varphi_D - \varphi_B$  равна...



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

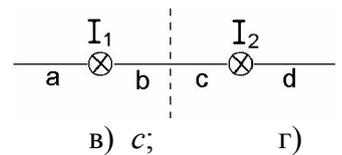
### Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ОПК-2 (контролируемый индикатор достижения компетенции ОПК-2.2)

1. 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;

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



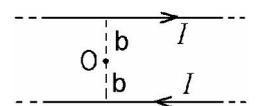
а)  $a$ ;

б)  $b$ ;

в)  $c$ ;

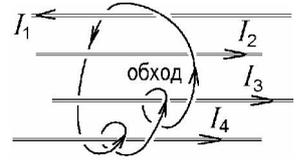
г)  $d$ ;

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



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

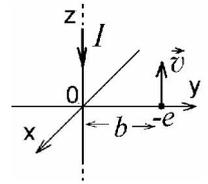
4. Замкнутый контур охватывает прямые проводники с токами  $I_1, I_2, I_3$  и  $I_4$ . Этот контур, направление его обхода и направления токов указаны на рисунке. Укажите, ему равна циркуляция вектора индукции магнитного поля по этому контуру, делённая на магнитную постоянную



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

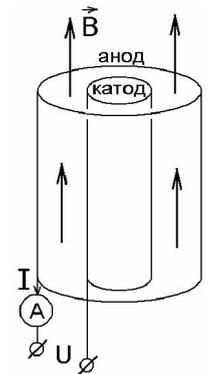
- а)  $I_1 - I_2 - I_3 - I_4$  б)  $-I_1 + I_2 + I_3 + I_4$  в)  $I_1 - I_2 - 2I_3 - 2I_4$  г)  $-I_1 + I_2 + 2I_3 + 2I_4$  д)  $I_1 + I_2 + 2I_3 + 2I_4$  е)  $-I_1 - I_2 - 2I_3 - 2I_4$

5. 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  $v$  в противоположном направлении (см. рисунок). Чему равна проекция на ось  $y$  магнитной силы, действующей на электрон со стороны тока:



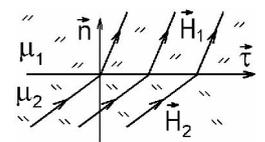
- а)  $F_y = \frac{\mu_0 e I v}{2b}$  б)  $F_y = -\frac{\mu_0 e I v}{2b}$  в)  $F_y = \frac{\mu_0 e I v}{2\pi b}$  г)  $F_y = -\frac{\mu_0 e I v}{2\pi b}$  д)  $F_y = 0$

6. 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  $B$ ;

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

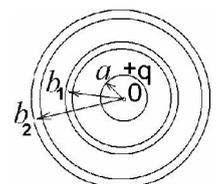


- а) 1 А/м б) 1,5 А/м в) 2,67 А/м г) 4 А/м д) 6 А/м е) другой ответ

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

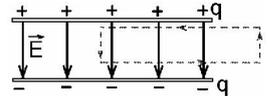
1. Свободная полярная молекула оказалась во внешнем однородном электрическом поле, силовые линии которого перпендикулярны оси  $z$ , и повернулась так, что её электрический дипольный момент принял выражение  $\vec{p}_e = -\vec{i}p_0 + \vec{j}p_0$ , где  $p_0$  – положительная константа, а  $\vec{i}$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

2. На уединенный металлический шар радиуса  $a$  помещен положительный заряд  $+q$ . Шар окружают двумя первоначально незаряженными тонкими ме-

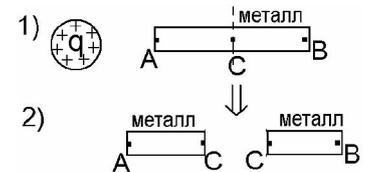


таллическими сферами с радиусами  $b_1$  и  $b_2$ . Между всеми проводниками и снаружи внешней сферы – вакуум. Первый экспериментатор утверждает, что замкнутая металлическая поверхность экранирует электростатическое поле, и поэтому вне первой, а тем более вне второй сферы (при  $r > b_2$ ) поле отсутствует.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

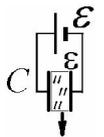
3. Правильно ли изображены линии напряженности  $\vec{E}$  электростатического поля в плоском заряженном конденсаторе? Если да, то чему равна циркуляция вектора  $\vec{E}$  по прямоугольному контуру, изображенному на рисунке штриховой линией, и не нарушает ли полученный результат теорему о циркуляции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



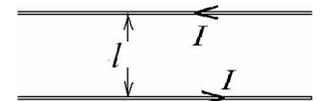
4. В эксперименте первоначально незаряженный металлический стержень  $ACB$  подносят к заряженному телу (1). После этого стержень разделяют на две части  $AC$  и  $CB$ , которые разделяют, и переносят разделенные части на очень большое удаление от заряженного тела (2). Выскажите свое мнение о том, какой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



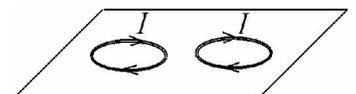
5. Между пластин плоского конденсатора, подключенного к источнику постоянной ЭДС  $\mathcal{E}$ , находился однородный диэлектрик с диэлектрической проницаемостью  $\epsilon$ . При этом ёмкость такого заполненного конденсатора была равна  $C$ . Выскажите свое мнение о том, будет ли диэлектрик выталкиваться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



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



7. На гладкой горизонтальной поверхности рядом лежат два одинаковых витка с одинаковыми по величине и по направлению токами  $I$ . Выскажите свое мнение о том, как будут взаимодействовать друг с другом эти токи: действуют ли между ними силы при-



тяжения? отталкивания? силы взаимодействия равны нулю? Ответ необходимо обосновать с помощью физических законов и формул.

