МИНОБРНАУКИ РОССИИ

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

Естественнонаучный институт
Кафедра «Физики»

Утверждено на заседании кафедры
«Физики»
«3» февраля 2020 г., протокол № 6

Заведующий кафедрой

_____Р.Н. Ростовцев

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ (ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ) ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)
«Физика»
основной профессиональной образовательной программы высшего образования – программы бакалавриата

по направлению подготовки
21.03.02 Землеустройство и кадастры

с направленностью (профилем)
Кадастр недвижимости

Форма обучения: очная, заочная

Идентификационный номер образовательной программы: 210302-01-20

Тула 2020 год

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ
рабочей программы дисциплины (модуля)

Разработчик:

Горбунова О.Ю., доцент, к.т.н. _____
(ФИО, должность, ученая степень, ученое звание) (подпись)

1. Описание фонда оценочных средств (оценочных материалов)

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

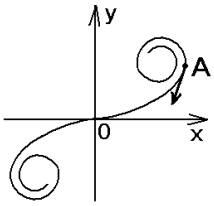
Полные наименования компетенций и индикаторов их достижения представлены в общей характеристике основной профессиональной образовательной программы.

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

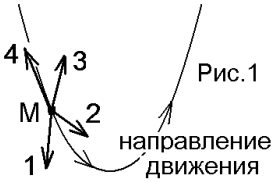
2 семестр

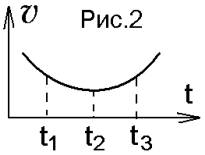
Перечень контрольных заданий и вопросов для оценки сформированности компетенции ОПК-1 (контролируемый индикатор ОПК-1.1)

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

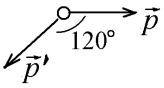


2. Материальная точка М движется по параболе (рис.1) в направлении, указанном стрелками. График изменения величины (модуля) её скорости приведен на рис.2. На рис.1 показано положение точки М в момент времени t_3. Укажите на этом рисунке направление силы, действующей на точку М в этот момент времени t_3: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



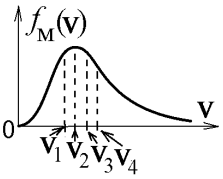


3. На тело, имевшее импульс $\vec{p}$ в течение очень короткого времени Δt действовала сила большая сила $\vec{F}$. После окончания действия силы тело летит под углом 120° к направлению первоначального движения с импульсом, величина которого равна величине первоначального импульса тела: $|\vec{p}\,'|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



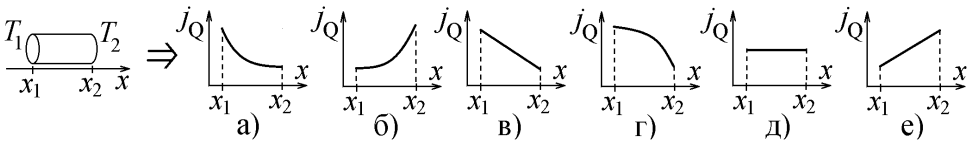
а) 0; б) $p\,\mathrm{tg}120^{\circ}$; в) $p\cos 120^{\circ}$; г) p/2; д) p; е) $p\sin 120^{\circ}$; ж) 2p;

4. На рисунке представлен график функции распределения Максвелла молекул идеального газа по величинам скоростей. Среди отмеченных на нем скоростей v_i имеются величины средней, средней квадратичной и наиболее вероятной скорости молекул газа. Безразмерное отношение

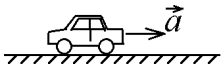


$v_3 \cdot v_4 / (v_2)^2$ равно: а) $\sqrt{\frac{3\pi^2}{32}}$; б) $\sqrt{\frac{8}{\pi}}$; в) $\sqrt{\frac{3\pi^2}{64}}$; г) $\sqrt{\frac{16}{9\pi}}$; д) $\sqrt{\frac{3\pi}{16}}$; е) $\sqrt{\frac{6}{\pi}}$; ж) $\sqrt{\frac{8}{9\pi}}$; з) $\sqrt{\frac{8\pi}{3}}$; и) другой ответ;

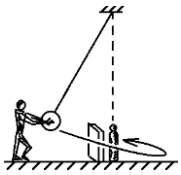
5.Материал стержня, изображенного на левом рисунке, имеет всюду одинаковый, не зависящий от температуры коэффициент теплопроводности. Концы стержня поддерживаются при разных температурах $T_1 = 400$ К и $T_2 = 300$ К. Укажите правильный график зависимости величины плотности потока тепла j_Q от расстояния x вдоль его оси:



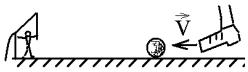
6. Стоявшая автомашина начинает двигаться с ускорением $\vec{a}$. Первый наблюдатель считает, что причиной этого является трение колес о поверхность дороги, поскольку других сил, тянущих автомобиль вперед нет. Второй уверен в том, что трение может только затормозить движение автомобиля, но никак не ускорить.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



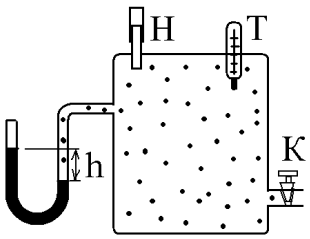
7. В аттракционе человек должен отвести тяжелый шар, подвешенный на шнуре и толкнуть его так, чтобы во время возвратного движения шар сбил кеглю, стоящую прямо под точкой, в которой шнур подвешен к потолку (перед кеглей стоит препятствие, не позволяющее сбить её прямым ударом). Оценить возможность сбить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



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



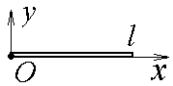
9. Имеется металлический стержень, который можно подвесить за крючок на конце. Линейки под рукой нет, но имеются часы. Предложите процедуру определения длины стержня с помощью имеющихся часов. Обоснуйте предложенную процедуру формулами, позволяющими вычислить требуемую длину стержня.



10. В трубку U-образного манометра, соединенного с сосудом, залита жидкость с неизвестной плотностью $\rho_ж$. Поэтому можно измерить разность уровней h жидкости в манометре, но нельзя определить разность давлений $\Delta p = \rho_ж g h$ внутри и вне сосуда. С помощью насоса Н можно закачать в сосуд воздух под большим давлением. С помощью крана К можно быстро выпустить закачанный воздух. Термометр Т позволяет точно определить температуру воздуха в сосуде. Известно, что показатель адиабаты воздуха $\gamma = 1,4$, а атмосферное давление равно $p_{атм}$. Предложите процедуру определения плотности $\rho_ж$

неизвестной жидкости с помощью данных измерительных приборов. Обоснуйте предложенную процедуру формулами, позволяющими вычислить требуемый результат.

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



1. Тонкий стержень постоянного сечения длиной l лежит на оси x и его левый конец совпадает с началом координат O. Линейная плотность вещества, из которого сделан стержень, зависит от координаты x по закону $\rho = \rho_0 \left(\frac{x}{l}\right)^8$. Рассчитать момент инерции стержня относительно оси y. $\rho_0 = 9$ кг/м, $l = 2$ м.

а) 24 кг·м^2; б) 22 кг·м^2; в) 20 кг·м^2; г) 18 кг·м^2; д) 16 кг·м^2.

2. Частица движется так, что ее скорость зависит от времени по закону $\vec{v}(t) = \vec{i} \cdot A\frac{t}{\tau} + \vec{j} \cdot B\left(\frac{t}{\tau}\right)^2$, где A, B – постоянные величины, $\vec{i}, \vec{j}$ – единичные орты в декартовой системе координат. Чему станет равна величина полного ускорения частицы в момент времени $t = 1$ с, если $\tau = 1$ с. A = 5 м/с, B = 7 м/с.

а) 10,9 м/с^2; б) 12,9 м/с^2; в) 14,9 м/с^2; г) 16,9 м/с^2; д) 18,9 м/с^2 ;

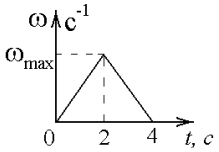
3. Частица начала свое движение из начала координат, и ее скорость зависит от времени по закону $\vec{v}(t) = \left(\vec{i} \cdot A + \vec{j} \cdot B\right)\left(\frac{t}{\tau}\right)^4$, где A, B – постоянные величины, $\vec{i}, \vec{j}$ – единичные орты в декартовой системе координат. Какой путь проделает частица за время $t = 1$ с, если $\tau = 1$ с. A = 3 м/с, B = 4 м/с.