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

#### 4 семестр

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

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



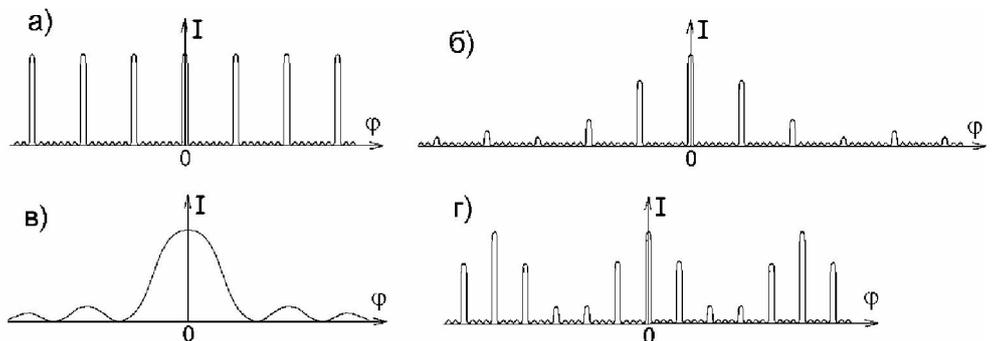
- а) зеленая→синяя→желтая→оранжевая;  
 б) зеленая→желтая→оранжевая→красная;    в) оранжевая→желтая→синяя→зеленая;  
 г) желтая→голубая→зеленая→синяя;    д) красная→оранжевая→желтая→зеленая;  
 е) наблюдаются чередующиеся белые и темные полосы;

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



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

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



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

- а) его ширина 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

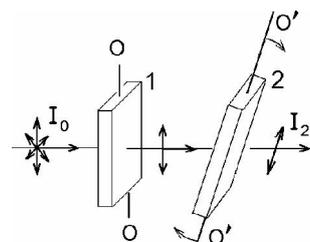
д) его ширина увеличивается, а яркость уменьшается

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

1. 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 0 из-за дифракции света на отверстии наблюдался дифракционный максимум освещенности, расстояние  $l$  должно быть равно (выберите правильный ответ, где  $m$ - целое число):

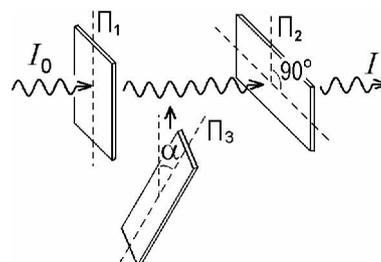
- а)  $\frac{r^2}{\lambda(m + 1/2)}$ ; б)  $\frac{r^2}{2m\lambda}$ ; в)  $\frac{(2m+1)r^2}{\lambda}$ ; г)  $\frac{2mr^2}{\lambda}$ ; д)  $\frac{r^2}{(2m+1)\lambda}$ ; е)  $\frac{(m + 1/2)r^2}{\lambda}$ ;

2. На пути луча естественного света с интенсивностью  $I_0$  установлены две пластинки из турмалина. После прохождения пластинки 1 свет полностью плоскополяризован (см.рисунок). Пластинка 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  $90^\circ$

3. 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;

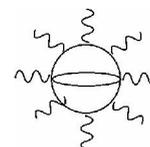
4. Первоначально с единицы поверхности абсолютно черного тела испускалось тепловое излучение с мощностью  $P_0 = 300$  Вт. Затем мощность этого излучения возросла до величины  $P = 1200$  Вт. Определите, во сколько раз изменилась при этом длина волны, на которую приходится максимум теплового излучения:

- 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;

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

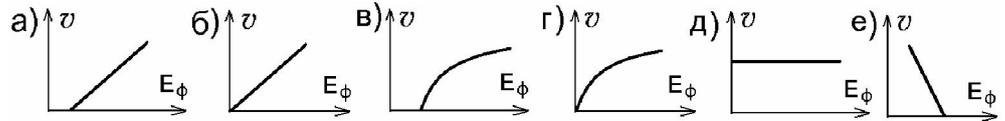
1. Абсолютно черное тело имело форму шара. Затем его объем уменьшили в 8 раз, уменьшив размер диаметра в 2 раза, а температуру  $T$  увеличили в 2 раза. Определите, во сколько раз изменилась величина энергии теплового излучения, испускаемого данным телом по всем направлениям за единицу времени:

- 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;

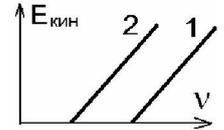


ж) увеличилась в 4 раза;    з) увеличилась в 8 раз;    и) увеличилась в 16 раз;

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



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



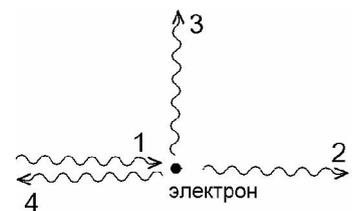
- а) угол наклона обоих графиков к оси  $\nu$  для разных металлов должен быть различным;  
 б) для любых металлов “1” и “2” графики должны совпадать  
 в) работа выхода электрона из металла “1” больше, чем из металла “2”  
 г) работа выхода электрона из металла “1” меньше, чем из металла “2”

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

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

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

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



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

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

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

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

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

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

- а)  $\Delta_{\text{H}}p_x \rightarrow 0$ ; б)  $\Delta_{\text{H}}p_x \rightarrow \hbar$ ; в)  $\Delta_{\text{H}}p_x \rightarrow \infty$ ; г)  $\Delta_{\text{H}}p_x \rightarrow \hbar/2$ ;  
 д) точности измерения  $\Delta_{\text{H}}x \rightarrow 0$  нельзя добиться в принципе;

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

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

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

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

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

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

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

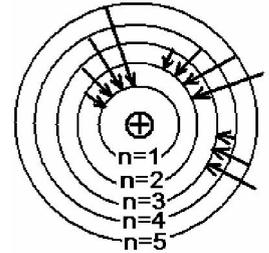
з) нет правильного ответа;