а) 2,5 м; б) 2,0 м; в) 1,5 м; г) 1,0 м; д) 0,5 м;

4. Частица из состояния покоя начала двигаться по дуге окружности радиуса $R = 1$ м так, что угол поворота зависит от времени по закону $\varphi = A \cdot \left(\frac{t}{\tau}\right)^5$. Найти нормальное ускорение частицы через время $t = 1$с, если $\tau = 1$ с. A = 3 рад.

а) 256 м/с^2; б) 225 м/с^2; в) 196 м/с^2; г) 169 м/с^2; д) 144 м/с^2;

5.



Диск вращается с угловой скоростью, зависимость от времени которой задается графиком.

Найти угол поворота диска (в радианах) за $t = 4$ с, если $\omega_{max} = 3$ с$^{-1}$.

а) 2 рад; б) 3 рад; в) 4 рад; г) 5 рад; д) 6 рад;

6. Частица движется в плоскости так, что ее импульс зависит от времени по закону $\vec{p}(t) = \vec{i} \cdot A\frac{t}{\tau} + \vec{j} \cdot B\left(\frac{t}{\tau}\right)^3$, где A, B – постоянные величины, $\vec{i}, \vec{j}$ – единичные орты в декартовой системе координат. Найти модуль силы, действующей на частицу в момент времени $t = 1$ с, если $\tau = 1$ с, $A = 4$ кг·м/с, $B = 5$ кг·м/с.

а) 11,5 Н; б) 13,5 Н; в) 15,5 Н; г) 17,5 Н; д) 19,5 Н;

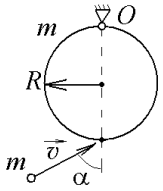
7. Некоторое тело вращается вокруг закрепленной оси без трения. Его момент импульса относительно оси вращения зависит от времени по закону $L = A\left(\frac{t}{\tau}\right)^3$. Через время t =1 с тело имеет угловое ускорение ε. Найти момент инерции тела, если τ =1 с. $A = 4\ \frac{\text{кг} \cdot \text{м}^2}{\text{с}}$, ε = 5 рад/с^2.

а) 0,4 кг·м^2; б) 2,4 кг·м^2; в) 4,4 кг·м^2; г) 6,4 кг·м^2; д) 8,4 кг·м^2;

8. Мощность машины зависит от времени по закону $N = B\left(\frac{t}{\tau}\right)^3$. Найти работу, произведенную машиной за промежуток времени $0 < t < 1$ с, если $\tau = 1$ с. B = 4 Вт.

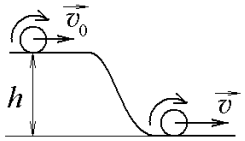
а) 5 Дж; б) 4 Дж; в) 3 Дж; г) 2 Дж; д) 1 Дж

9.



Тонкий однородный диск массы m и радиуса R может вращаться в вертикальной плоскости вокруг горизонтальной оси, проходящей через его край O. Под углом α к вертикали в плоскости вращения диска движется маленький пластилиновый шарик такой же массы m со скоростью $\vec{v}$. Шарик прилипает к нижней точке висящего неподвижно диска, и система приобретает угловую скорость вращения ω. Найти радиус диска. m = 6 кг, ω = 7 рад/с, v = 8 м/с, α = 30°.

а) 0,01 м; б) 0,11 м; в) 0,21 м; г) 0,31 м; д) 0,41 м;



10. Тонкий однородный диск массы m и радиуса R скатывается без проскальзывания с горки высоты h, совершая плоское движение. Начальная скорость центра масс диска равна $\vec{v}_0$. Найдите угловую скорость вращения диска после того, как он скатится с горки. Сопротивлением воздуха пренебречь. m = 4 кг, R = 5 м, v_0 = 6 м/с, h = 7 м, g = 10 м/с.

а) 5,27 с$^{-1}$; б) 4,27 с$^{-1}$; в) 3,27 с$^{-1}$; г) 2,27 с$^{-1}$; д) 1,27 с$^{-1}$;

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

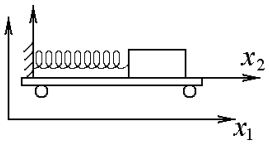
1. Идеальный двухатомный газ находится в закрытом сосуде при очень низкой температуре, когда вращательные степени свободы не возбуждены. Средняя энергия одной молекулы при этом равна $\langle E_1 \rangle$. Во сколько раз увеличится средняя энергия молекулы при возбуждении всех вращательных степеней свободы без возбуждения колебательных степеней свободы. Температура при этом увеличилась в 2 раза.

$\langle E_1 \rangle$ = 3·10^{-21}Дж.

а) 1,33 раза; б) 3,33 раза; в) 4,33 раза; г) 5,33 раза; д) 6,33 раза;

2. Грузик массой m прикреплен к пружине жесткости k и совершает незатухающие гармонические колебания в горизонтальной плоскости. Максимальная скорость, которую может приобрести грузик во время движения равна v_0. В начальный момент грузик находился в положении равновесия. За какое время его кинетическая энергия уменьшится в 4 раза?. m = 2 кг, k = 3 Н/м; v_0 = 4 м/с.

а) 0,86 с; б) 1,6 с; в) 2,8 с; г) 3,6 с; д) 4,8 с ;



3. Невесомая пружинка одним концом прикреплена к тележке, а другим – к бруску, лежащему на тележке. Брусок совершает горизонтальные гармонические колебания относительно тележки по закону $x_2 = A\cos(\omega t + \varphi_2)$. Тележка в свою очередь совершает гармонические колебания с той же частотой в том же направлении относительно земли по закону $x_1 = B\cos(\omega t + \varphi_1)$. Найдите амплитуду (в см) колебаний бруска относительно земли. A = 2 см, B = 3 см, $\varphi_1 = \frac{\pi}{3}$, $\varphi_2 = \frac{\pi}{4}$

а) 4,96 см; б) 5,96 см; в) 6,96 см; г) 7,96 см; д) 8,96 см;

4. Космическая станция движется вдоль оси x со скоростью v_1. При проведении эксперимента космонавт заметил, что из радиоактивного источника вылетела α-частица со скоростью v_2 в направлении движения станции. Найти скорость частицы, относительно неподвижного наблюдателя. Скорость света в вакууме c=3·10^8 м/с.

$v_1 = 0{,}1 \cdot c$, $v_2 = 0{,}5 \cdot c$

а) 0,7·10^8 м/с; б) 1,1·10^8 м/с; в) 1,3·10^8 м/с; г) 1,7·10^8 м/с; д) 2,7·10^8 м/с;

5. В воздушном шарике находится один моль одноатомного идеального газа. Газ расширяется от объема V_1 до объема V_2, при этом его объем меняется по закону $V = V_1\left(\frac{T}{T_0}\right)^{1/6}$.

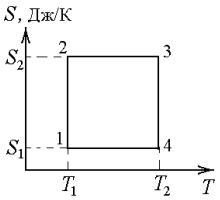
Найти работу (в кДж), совершенную газом в этом процессе. Универсальная газовая постоянная $R = 8{,}31 \text{Дж/моль}\cdot\text{К}$. T_0 = 600 К; V_1= 1 м^3; V_2=2 м^3.

а) 22,4 кДж; б) 32,4 кДж; в) 42,4 кДж; г) 52,4 кДж; д) 62,4 кДж;

6. Теплоемкость одного моля идеального двухатомного газа зависит от температуры по закону $C = C_0 \exp\left(\frac{T}{T_0}\right)$. Найти работу, совершенную газом, при изменении температуры газа от T_0 до T_1. Универсальная газовая постоянная R = 8,3 Дж/моль·К;

C_0=1 Дж/К; T_0=400 К; $T_1 = 2T_0$.

а) 4,4 кДж; б) –4,4 кДж; в) –6,4 кДж; г) 6,4 кДж ; д) –9,4 кДж;



7. Тепловая машина совершает циклический процесс 1–4–3–2–1, изображенный на графике в координатах S – T. Найти коэффициент полезного действия тепловой машины.

T_1 = 400 К; T_2 = 600 К;

S_1 = 1 Дж/К; S_2 = 5 Дж/К.

а) 0,333; б) 0,444; в) 0,555; г) 0,666; д) 0,777;

8. На берегу моря атмосферное давление составляет p_0, а температура воздуха t. Найти давление p на высоте H над уровнем моря, считая температуру одинаковой на разных высотах. Молярная масса воздуха μ = 29 г/моль. Универсальная газовая постоянная $R = 8{,}31 \text{Дж/моль}\cdot\text{К}$. $p_0 = 10^5$ Па; $t = 27$ °С; H = 4 км; g = 10 м/с^2.

а) 2,3·10^4 Па; б) 3,3·10^4 Па; в) 4,3·10^4 Па; г) 5,3·10^4 Па; д) 6,3·10^4 Па;

9. Идеальный газ находился в закрытом сосуде, а средняя квадратичная скорость молекул была равна $v_{кв}$. Потом температура газа была изменена так, что средняя вероятная скорость молекул стала равна $v_{вер}$. Найти отношение частоты ударов молекул о единичную площадку в первом и во втором состояниях ν_1/ν_2.

$v_{кв}$=650 м/с; $v_{вер}$=450 м/с. а) 0,48; б) 1,18; в) 1,78; г) 2,38; д) 2,78;

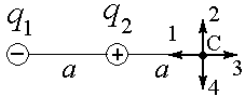
10. Один моль кислорода (μ = 32 г/моль) находится в сосуде под поршнем. Длина свободного пробега молекул равна λ_1. При неизменном давлении температура увеличилась в *3* раза, а длина свободного пробега становится равной λ_2. Считая эффективный диаметр молекул неизменным, найти отношение λ_2/λ_1.

а) 2; б) 0,25; в) 4; г) 3; д) 0,333;

3 семестр

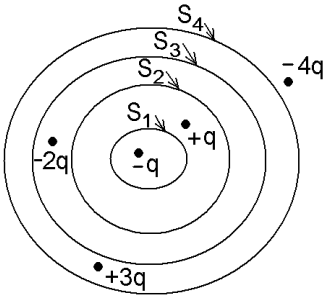
Перечень контрольных заданий и вопросов для оценки сформированности компетенции ОПК-1 (контролируемый индикатор ОПК-1.1)

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



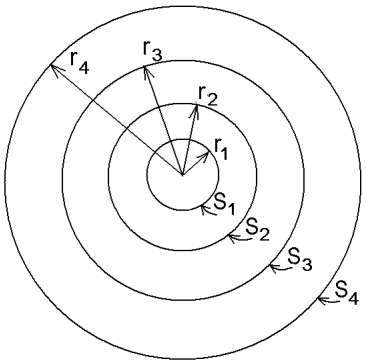
а) 1; б) 2; в) 3; г) 4; д) равен 0

2. Дана система точечных зарядов в вакууме и замкнутые поверхности S_1, S_2, S_3 и S_4. Через какую поверхность поток



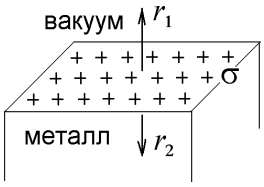
вектора напряженности электростатического поля, созданного этими зарядами, равен $-2q/\varepsilon_0$:

а) S_1; б) S_2; в) S_3; г) S_4;



3. В среде, заряженной равномерно с плотностью электрического заряда 2 Кл/м^3, проведены четыре сферические замкнутые поверхности S_1, S_2, S_3 и S_4 с общим центром и с радиусами $r_1 = 1$ м, $r_2 = 2$ м, $r_3 = 3$ м и $r_4 = 4$ м соответственно. Чему равно отношение Φ_4/Φ_1 потоков вектора напряженности электростатического поля через поверхности S_4 и S_1 равно:

а) 1; б) 4; в) 16; г) 64;

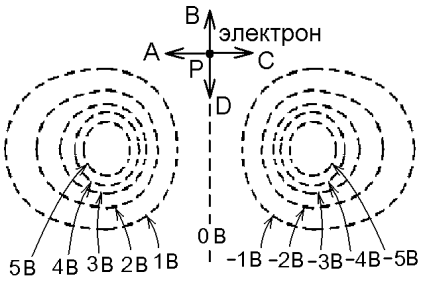


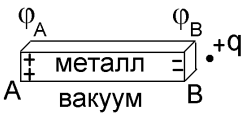
4. По очень протяженной (практически бесконечной) плоской поверхности очень толстой металлической пластины, фрагмент которой показан на рисунке, с одинаковой всюду поверхностной плотностью σ = const распределен положительный электрический заряд. На расстоянии r_1 с одной стороны поверхности величина напряженности электрического поля, созданного этим зарядом, равна E_1. На расстоянии $r_2 = 2r_1$ с другой стороны поверхности величина напряженности равна E_2. ε_0 – электрическая постоянная. При этом разность величин (модулей) напряженностей $E_2 - E_1$ равна:

а) $\frac{\sigma}{\varepsilon_0}$; б) $\frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$; в) $\frac{2\sigma}{\varepsilon_0}$; г) $\frac{4\sigma}{\varepsilon_0}$; д) $-\frac{\sigma}{\varepsilon_0}$; е) $-\frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$; ж) $-\frac{2\sigma}{\varepsilon_0}$; з) $-\frac{4\sigma}{\varepsilon_0}$; и) 0;

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

а) A; б) B; в) C; г) D;

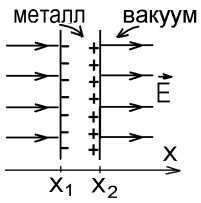


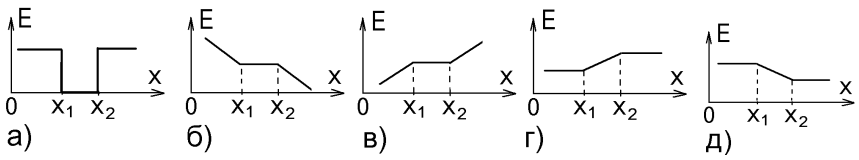


6.К концу “B” первоначально незаряженного металлического стержня поднесли положительный точечный заряд +q, после чего по стержню распределился индуцированный заряд (см. рисунок). Каким станет соотношение между потенциалами противоположных концов стержня:

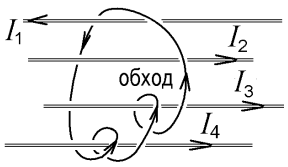
а) $\varphi_A < \varphi_B$ б) $\varphi_A > \varphi_B$ в) $\varphi_A = \varphi_B$ г) все индуцированные заряды имеют один знак

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



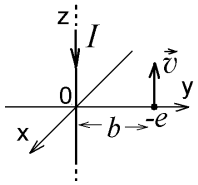


8. Замкнутый контур охватывает прямые проводники с токами I_1, I_2, I_3 и I_4. Этот контур, направление его обхода и направления токов указаны на рисунке. Укажите, ему равна циркуляция вектора индукции магнитного поля по этому контуру, делённая на магнитную постоянную $\oint \vec{B}d\vec{l} \,/\, \mu_0$:



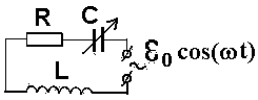
а) I_1-I_2-I_3-I_4 б) -I_1+I_2+I_3+I_4 в) I_1-I_2-2I_3-2I_4 г) -I_1+I_2+2I_3+2I_4 д) I_1+I_2+2I_3+2I_4 е) -I_1-I_2-2I_3-2I_4

9. 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) $F_y = \frac{\mu_0 eI\mathrm{v}}{2b}$ б) $F_y = -\frac{\mu_0 eI\mathrm{v}}{2b}$ в) $F_y = \frac{\mu_0 eI\mathrm{v}}{2\pi b}$ г) $F_y = -\frac{\mu_0 eI\mathrm{v}}{2\pi b}$ д) $F_y = 0$

10. В электрический колебательный контур с активным сопротивлением R, ёмкостью C и индуктивностью L, изображенный на рисунке, включен последовательно источник переменного тока с амплитудой ε_0 и с такой частотой ω, что амплитуда падения напряжения на конденсаторе C достигает максимальной резонансной величины. Емкость C переменного конденсатора увеличили в 2 раза. Что надо сделать с параметрами контура, чтобы резонансное увеличение амплитуды падения напряжения на конденсаторе по-прежнему наблюдалось при той же частоте ω:



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

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

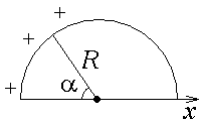
1. Напряженность электростатического поля задается формулой $\vec{E} = \vec{i} \cdot A\exp(-Bx) + \vec{j} \cdot C\exp(-Dy)$. Используя теорему Гаусса в дифференциальной форме, найдите объемную плотность заряда в точке $P(x_0, y_0)$. $A = 1$ В/м, $B = 2$ м$^{-1}$, $C = 3$ В/м, $D = 4$ м$^{-1}$, $x_0 = 2$ м, $y_0 = 2$ м.