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

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

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

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



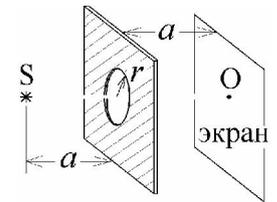
Наибольшему импульсу испущенного фотона в серии Лаймана соответствует следующий переход из тех, что приведены на рисунке:

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

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

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

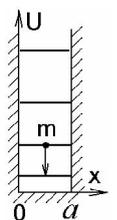
6. Точечный источник монохроматического света с длиной волны  $\lambda$  находится на расстоянии  $a$  от непрозрачной плоской преграды с прорезанным в ней круглым отверстием радиуса  $r$ . За преградой на таком же расстоянии  $a$  установлен параллельный ей экран. При этом расстояние  $a$  имеет **наибольшую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



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

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

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



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

2. Микрочастица с массой  $m$  находится в одномерной потенциальной яме, имея потенциальную энергию  $U = kx^2/2$ , где  $k = \text{const}$ , и может иметь только дискретные разрешенные зна-

чения энергии  $E_n$ , где  $n$  – главное квантовое число. С ростом числа  $n$  расстояние между соседними разрешенными уровнями энергии  $\Delta E = E_{n+1} - E_n$  (укажите верное утверждение):

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

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

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

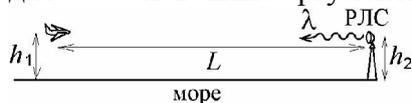
4. Укажите, какая часть атомных ядер радиоактивного вещества распадается за время, равное трем периодам полураспада:

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

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

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

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

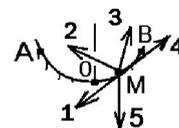


### 3. Оценочные средства (оценочные материалы) для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

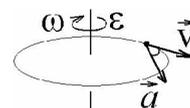
#### 2 семестр

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

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

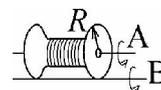


2. Материальная точка начинает вращаться по **круговой** траектории без начальной скорости вокруг закрепленной оси с постоянным угловым ускорением  $\varepsilon$ , и имеет в некоторый момент времени угловую скорость вращения, равную  $\omega$ . Чему в этот момент времени равно отношение  $a_n / a_\tau$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



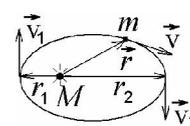
- а)  $\frac{1}{\varepsilon\omega^2}$ ; б)  $\varepsilon\omega^2$ ; в)  $\frac{\varepsilon}{\omega^2}$ ; г)  $\frac{\omega^2}{\varepsilon}$ ; д)  $\frac{\omega}{\varepsilon^2}$ ; е)  $\omega\varepsilon^2$ ; ж)  $\frac{\varepsilon^2}{\omega}$ ; з)  $\frac{1}{\varepsilon^2\omega}$ ;

3. Катушка массы  $m = 1$  кг с радиусом  $R = 3$  м может вращаться либо вокруг оси симметрии А, проходящей через её центр, либо вокруг параллельной оси В, проходящей через край обода катушки (см. рисунок). Момент инерции катушки относительно оси А равен  $I_A = 3$  кг·м<sup>2</sup>. Чему равен момент инерции  $I_B$  относительно оси В?



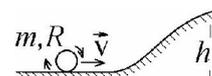
- а) 4 кг·м<sup>2</sup>; б) 6 кг·м<sup>2</sup>; в) 8 кг·м<sup>2</sup>; г) 10 кг·м<sup>2</sup>; д) 12 кг·м<sup>2</sup>; е) 18 кг·м<sup>2</sup>; ж) нет правильного ответа;

4. Планета массой  $m$  движется по эллиптической орбите, в одном из фокусов которой находится звезда массы  $M$ .  $\vec{r}$  – радиус-вектор планеты,  $r_1 = 4 \cdot 10^8$  км,  $r_2 = 6 \cdot 10^8$  км (см. рисунок). Величины скорости планеты в наиболее 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. 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)  $\sqrt{\frac{7v^2}{10g}}$ ;

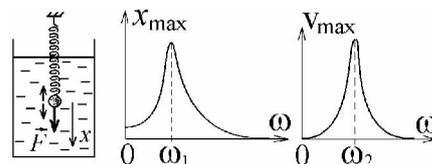
з) нет правильного ответа;

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

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  $x_{\max}$



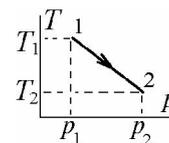
и амплитуды скорости  $v_{\max}$  такого маятника от частоты  $\omega$  показаны на рисунке. Какой может быть величина отношения  $\omega_2 / \omega_1$  частот, указанных на этом рисунке?

- 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:

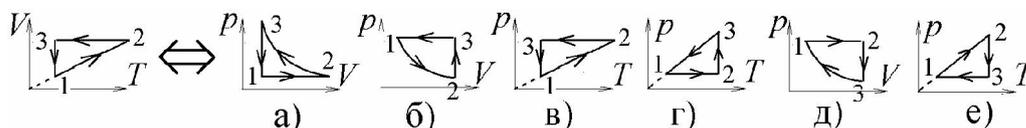
- а)  $10^{-24}$  Дж; б)  $2 \cdot 10^{-24}$  Дж; в)  $4 \cdot 10^{-24}$  Дж; г)  $8 \cdot 10^{-24}$  Дж; д)  $5 \cdot 10^{-23}$  Дж; е) нет правильного ответа;

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



- а) уменьшается в 9 раз; б) уменьшается в 3 раза; в) уменьшается в  $\sqrt{3}$  раз; г) не изменяется; д) увеличивается в  $\sqrt{3}$  раз; е) увеличивается в 3 раза; ж) увеличивается в 9 раз;

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



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?