а) 0,36 пКл/м^3; б) – 0,36 пКл/м^3; в) 0,56 пКл/м^3; г) – 0,56 пКл/м^3; д) 0,76 пКл/м^3.

2. Потенциал электростатического поля зависит от координат по закону $\varphi = Ax + B\sin(Cy)$. Найти величину напряженности электрического поля в точке $P(x_0, y_0)$.

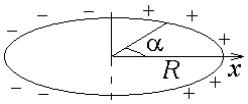
$A = 2$ В/м, $B = 2$ В, $C = 3$ рад/м, $x_0 = 2$ м, $y_0 = 2$ м.

а) 6,1 В/м; б) 5,1 В/м; в) 4,1 В/м; г) 3,1 В/м; д) 2,1 В/м.



3. Положительный заряд распределен по тонкому полукольцу радиуса R с линейной плотностью $\rho = \rho_0 \left(\frac{\alpha}{\pi}\right)^2$, $0 \le \alpha \le \pi$. Определить потенциал, создаваемый этим зарядом в центре полукольца. $R = 5$ м, $\rho_0 = 5$ мкКл/м.

а) 17 кВ; б) 27 кВ; в) 37 кВ; г) 47 кВ; д) 57 кВ.



4. Заряд распределен по тонкому кольцу радиуса R с линейной

плотностью $\begin{cases} \rho = \rho_0 \sin^2 \alpha, & -\dfrac{\pi}{2} \le \alpha \le \dfrac{\pi}{2} \\ \rho = -\rho_0 \sin^2 \alpha, & \dfrac{\pi}{2} \le \alpha \le \dfrac{3\pi}{2} \end{cases}$. Определить величину проекции на ось x напряженности электрического поля, создаваемого этим зарядом в центре кольца. $R = 2$ м, $\rho_0 = 7$ мкКл/м.

а) 22 кВ/м; б) 32 кВ/м; в) 42 кВ/м; г) 52 кВ/м; д) 62 кВ/м.

5. По проводу сопротивлением R_1 течет переменный электрический ток. Сила тока изменяется по закону $I = At^2$. Чему равно количество теплоты, выделившейся в проводе за время t_1?

$A = 4$ А/с^2, $R_1 = 5$ Ом, $t_1 = 1$ с

а) 10 Дж; б) 12 Дж; в) 14 Дж; г) 16 Дж; д) 18 Дж.

1.6. По проводу сопротивлением R_1 течет переменный электрический ток. Сила тока изменяется по закону $I = At^5 + Bt^3$. Чему равен заряд, прошедший через поперечное сечение провода за время t_1?

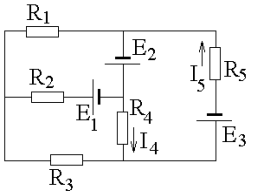
$A = 9$ А/с^5, $B = 3$ А/с^3, $R_1 = 11$ Ом, $t_1 = 1$ с

а) 5,3 Кл; б) 4,3 Кл; в) 3,3 Кл; г) 2,3 Кл; д) 1,3 Кл.

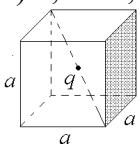
7. Найти сопротивление R_4.

$R_3 = 3$ Ом, $R_5 = 5$ Ом, $E_2 = 26$ В, $E_3 = 4$ В, $I_4 = 6$ А, $I_5 = 2$ А.

Внутренними сопротивлениями источников тока пренебречь.



а) 5,0 Ом; б) 4,0 Ом; в) 3,0 Ом; г) 2,0 Ом; д) 1,0 Ом.

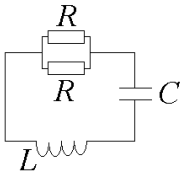


8. Заряд q помещен в центр куба со стороной a. Найдите поток вектора напряженности электрического поля сквозь одну грань.

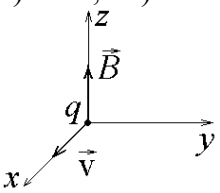
$q = 3$ нКл, $a = 2$ см.

а) 56 В·м; б) 46 В·м; в) 36 В·м; г) 26 В·м; д) 16 В·м.

9. В контуре совершаются свободные колебания, при которых заряд на конденсаторе изменяется во времени по закону $q = q_0 \exp(-at)\sin(bt)$. Каким станет коэффициент затухания, если добавить еще одно сопротивление R параллельно к остальным? $q_0 = 1$ мкКл; $a = 6$ с$^{-1}$; $b = 5$ с$^{-1}$.



а) 1 с$^{-1}$; б) 2 с$^{-1}$; в) 3 с$^{-1}$; г) 4 с$^{-1}$; д) 5 с$^{-1}$.



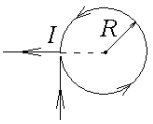
10. В однородном магнитном поле с индукцией B по окружности летает отрицательно заряженная частица с зарядом q и массой m со скоростью v. Индукция магнитного поля $\vec{B}$ направлена вдоль оси z. В начальный момент времени скорость частицы $\vec{v}$ была направлена вдоль оси x. Найти минимальный путь, который пройдет частица до момента, когда ее скорость будет направлена против оси y. $B = 2$ Тл; $q = -3$ мкКл; $m = 10^{-11}$кг; v = 500 м/с.

а) 9,93 мм; б) 7,93 мм; в) 5,93 мм; г) 3,93 мм; д) 1,93 мм.

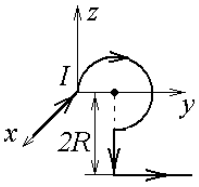
Перечень контрольных заданий и вопросов для оценки сформированности компетенции ОПК-1 (контролируемый индикатор ОПК-1.3)

1. Электрический ток течет по длинному проводу, изогнутому так, как показано на рисунке. Найдите индукцию магнитного поля, созданного этим током в центре окружности.

$I = 4$ А, $R = 1$ м.



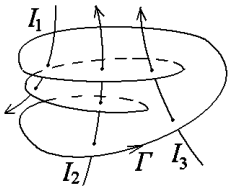
а) 6,1 мкТл; б) 5,1 мкТл; в) 4,1 мкТл; г) 3,1 мкТл; д) 2,1 мкТл.



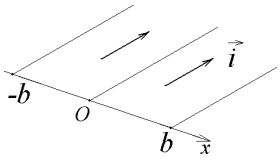
2. Ток I течет по длинному проводу, изогнутому так, как показано на рисунке. Найдите индукцию магнитного поля, созданного этим током в центре окружности радиуса *R*.
$I =$ 4 А, *R* = 1 м.

а) 1,3 мкТл; б) 1,5 мкТл; в) 1,7 мкТл;
г) 1,9 мкТл; д) 2,1 мкТл.

3. По длинным проводам различной конфигурации текут разные токи. Найдите циркуляцию вектора индукции магнитного поля, созданного этими токами, по замкнутому контуру Г.
$I_1 = 7$ А, $I_2 = 1$ А, $I_3 = 4$ А.

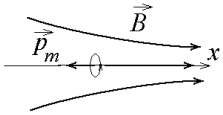


а) 3,8 мкТл·м; б) – 3,8 мкТл·м; в) 0 мкТл·м;
г) 7,8 мкТл·м; д) – 7,8 мкТл·м.

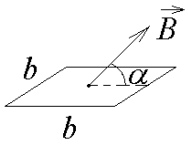


4. Вдоль средней линии проводящей полосы шириной 2*b* течет ток, линейная плотность которого зависит от расстояния *x* до средней линии по закону $i(x) = i_0\left(\frac{x}{b}\right)^2$. Найдите силу тока, протекающего по всей полосе.
$i_0 = 3$ А/м; *b* = 1 м. а) 2,0 А; б) 4,0 А; в) 6,0 А; г) 8,0 А; д) 10,0 А.

5. Небольшой виток с током, обладающий магнитным моментом $\vec{p}_m$, удерживают в неоднородном магнитном поле на оси *x*. Направление магнитного момента витка противоположно направлению индукции магнитного поля, величина которой на оси *x* меняется по закону

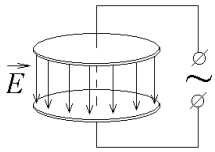


$B(x) = B_0\frac{x}{b}$. Определите проекцию силы F_x, действующей на виток. $p_m = 1$ А·м^2; $B_0 =$ 3 Тл; *b* = 1 м; *x* = 1 м.
а) 0,75 Н; б) 3 Н; в) – 3 Н; г) 1,5 Н; д) – 1,5 Н.



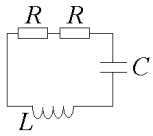
6. Квадратный проводящий контур со стороной *b* пронизывает однородное магнитное поле под углом α к плоскости контура. Индукция магнитного поля меняется со временем по закону $B(t) = B_0\frac{t}{\tau}$. Найти модуль э.д.с. индукции в контуре в момент времени *t*. $B_0 = 2$ Тл; τ = 1 с; *t* = 1 с; *b* = 1 м; α = 30°.
а) 1 В; б) 2 В; в) 3 В; г) 4 В; д) 5 В.

7. Разность потенциалов намежду обкладками плоского воздушного конденсатора равна *U*. Расстояние между обкладками конденсатора равно *d*. Найти напряженность электрического поля внутри конденсатора. Считать, что расстояние между обкладками конденсатора намного меньше геометрических размеров самих обкладок. *d* = 1 мм; *U* = 4 В.
а) 3 кВ/м; б) 4 кВ/м; в) 5 кВ/м; г) 6 кВ/м; д) 7 кВ/м.

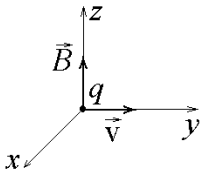


8. Между обкладками плоского воздушного конденстатора создано однородное электрическое поле, напряженность которого меняется со временем по закону $E = E_0\left(\frac{t}{\tau}\right)^3$. Найти модуль **ротора** напряженности магнитного поля внутри конденсатора в момент времени *t*. $E_0 =$ 4 кВ/м; $\tau = 1$ с; $t = 1$ с.
а) 46 нА/м^2; б) 66 нА/м^2; в) 86 нА/м^2; г) 106 нА/м^2; д) 126 нА/м^2.

9. В контуре совершаются свободные колебания, при которых заряд на конденсаторе изменяется во времени по закону $q = q_0 \exp(-at)\sin(bt)$. Каким станет время релаксации колебаний, если добавить еще одно сопротивление R последовательно с остальными? $q_0 = 1$ мкКл; $a = 5$ с$^{-1}$; $b = 4$ с$^{-1}$.



а) 0,09 с; б) 0,11 с; в) 0,13 с; г) 0,15 с; д) 0,17 с.



10. В однородном магнитном поле с индукцией B по окружности летает положительно заряженная частица с зарядом q и массой m со скоростью v. Индукция магнитного поля $\vec{B}$ направлена вдоль оси z. В начальный момент времени скорость частицы $\vec{v}$ была направлена вдоль оси y. Найти минимальное время t, через которое скорость частицы будет направлена против оси x.

$B = 4$ Тл; $q = 5$ мкКл; $m = 10^{-10}$кг; v = 600 м/с.

а) 63,6 мкс; б) 53,6 мкс; в) 43,6 мкс; г) 33,6 мкс; д) 23,6 мкс.

4 семестр

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

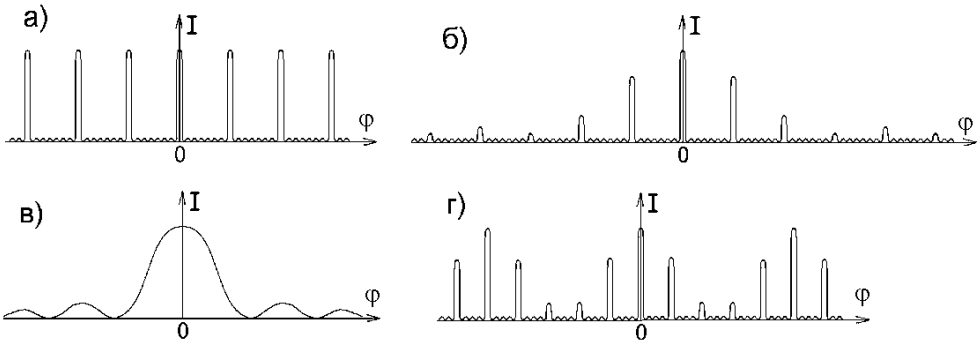
1. На тонкую пленку из прозрачного материала с показателем преломления n, находящуюся в воздухе, падает сверху белый свет. При этом на поверхности пленки наблюдаются интерференционные полосы. Цветовая окраска участка каждой из полос меняется в направлении справа налево, указанном стрелкой на рисунке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

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

2. Монохроматический свет с длиной волны λ 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) $2dn = (m + 1/2)\lambda$;

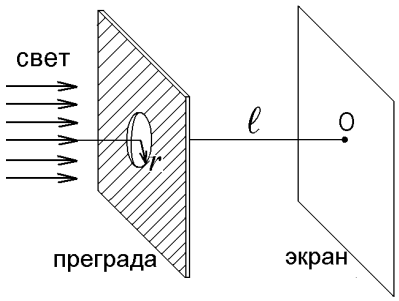
3. На дифракционную решетку падает монохроматический свет. Правильной картиной распределения интенсивности I света, прошедшего за решетку, от угла отклонения φ от направления падающего света будет (выберите правильный рисунок):



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

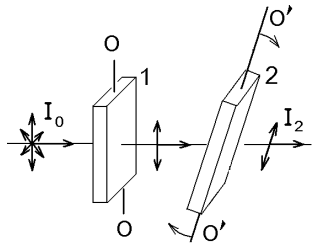
а) его ширина растет, а яркость остаётся неизменной
б) его ширина остаётся неизменной, а яркость уменьшается
в) его ширина и яркость не изменяются
г) его ширина и яркость уменьшаются
д) его ширина увеличивается, а яркость уменьшается

5. Монохроматический свет с длиной волны λ 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):



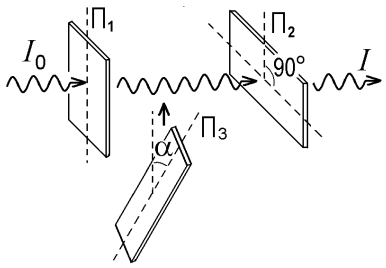
а) $\dfrac{r^2}{\lambda\left(m+\frac{1}{2}\right)}$; б) $\dfrac{r^2}{2m\lambda}$; в) $\dfrac{(2m+1)r^2}{\lambda}$; г) $\dfrac{2mr^2}{\lambda}$; д) $\dfrac{r^2}{(2m+1)\lambda}$; е) $\dfrac{\left(m+\frac{1}{2}\right)r^2}{\lambda}$;

6. На пути луча естественного света с интенсивностью I_0 установлены две пластинки из турмалина. После прохождения пластинки 1 свет полностью плоскополяризован (см.рисунок). Пластинка 2 вначале установлена так, что не пропускает света. На какой угол φ 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° б) на 45° в) на 60° г) на 90°

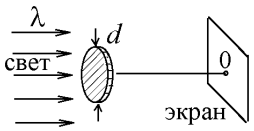
7. Естественный свет падает на систему из двух поляризаторов $П_1$ и $П_2$, оси пропускания которых скрещены под углом 90°. Между ними помещают третий поляризатор $П_3$, ось пропускания которого составляет угол $\alpha = 45^o$ с осью пропускания первого поляризатора (см.рисунок). Интенсивность света, 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) $16\,I$; з) другой ответ;