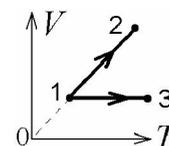
- а) +8 кДж; б) +6 кДж; в) +4 кДж; г) +2 кДж; д) -2 кДж; е) -4 кДж; ж) -6 кДж; з) -8 кДж;

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

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

- а)  $\Delta Q = \frac{3}{2} RT \ln\left(\frac{V}{V+\Delta V}\right)$ ; б)  $\Delta Q = 3RT \ln\left(\frac{V+\Delta V}{V}\right)$ ;  
 в)  $\Delta Q = \frac{5}{2} RT \ln\left(\frac{V}{V+\Delta V}\right)$ ; г)  $\Delta Q = \frac{3}{2} RT \ln\left(\frac{V+\Delta V}{V}\right)$ ; д)  $\Delta Q = 3RT \ln\left(\frac{V}{V+\Delta V}\right)$ ;  
 е)  $\Delta Q = \frac{5}{2} RT \ln\left(\frac{V+\Delta V}{V}\right)$ ; ж) нет правильной формулы;

2. Молярные теплоемкости идеального газа в процессах  $1 \rightarrow 2$  и  $1 \rightarrow 3$  равны  $C_1$  и  $C_2$  соответственно. Их отношение  $C_1/C_2 = 1,33$ . Таким газом может быть (укажите все правильные ответы):



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

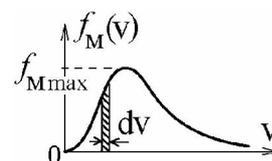
3. Воду, находившуюся при температуре  $20^\circ\text{C}$ , нагрели до  $100^\circ\text{C}$  и превратили в пар той же температуры. Как изменялась энтропия системы вода-пар?

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

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

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

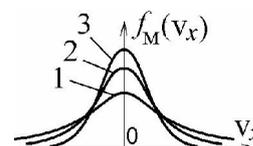
5. На рисунке представлен график распределения молекул идеального газа по величинам скоростей, где  $f_M(v) = dN/Ndv$  доля молекул, скорости которых заключены в интервал скоростей от  $v$  до  $v+dv$  в расчете на единицу этого интервала. При уменьшении температуры газа максимальное значение  $f_{M\max}$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



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

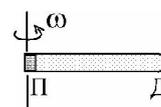
### Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ОПК-2 (контролируемый индикатор достижения компетенции ОПК-2.1)

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



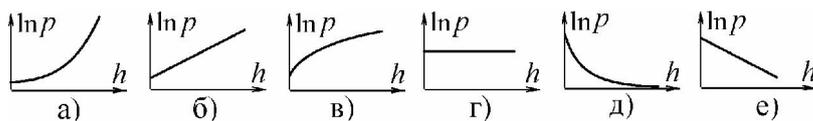
- а) 1; б) 2; в) 3; г) при одинаковой температуре графики должны совпадать;

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



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

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



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

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

ответа;

5. В потоке газа, направленном вдоль вектора  $\vec{n} = \vec{k}$ , происходит наибольшее возрастание величины скорости газа в направлении  $\vec{n}' = \vec{i} + \vec{j}$  (где  $\vec{i}, \vec{j}, \vec{k}$  — единичные векторы (орты))

декартовой системы координат). Перенос импульса направленного движения газа происходит в направлении вектора:

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

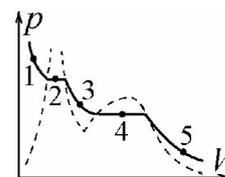
**Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ОПК-2 (контролируемый индикатор достижения компетенции ОПК-2.2)**

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

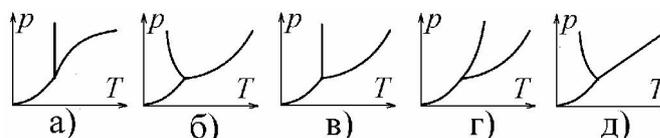
- а)  $T = \text{const}$ ; б)  $T^{3/2} = \text{const} \cdot p$ ; в)  $T = \text{const} \cdot p^2$ ; г)  $p = \text{const} \cdot T^2$ ;  
д)  $p = \text{const} \cdot T$ ; е)  $T = \text{const} \cdot p^{3/2}$ ;

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

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



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



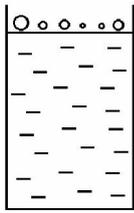
4. Воду, находившуюся при температуре  $20^\circ\text{C}$ , нагрели до  $100^\circ\text{C}$  и превратили в пар той же температуры. Как изменялась энтропия системы вода-пар?

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

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

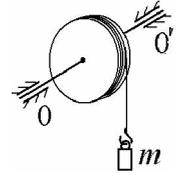
- а) Энтропия всех тел в состоянии равновесия стремится к нулю по мере приближения температуры к нулю Кельвина;  
б) Энтропия термодинамической системы максимальна, если эта система находится в равновесном состоянии;  
в) Единственным результатом процессов, протекающих в термодинамической системе не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

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

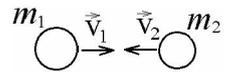


1. В высокий сосуд с растительным маслом одновременно высыпали множество маленьких металлических шариков разного радиуса  $r$ . Проанализируйте процесс падения шариков в жидкости и объясните порядок их падения на дно. Ответ обоснуйте с помощью физических законов и формул.

2. Шкив может вращаться вокруг своей закрепленной горизонтально оси  $OO'$  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  $OO'$  с помощью имеющихся под рукой предметов. Обоснуйте предложенную процедуру формулами, позволяющими вычислить требуемый момент инерции.