8. Первоначально с единицы поверхности абсолютно черного тела испускалось тепловое излучение с мощностью P_0 = 300 Вт. Затем мощность этого излучения возросла до величины P = 1200 Вт. Определите, во сколько раз изменилась при этом длина волны, на которую приходится максимум теплового излучения:
а) уменьшилась в 16 раз; б) уменьшилась в 4 раза; в) уменьшилась в 2 раза;

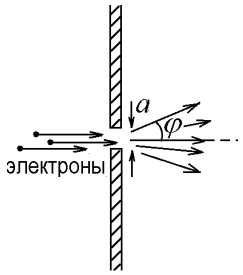
г) уменьшилась в 1,41 раз; д) не изменилась; е) увеличилась в 1,41 раз;
ж) увеличилась в 2 раза; з) увеличилась в 4 раза; и) увеличилась в 16 раз;



9. На пути плоской монохроматической световой волны с длиной λ помещают непрозрачный диск достаточно большого диаметра d (см. рисунок). На оси диска в точке 0 экрана, установленного за диском, наблюдается темное пятно. Три экспериментатора, отвечая на вопрос о том, что будет происходить с освещенностью экрана в точке 0 при постепенном уменьшении диаметра диска d до очень малых размеров в доли миллиметра, высказывают различное мнение. Первый считает, что в точке 0 все время будет наблюдаться темное пятно, поскольку эта точка находится в области тени. Второй уверен, что освещенность в точке 0 при постепенном уменьшении d начнет периодически меняться, и в точке 0 будет наблюдаться то максимум, то минимум освещенности. Третий полагает, что при постепенном уменьшении диаметра препятствия d освещенность точки 0, закрытой от прямого попадания света, постепенно станет такой же, как и при отсутствии диска. Сравните их точки зрения и выскажите свое суждение о том, кто из экспериментаторов прав, обосновав свое мнение с помощью физических законов.

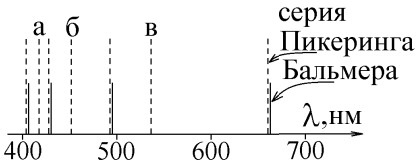
10. На 1 м^2 земной поверхности в районе экватора каждую секунду падает ~1,37 кДж солнечного излучения (солнечная постоянная). Выявите принципы, позволяющие оценить среднюю температуру Земли и изложите свое мнение о том, что произошло бы со средней температурой Земли при увеличении температуры поверхности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

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



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

2. На рисунке показан участок спектра излучения возбужденных атомов водорода (сплошные линии из серии Бальме



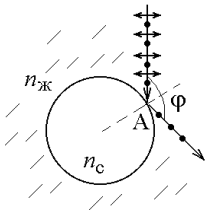
3. В опыте Юнга расстояние между узкими щелями a= 1 мм. Определить расстояние от щелей до экрана, если щели освещены светом с длиной волны λ= 0,4 мкм, а ширина интерференционной полосы Δx= 1 мм.
а) 0,5 м; б) 1,5 м; в) 2,5 м; г) 5,0 м; д) 7,5 м.
4. Определите радиус *второй* зоны Френеля (в мм) для случая плоской волны. Расстояние от волновой поверхности до точки наблюдения равно b= 1 м. Длина волны λ= 0,5 мкм.
а) 1 мм; б) 2 мм; в) 3 мм; г) 4 мм; д) 5 мм.
5. Плосковыпуклая линза радиусом кривизны R = 3 м выпуклой стороной лежит на стеклянной пластинке. Радиус некоторого *темного* кольца в *отраженном* свете r= 1,9 мм.

Определить порядковый номер этого кольца, если длина волны падающего монохроматического света λ= 0,4 мкм. а) 3; б) 4; в) 5; г) 6; д) 7.

6. Определите разрешающую способность дифракционной решетки, если она в первом порядке разрешает две спектральные линии с λ_1= 0,496 мкм и λ_2= 0,5 мкм.
а) 124; б) 224; в) 324; г) 424; д) 524.

7. На узкую щель шириной *a*= 0,4 мм падает нормально плоская монохроматическая волна с длиной λ= 0,7 мкм. На экране, расположенном на расстоянии *l*= 7 м от щели, наблюдается дифракционная картина. Определить ширину первого максимума.
а) 52 мм; б) 42 мм; в) 32 мм; г) 22 мм; д) 12 мм.

8. Стеклянный шар с показателем преломления n_c= 1,7 находится в жидкости с показателем преломления $n_ж$= 1,33. В точку А шара падает луч естественного света и отражается полностью поляризованный. Найти угол φ между падающим и отраженным и лучами.



а) 94°; б) 104°; в) 114°; г) 124°; д) 134°.

9. Фотон рассеялся под углом θ= 45° на первоначально покоившемся электроне. Определить начальную энергию фотона, если длина волны рассеянного фотона оказалась равной комптоновской длине волны.
$e = 1{,}6\cdot10^{-19}$ Кл; $m_e = 9{,}1\cdot10^{-31}$ кг; $h = 6{,}63\cdot10^{-34}$ Дж·с; $c = 3\cdot10^{8}$ м/с.
а) 320 кэВ; б) 420 кэВ; в) 520 кэВ; г) 620 кэВ; д) 720 кэВ.

10. Во сколько раз увеличится мощность излучения черного тела, если длина волны, соответствующая максимуму его спектральной плотности энергетической светимости сместится с λ_1 = 300 мкм до λ_2. = 200 мкм
$b = 2{,}9\cdot10^{-3}$ м·К; $\sigma = 5{,}67\cdot10^{-8}$ Вт/(м^{2}К^4) а) 1,1; б) 2,1; в) 3,1; г) 4,1; д) 5,1.

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

1. Пучок световых волн с длиной волны λ= 0,5 мкм падает под углом α= 45° на находящуюся в воздухе мыльную пленку (*n* = 1,3). При какой наименьшей толщине пленки отраженные световые волны будут максимально усилены?
а) 75 нм; б) 95 нм; в) 115 нм; г) 135 нм; д) 155 нм.

2. Определите радиус *первой* зоны Френеля на плоской волновой поверхности. Расстояние от волновой поверхности до точки наблюдения равно *b*= 1 м. Длина волны λ= 0,5 мкм.
а) 0,307 мм; б) 0,407 мм; в) 0,507 мм; г) 0,607 мм; д) 0,707 мм.

3. Установка для наблюдения колец Ньютона освещается монохроматическим светом с длиной волны λ= 0,4 мкм, падающим нормально. Пространство между линзой и стеклянной пластинкой заполнено жидкостью. Радиус кривизны линзы *R*= 4 м. Определить показатель преломления жидкости, если радиус *третьего светлого* кольца в *проходящем* свете *r*= 2 мм.
а) 1,0; б) 1,1; в) 1,2; г) ;1,3 д) 1,4.

4. На дифракционную решетку нормально падает монохроматический свет с длиной волны λ= 0,5мкм. Определить наибольший порядок спектра, полученный с помощью этой решетки, если ее постоянная *d*= 1 мкм.
а) 2; б) 4; в) 6; г) 8; д) 10.

5. На узкую щель шириной *a* падает нормально плоская монохроматическая волна с длиной λ. Под углом φ= 2° к нормали наблюдается темная полоса шестого порядка.

Определить, сколько целых длин волн укладывается на отрезке, длина которого равна ширине щели. а) 43; б) 86; в) 172; г) 215; д) 258.

6. Естественный свет проходит последодвательно через три поляризатора П1, П2 и П3. Угол между плоскостями поляризаторов П1 и П2 равен α= 25°, между плоскостями поляризаторов П2 и П3 равен β= 65°. Во сколько раз уменьшилась интенсивность света? а) 15,6 раза; б) 13,6 раза; в) 11,6 раза; г) 9,6 раза; д) 7,6 раза.

7. Фотон налетает на покоящийся электрон и рассеивается на угол θ= 80°. Длина волны рассеянного фотона в 4 раза больше комптоновской длины волны. Найти частоту налетающего фотона.

$e = 1{,}6\cdot10^{-19}$ Кл; $m_e = 9{,}1\cdot10^{-31}$ кг; $h = 6{,}63\cdot10^{-34}$ Дж·с; $c = 3\cdot10^{8}$ м/с.