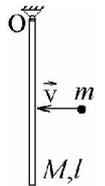
3. При абсолютно упругом соударении двух металлических шариков с массами  $m_1$  и  $m_2$ , двигавшихся навстречу друг другу со скоростями  $v_1$  и  $v_2$ , в момент наибольшего сближения шарики движутся с одной скоростью  $v_0$ , определяемой законом сохранения импульса  $|m_1 v_1 - m_2 v_2| = (m_1 + m_2) v_0$  и только потом разлетаются в стороны.



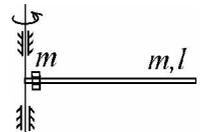
При этом кинетическая энергия меняется на величину  $\Delta E_{\text{кин}} = \frac{m_1 v_1^2}{2} + \frac{m_2 v_2^2}{2} - \frac{(m_1 + m_2) v_0^2}{2} > 0$ .

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.

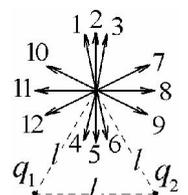


### 3 семестр

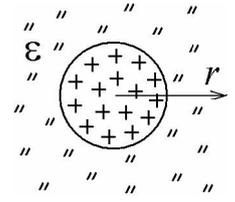
#### Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ОПК-1 (контролируемый индикатор достижения компетенции ОПК-1.1)

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

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

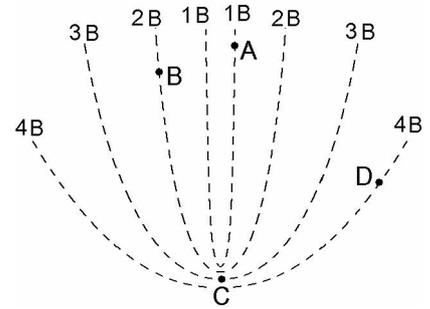


2. По объему шара с одинаковой во всех точках плотностью  $\rho = \text{const}$  распределен электрический заряд. Шар окружен бесконечной диэлектрической средой, имеющей диэлектрическую проницаемость  $\epsilon$ . На расстоянии  $r$  от центра шара (за его пределами) величина напряженности электрического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



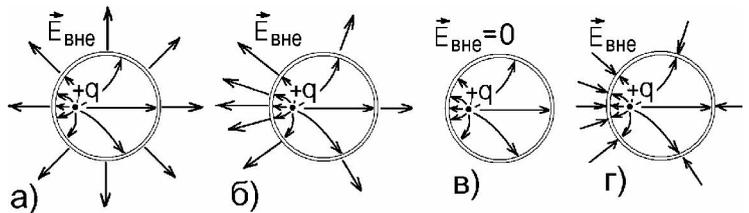
- а) 1; б) 1,41; в) 2; г) 4; д) 8; е) другой ответ;

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



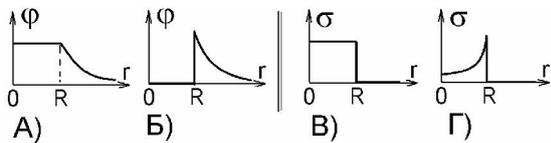
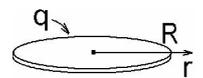
- а) из точки  $D$  в точку  $B$ ; б) из точки  $D$  в точку  $C$ ;  
в) из точки  $D$  в точку  $A$ ; г) из точки  $C$  в точку  $A$ ;

4. Внутри незаряженной полой 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 (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ОПК-1 (контролируемый индикатор достижения компетенции ОПК-1.2)**

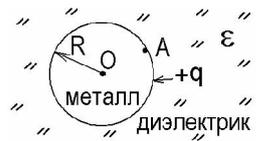
1. На тонкий металлический диск радиуса  $R$  поместили положительный электрический заряд  $q$ . На рисунках указаны зависимости потенциала  $\phi$  и поверхностной плотности заряда  $\sigma$  в зависимости от расстояния  $r$  до центра диска.



Правильными зависимостями будут:

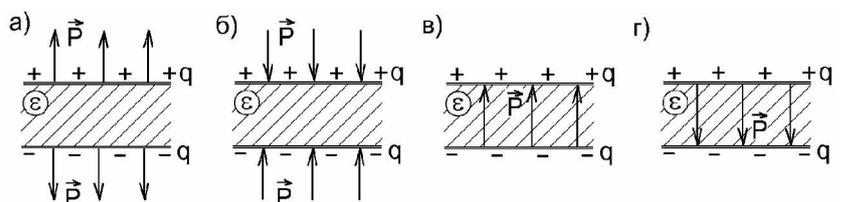
- а) А-В; б) А-Г; в) Б-В; г) Б-Г;

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  $A$  на поверхности шара (на шаре) и в точке  $O$  его центра будет равна:



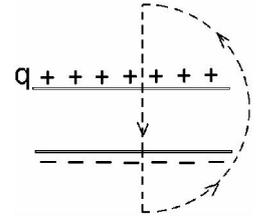
- а)  $+\frac{q}{4\pi\epsilon_0 R^2}$ ; б)  $+\frac{q}{4\pi\epsilon\epsilon_0 R^2}$ ; в)  $+\frac{q}{16\pi\epsilon_0 R^2}$ ;  
г)  $+\frac{q}{16\pi\epsilon\epsilon_0 R^2}$ ; д) 0; е)  $-\frac{q}{4\pi\epsilon_0 R^2}$ ; ж)  $-\frac{q}{4\pi\epsilon\epsilon_0 R^2}$ ; з)  $-\frac{q}{16\pi\epsilon_0 R^2}$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

3. Плоский заряженный конденсатор с зарядом  $q$  на металлических обкладках заполнен диэлектрической



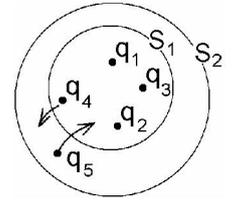
средой с диэлектрической проницаемостью  $\varepsilon = 2$  и находится в вакууме. Выберите рисунок с правильным направлением линий вектора поляризованности  $\vec{P}$ :

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

5. На рисунке показаны две замкнутые поверхности  $S_1$  и  $S_2$ , окружающие точечные заряды  $q_1 = -1$  мкКл,  $q_2 = +2$  мкКл,  $q_3 = -3$  мкКл,  $q_4 = -4$  мкКл и  $q_5 = +4$  мкКл, которые создают электростатическое поле с напряженностью  $\vec{E}$ . Потоки 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  $4 \text{ мкКл} / \varepsilon_0$ ;

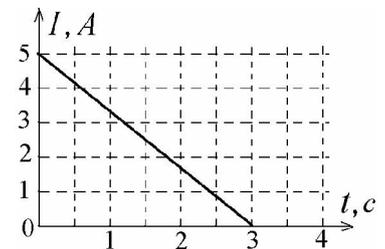
### Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ОПК-1 (контролируемый индикатор достижения компетенции ОПК-1.3)

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

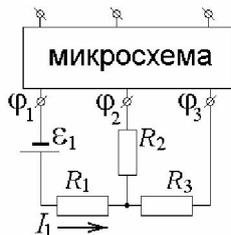
- а)  $j = \frac{\pi r^2 RE}{L}$ ;   б)  $j = \frac{\pi r^2 E}{RL}$ ;   в)  $j = \frac{EL}{\pi r^2 R}$ ;   г)  $j = \frac{\pi r^2 R}{EL}$ ;   д)  $j = \frac{LR}{\pi r^2 E}$ ;

е) другой ответ;

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



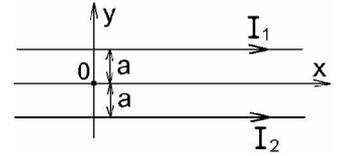
- а) 0,6 Кл   б) 1,67 Кл   в) 5 Кл   г) 7,5 Кл   д) 15 Кл



3. На рисунке представлена часть электрической схемы, для которой известны только некоторые параметры:  $R_1 = 4$  Ом,  $R_3 = 1$  Ом, а источник  $\varepsilon_1 = 3$  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

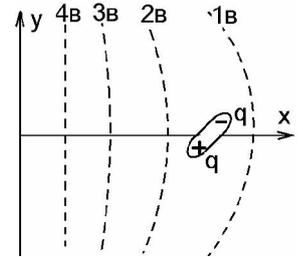
4. Два прямолинейных длинных проводника лежат в плоскости  $xу$ , параллельны оси  $0x$  и расположены на одинаковых расстояниях  $a$  от оси  $0x$ . По проводникам текут однонаправленные токи, причем  $I_1 = 2I_2$ . Суммарная индукция  $\vec{B}$  магнитного поля этих токов равна нулю в точке с координатами:



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

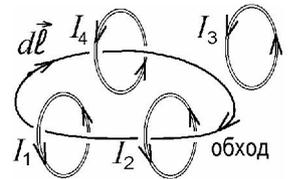
5. Потенциал электростатического поля на плоскости  $xу$  задан формулой  $\varphi = kxy$ , где  $k = 1 \text{ В/м}^2$ . Нарисуйте картину силовых линий электростатического поля в области  $x \geq 0, y \geq 0$ . Ответ обосновать и подтвердить формулами или законами физики.

6. На плоскости  $xу$  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.

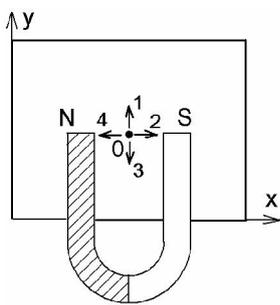


**Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ОПК-2 (контролируемый индикатор достижения компетенции ОПК-2.1)**

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

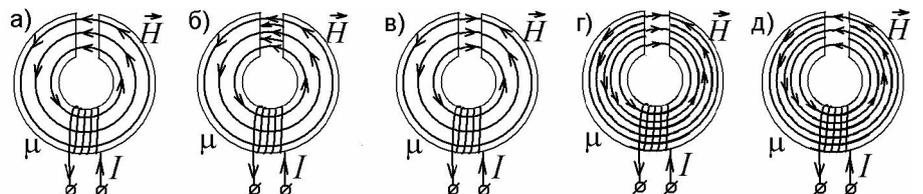


- а)  $I_1 - I_2 + I_4$ ; б)  $-I_1 + I_2 - I_4$ ; в)  $I_1 + I_2 - I_4$ ; г)  $-I_1 - I_2 + I_4$ ; д)  $I_1 + I_2 + I_3 - I_4$ ;  
 е)  $I_1 + I_2 - I_3 - I_4$ ; ж)  $-I_1 - I_2 + I_3 + I_4$ ; з)  $-I_1 - I_2 - I_3 + I_4$

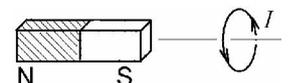


2. Светящееся пятно, образованное сфокусированным лучом на экране  $xу$  осциллографа, находилось в точке  $0$ . К пятну, как показано на рисунке, подносят подковообразный магнит. Определите, в какую сторону сместится светящееся пятно: а) 1 б) 2 в) 3 г) 4

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

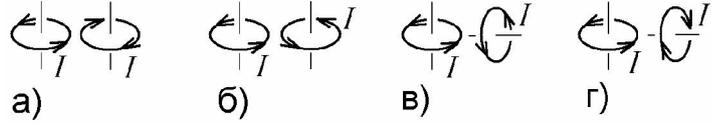


4. Постоянный магнит и перпендикулярный к его оси круговой виток с током  $I$  неподвижны друг относительно друга. Как при этом действует на виток магнитная сила со стороны магнита?