а) $2{,}9\cdot10^{19}$ Гц; б) $3{,}9\cdot10^{19}$ Гц; в) $4{,}9\cdot10^{19}$ Гц; г) $5{,}9\cdot10^{19}$ Гц; д) $6{,}9\cdot10^{19}$ Гц.

8. Исследование спектра излучения некоторой звезды показывает, что максимум спектральной плотности энергетической светимости соответствует длине волны λ= 150 нм. Принимая звезду за абсолютно черное тело определить ее энергетическую светимость. $b = 2{,}9\cdot10^{-3}$ м·К; $\sigma = 5{,}67\cdot10^{-8}$ Вт/(м^{2}К^4)

а) 3,9 ГВт/м^2; б) 4,9 ГВт/м^2; в) 5,9 ГВт/м^2; г) 6,9 ГВт/м^2; д) 7,9 ГВт/м^2.

9. Волновая функция микрочастицы имеет вид $\psi = Ae^{-\alpha r}$, где $\alpha = 10^{10}$ м$^{-1}$; $A = \sqrt{\frac{\alpha^3}{\pi}}$.

Определить объемную плотность вероятности нахождения этой частицы на расстоянии $r = 5\cdot10^{-10}$ м от начала координат.

а) $1{,}05\cdot10^{25}$ м$^{-3}$; б) $1{,}25\cdot10^{25}$ м$^{-3}$; в) $1{,}45\cdot10^{25}$ м$^{-3}$; г) $1{,}65\cdot10^{25}$ м$^{-3}$; д) $1{,}85\cdot10^{25}$ м$^{-3}$.

10. Распределение Ферми-Дирака для электронного газа в металлах при температуре T = 0 К задается формулой: $dn = A\sqrt{E}dE$. Найти $\sqrt{\langle E^{12}\rangle}\Big/\langle E^2\rangle^3$ для свободных электронов из зоны проводимости проводника при T = 0 К.

а) 4,23; б) 3,23; в) 2,23; г) 1,23; д) 0,23.

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

2 семестр

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

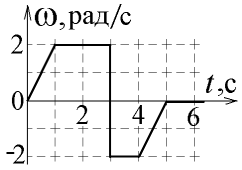
1. Материальная точка начинает двигаться по криволинейной траектории без начальной скорости, причем величина её тангенциального ускорения возрастает со временем t по линейному закону, $a_\tau = \text{const}\cdot t$, а радиус кривизны траектории не меняется, $R = \text{const}$. По какому закону будет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

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

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

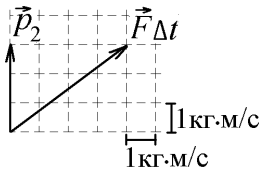
а) 0; б) 4π; в) 6π; г) 8π; д) 12π; е) 24π; ж) 36π; з) нет правильного ответа;

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



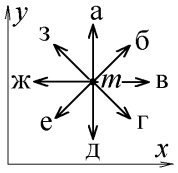
а) 0 рад; б) 1 рад; в) 2 рад; г) 3 рад; д) 4 рад; е) 5 рад; ж) 6 рад; з) 7 рад; и) нет правильного ответа;

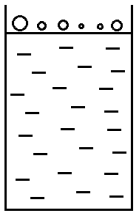
4. В результате действия в течение короткого времени Δt импульса силы $\vec{F}\Delta t$, некоторое тело приобрело импульс $\vec{p}_2$ (см. рисунок). Какой была величина начального импульса тела до действия силы?



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

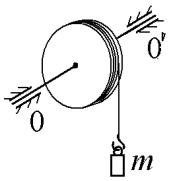
5. Импульс частицы с массой m, находящейся в момент времени t = 1 с в точке с координатами x = y = 1 м, меняется со временем по закону $\vec{p} = \vec{i}\,\alpha t^3 + \vec{j}\beta t^3$, где $\vec{i}, \vec{j}$ – орты декартовой системы координат $\alpha = -1$ кг·м/с^4, $\beta = +1$ кг·м/с^4. Укажите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



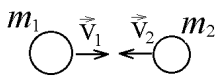


6. В высокий сосуд с растительным маслом одновременно высыпали множество маленьких металлических шариков разного радиуса r. Проанализируйте процесс падения шариков в жидкости и объясните порядок их падения на дно. Ответ обоснуйте с помощью физических законов и формул.

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



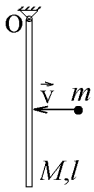
8. При абсолютно упругом соударении двух металлических шариков с массами m_1 и m_2, двигавшихся навстречу друг другу со скоростями v_1 и v_2, **в момент наибольшего сближения** шарики движутся с одной скоростью v_0, определяемой законом сохранения импульса $|m_1 v_1 - m_2 v_2| = (m_1 + m_2) v_0$ и только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



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

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

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

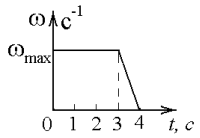


10. Покоящаяся частица живет до распада время Δt. Неподвижный наблюдатель в лабораторной системе отсчета заметил, что такая же частица, летящая с огромной скоростью, распалась спустя время $3\Delta t$ после образования. Определите и укажите, чему равна релятивистская полная энергия этой частицы, если её энергия покоя равна $E_{\text{пок}} = 6$ нДж?
а) 12 нДж; б) 9 нДж; в) $6\sqrt{3}$ нДж; г) 54 нДж; д) 18 нДж; е) 27 нДж;
ж) нет правильного ответа;

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

1. Частица движется так, что ее радиус-вектор зависит от времени по закону $\vec{r}(t) = \vec{i}\cdot A\left(\frac{t}{\tau}\right)^3 + \vec{j}\cdot B + \vec{k}\cdot C\left(\frac{t}{\tau}\right)^4$, где A, B, C – постоянные величины, $\vec{i}, \vec{j}, \vec{k}$ – единичные орты в декартовой системе координат. Найдите тангенс угла, под которым будет направлена скорость $\vec{v}$ к оси z в момент времени $t = 1$ с, если $\tau = 1$ с.
A = 4 м, B = 3 м, C = 2 м. а) 4,5; б) 3,5 ; в) 2,5 ; г) 1,5; д) 0,5 ;

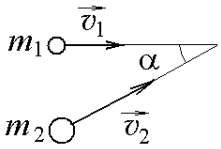
2.



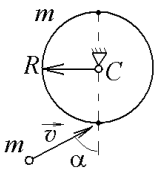
Диск вращается с угловой скоростью, зависимость от времени которой задается графиком.
Найти угол поворота диска (в радианах) за $t = 4$ с, если $\omega_{\max} = 2$ с$^{-1}$.
а) 3 рад; б) 4 рад; в) 5 рад; г) 6 рад; д) 7 рад;

3. Частица движется в плоскости так, что ее импульс зависит от времени по закону $\vec{p}(t) = \vec{i}\cdot A\left(\frac{t}{\tau}\right)^8 + \vec{j}\cdot B\left(\frac{t}{\tau}\right)^9$, где A, B – постоянные величины, $\vec{i}, \vec{j}$ – единичные орты в декартовой системе координат. Найти тангенс угла между осью y и вектором силы, действующей на частицу в момент времени $t = 1$ с, если $\tau = 1$ с.
A = 2 кг·м/с, B = 3 кг·м/с. а) 0,19; б) 0,39; в) 0,59; г) 0,79; д) 0,99;

4. Частица из состояния покоя начала двигаться по дуге окружности радиуса $R = 1$ м с постоянным угловым ускорением ε. Найти тангенс угла между вектором полного ускорения и вектором скорости частицы через время $t = 1$ с. $\varepsilon = 4$ с$^{-2}$.
а) 1; б) 2 ; в) 3 ; г) 4; д) 5;

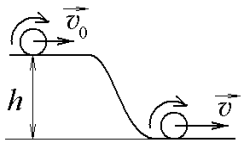


5. Маленький пластилиновый шарик массы m_1 движется горизонтально со скоростью $\vec{v}_1$. Под углом α к направлению его движения летит второй шарик массы m_2 со скоростью $\vec{v}_2$ и сталкивается с первым. Шарики слипаются и движутся под углом β к первоначальному направлению движения первого шарика. Найдите $\text{tg}\beta$. m_1 = 2 кг, m_2 = 3 кг, v_1 = 4 м/с, v_2 = 5 м/с, α = 30°,
а) 0,157; б) 0,357; в) 0,557; г) 0,757; д) 0,957;



6. Тонкий однородный диск массы m и радиуса R может вращаться в вертикальной плоскости вокруг горизонтальной оси, проходящей через его центр C. Под углом α к вертикали в плоскости вращения диска движется маленький пластилиновый шарик такой же массы m со скоростью $\vec{v}$. Шарик прилипает к нижней точке висящего неподвижно диска, и система приобретает угловую скорость вращения ω. Найти радиус диска. m = 5 кг, ω = 6 рад/с, v = 7 м/с, α = 30°.
а) 0,1 м; б) 0,2 м; в) 0,3 м; г) 0,4 м; д) 0,5 м;

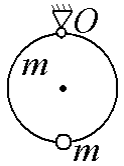
7.