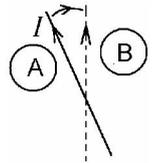
а) она притягивает виток к магниту; б) она отталкивает виток от магнита; в) она стремится сместить виток вбок; г) она равна нулю, так как виток и магнит неподвижны;

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



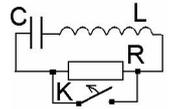
**Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ОПК-2 (контролируемый индикатор достижения компетенции ОПК-2.2)**

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



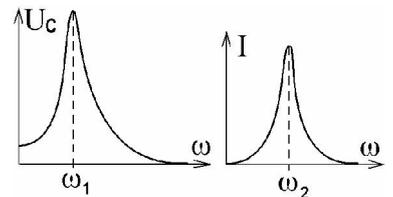
- а) в кольцах А и В потечет против часовой стрелки;  
 б) в кольцах А и В потечет по часовой стрелке;  
 в) в кольце В - по часовой стрелке, а в кольце А - против часовой стрелки;  
 г) в кольце А - по часовой стрелке, а в кольце В - против часовой стрелки;

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



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

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

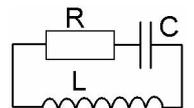


- а)  $5 \cdot 10^5 \text{ с}^{-1}$ ; б)  $10^6 \text{ с}^{-1}$ ; в)  $1,41 \cdot 10^6 \text{ с}^{-1}$ ; г)  $1,72 \cdot 10^6 \text{ с}^{-1}$ ; д)  $2 \cdot 10^6 \text{ с}^{-1}$ ; е)  $3 \cdot 10^6 \text{ с}^{-1}$ ;

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

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

5. Собственные затухающие колебания в электрическом колебательном контуре с сопротивлением  $R$ , индуктивностью  $L$  и ёмкостью  $C$  описываются

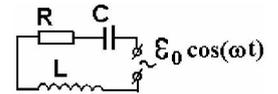


уравнением  $q(t) = A e^{-\beta t} \sin(\omega t + \varphi)$ , где  $\beta = \frac{3}{5} \frac{1}{\sqrt{LC}}$ . Во сколько раз

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

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

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



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

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

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

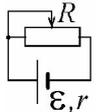
$$1) \oint_L \vec{E} d\vec{l} = - \int_s \frac{\partial \vec{B}}{\partial t} d\vec{S}; \quad 2) \oint_L \vec{B} d\vec{l} = \int_s \frac{\partial \vec{D}}{\partial t} d\vec{S} + \int_s \vec{j} d\vec{S}; \quad 3) \oint_s \vec{E} d\vec{S} = \int_v \rho dV; \quad 4) \oint_s \vec{B} d\vec{S} = 0:$$

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

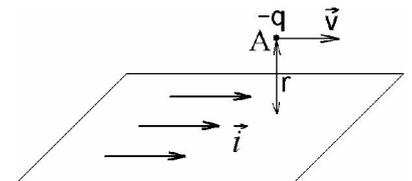
2. В плоской электромагнитной волне, распространяющейся в вакууме, в некоторый момент времени вектор напряженности электрического поля направлен вдоль вектора  $\vec{k}$ , а вектор напряженности магнитного поля – **против** вектора  $\vec{i}$ , где  $\vec{i}$ ,  $\vec{j}$ ,  $\vec{k}$  – орты декартовой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

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

3. 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.

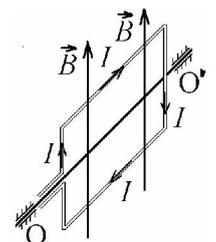


4. По бесконечной плоскости, участок которой показан на рисунке, течет однородный постоянный электрический ток с поверхностной плотностью  $\vec{i}$ . Над плоскостью на расстоянии  $r$  параллельно направлению тока летит со скоростью  $\vec{v}$  частица с отрицательным зарядом  $-q$ . Выскажите свое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

5. 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 мо-

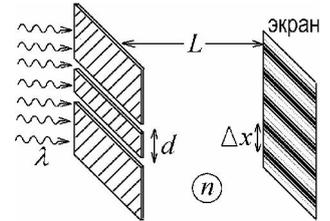


жет вращаться без трения вокруг оси  $OO'$ . Экспериментатор считает, что рамка не будет двигаться, поскольку индукция  $\mathbf{B}$  магнитного поля всюду одинакова, а ток течет по противоположным сторонам рамки в разные стороны. Выскажите свое мнение о том, прав ли этот экспериментатор? Если да, то 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 семестр

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

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



- а) уменьшается в 4 раза;                      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  $m = 1, 2, 3, 4, \dots$ ).

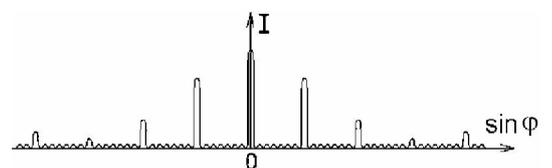


- а)  $\frac{2dn}{m}$ ; б)  $\frac{dn}{m}$ ; в)  $\frac{2dn_c}{m}$ ; г)  $\frac{2dn}{(2m+1)}$ ; д)  $\frac{2dn_c}{m+1/2}$ ; е)  $\frac{2dn}{m+1/2}$ ; ж)  $\frac{2d}{n(2m+1)}$ ;

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 по-



стоянную решетки уменьшить в 2 раза, а длину волны падающего света увеличить в 2 раза (укажите правильный ответ):

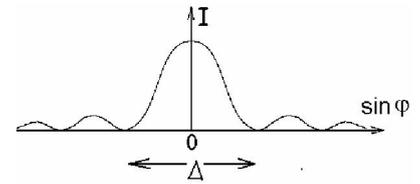
- а) увеличатся в 4 раза; б) увеличатся в 2 раза; в) не изменятся; г) уменьшатся в 2 раза; д) уменьшатся в 4 раза;

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

1. 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):

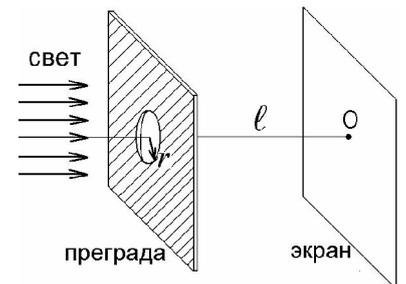
- а) ширина главных интерференционных максимумов уменьшится  
 б) ширина главных интерференционных максимумов не изменится  
 в) ширина главных интерференционных максимумов увеличится  
 г) интерференционные максимумы раздвинутся от центра интерференционной картины  
 д) интерференционные максимумы сдвинутся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

2. 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):



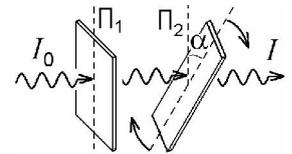
- а) увеличится в 4 раза; б) увеличится в 2 раза; в) не изменится; г) уменьшится в 2 раза; д) уменьшится в 4 раза;

3. Монохроматический свет с длиной волны  $\lambda$  падает нормально на плоскую преграду с прорезанным круглым отверстием радиуса  $r$ . Параллельный экран установлен за преградой на **самом большем 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;

4. 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:



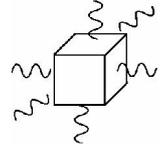
- а)  $0 \leq I \leq I_0$ ; б)  $0 \leq I \leq \frac{I_0}{4}$ ; в)  $0 \leq I \leq \frac{I_0}{2}$ ; г)  $0 \leq I \leq \frac{3I_0}{4}$ ; д) другой ответ;

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

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

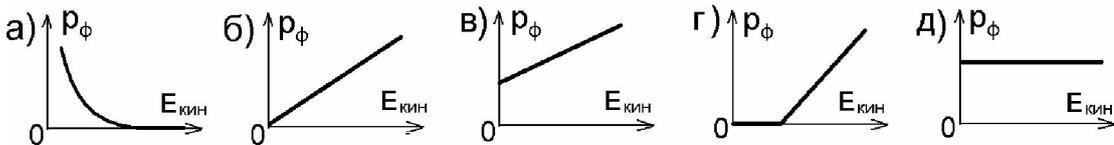
- а) всегда черный при любых условиях; б) меняется от красного к желтому при нагревании до больших температур; в) меняется от красного к желтому при охлаждении тела, нагретого до большой температуры; г) абсолютно черное тело не имеет цвета;

2. 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?

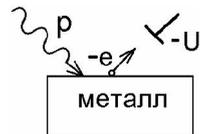


- а) уменьшилась в 16 раз; б) уменьшилась в 8 раз; в) уменьшилась в 4 раза; г) уменьшилась в 2 раза; д) не изменилась; е) увеличилась в 2 раза; ж) увеличилась в 4 раза; з) увеличилась в 8 раз; и) увеличилась в 16 раз;

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



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



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

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

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

5. Проводя измерения различных параметров микрочастицы измеряют её:

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

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

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

1. Одномерный квантовый гармонический осциллятор с массой  $m$  имеет потенциальную энергию  $U(x) = kx^2/2$ . Если  $\hbar = 1,055 \cdot 10^{-34}$  Дж·с, то правильным уравнением, позволяю-

шим вычислить волновую функцию  $\psi(x)$  осциллятора и разрешенные значения его полной энергии  $E$ , будет уравнение (укажите правильный ответ):

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

1. Все рассматриваемые подоболочки атома урана **заполнены электронами полностью**. Чему равно отношение числа электронов в  $4f$ -подоболочке к числу электронов в  $2p$ -подоболочке (укажите правильный ответ)?

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

2. Укажите обозначение подоболочки многоэлектронного атома, записанное с ошибкой:

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

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

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

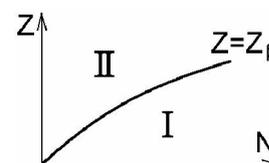
4. В результате ядерных распадов испускаются: 1)  $\alpha$ -излучение; 2)  $\beta$ -излучение; 3)  $\gamma$ -излучение; 4) нейтроны. Среди перечисленных продуктов распада **наименьшей** проникающей способностью обладает (укажите правильный ответ):

а) 1; б) 2; в) 3; г) 4;

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

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

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



а) в области II ( $Z < Z_\beta$ ) ядра испытывают  $\beta^-$ -распад;

б) в области I ( $Z > Z_\beta$ ) ядра испытывают  $\beta^-$ -распад;

в) в области I ( $Z > Z_\beta$ ) ядра испытывают  $\beta^+$ -распад;

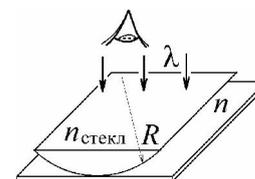
г) в обеих областях I и II ядра испытывают  $\beta^+$ -распад;

д) в обеих областях I и II ядра испытывают  $\beta^-$ -распад;

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

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.

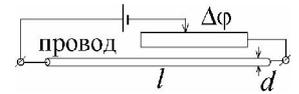
2. На стеклянной пластинке с показателем преломления стекла  $n_{\text{стекл}}$  лежит цилиндрическая плоско-выпуклая линза из такого же стекла. На линзу сверху нормально падает свет с длиной волны  $\lambda$  (см. рисунок). Пространство между линзой и пластинкой заполнено средой с показателем преломления  $n$ . 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.



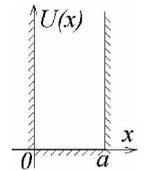
3. Два одинаковых поляроида (это тонкая прозрачная пленка-поляризатор, пропускающая плоскополяризованный свет) расположены так, что не пропускают падающий на них луч естественного солнечного света с интенсивностью  $I_0$ , и расположенный за поляроидами детектор не фиксирует света. Выскажите свое мнение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

тор? 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.

4. 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.



5. 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.

6. 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.

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

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

Занятия указанного типа не предусмотрены основной профессиональной образовательной программой.