Однородный шар массы m и радиуса R скатывается без проскальзывания с горки высоты h. Начальная скорость центра масс шара равна $\vec{v}_0$. Найдите кинетическую энергию шара после того, как он скатится с горки. Сопротивлением воздуха пренебречь. m = 4 кг, R = 5 м, v_0 = 6 м/с, h = 7 м, g = 10 м/с.

а) 781 Дж; б) 681 Дж; в) 581 Дж; г) 481 Дж; д) 381 Дж;

8.



Тонкий однородный диск массы m и радиуса R подвешен на горизонтальной оси, проходящей перпендикулярно диску через его край O. К диаметрально противоположному краю диска прикрепили небольшой пластилиновый шарик такой же массы m. Найдите частоту малых колебаний такого маятника. Трением в оси пренебречь. Принять g = 10 м/с^2.

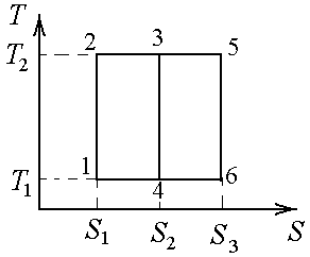
m = 2 кг, R = 2 м.

а) 0,16 Гц; б) 0,26 Гц; в) 0,36 Гц; г) 0,46 Гц; д) 0,56 Гц;

9. В воздушном шарике находится один моль одноатомного идеального газа. Газ расширяется от объема V_1 до объема V_2, при этом его объем меняется по закону $V = V_1\left(\frac{T}{T_0}\right)^{1/5}$.

Найти работу (в кДж), совершенную газом в этом процессе. Универсальная газовая постоянная $R = 8{,}31$ Дж/моль·К. T_0 = 400 К; V_1= 1 м^3; V_2=2 м^3.

а) 35,6 кДж; б) 30,6 кДж; в) 25,6 кДж; г) 20,6 кДж; д) 15,6 кДж;



10. Первая тепловая машина совершает циклический процесс 1–2–3–4–1, а вторая 4–3–5–6–4 (см. график). Найти отношение коэффициентов полезного действия первой и второй тепловых машин.

T_1 = 400 К; T_2 = 600 К.

S_1 = 1 Дж/К; S_2 = 2 Дж/К; S_3 = 3 Дж/К.

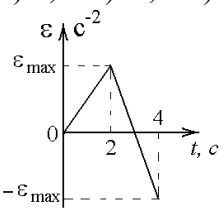
а) 1; б) 2; в) 3; г) 4; д) 5;

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

1. Частица движется так, что ее радиус-вектор зависит от времени по закону $\vec{r}(t) = \vec{i}\cdot A\frac{t}{\tau} + \vec{j}\cdot B\left(\frac{t}{\tau}\right)^2 + \vec{k}\cdot C$, где A, B, C – постоянные величины, $\vec{i}, \vec{j}, \vec{k}$ – 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.

а) 3; б) 4 ; в) 5 ; г) 6 ; д) 7 ;



2. Диск вращается с угловым ускорением, зависимость от времени которого задается графиком. Найти угловую скорость диска в момент времени $t = 4$ с, если $\varepsilon_{max} = 2$ с$^{-2}$.

а) 9 с$^{-1}$; б) 8 с$^{-1}$; в) 6 с$^{-1}$; г) 4 с$^{-1}$; д) 2 с$^{-1}$;

3. Частица движется в плоскости так, что ее импульс зависит от времени по закону $\vec{p}(t) = \vec{i}\cdot A\frac{t}{\tau} + \vec{j}\cdot B\left(\frac{t}{\tau}\right)^5$, где A, B – постоянные величины, $\vec{i}, \vec{j}$ – единичные орты в декартовой

системе координат. Найти модуль силы, действующей на частицу в момент времени $t = 1$ с, если $\tau = 1$ с. $A = 3$ кг·м/с, $B = 2$ кг·м/с.

а) 8,4 Н; б) 10,4 Н; в) 12,4 Н; г) 14,4 Н; д) 16,4 Н;

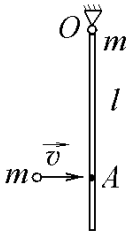
4. Частица из состояния покоя начала двигаться по дуге окружности радиуса $R = 1$ м с угловой скоростью, модуль которой зависит от времени по закону $\omega = A \cdot \left(\frac{t}{\tau}\right)^5$. Через сколько секунд угол между полным ускорением частицы и ее скоростью будет равен 45°, если $\tau = 1$ с. $A = 5 \cdot 10^6$ с$^{-1}$.

а) 0,4 с; б) 0,3 с; в) 0,2 с; г) 0,1 с; д) 0,01 с;

5. Маленький пластилиновый шарик массы m_1 движется горизонтально со скоростью $\vec{v}_1$. Перпендикулярно к направлению его движения летит второй шарик массы m_2 со скоростью $\vec{v}_2$ и сталкивается с первым. Шарики слипаются и далее движутся вместе под углом β к первоначальному направлению движения второго шарика. Найдите $\sin\beta$. $m_1 = 2$ кг, $m_2 = 3$ кг, $v_1 = 4$ м/с, $v_2 = 5$ м/с.

а) 0,171; б) 0,271; в) 0,371; г) 0,471; д) 0,571;

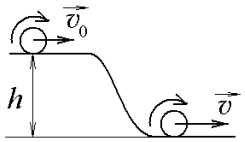
6.



Тонкий однородный стержень массы m и длины l может вращаться в вертикальной плоскости вокруг горизонтальной оси, проходящей через его конец O. Горизонтально в той же плоскости на стержень налетает пластилиновый шарик той же массы m со скоростью $\vec{v}$. Шарик застревает в точке A стержня на расстоянии x от точки O. Найти угловую скорость вращения системы после удара. $m = 2$ кг, $l = 3$ м, $v = 4$ м/с,

$x = \frac{3}{4}l$. а) 5,12 с$^{-1}$; б) 3,12 с$^{-1}$; в) 1,12 с$^{-1}$; г) 0,12 с$^{-1}$; д) 0,012 с$^{-1}$;

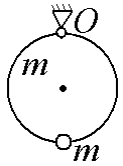
7.



Тонкий однородный диск массы m и радиуса R скатывается без проскальзывания с горки высоты h, совершая плоское движение. Начальная скорость центра масс диска равна $\vec{v}_0$. Во сколько раз увеличилась кинетическая энергия диска после того, как он скатится с горки. Сопротивлением воздуха пренебречь. $m = 2$ кг, $R = 3$ м, $v_0 = 4$ м/с, $h = 5$ м, $g = 10$ м/с.

а) 5,17 раза; б) 7,17 раза; в) 8,17 раза; г) 9,17 раза; д) 11,7 раза;

8.



Тонкий однородный диск массы m и радиуса R подвешен на горизонтальной оси, проходящей перпендикулярно диску через его край O. К диаметрально противоположному краю диска прикрепили небольшой пластилиновый шарик такой же массы m. Найдите циклическую частоту малых колебаний такого маятника. Трением в оси пренебречь. Принять $g = 10$ м/с^2. $m = 3$ кг, $R = 4$ м.

а) 1,0 с$^{-1}$; б) 1,2 с$^{-1}$; в) 1,4 с$^{-1}$; г) 1,6 с$^{-1}$; д) 1,8 с$^{-1}$;

9. В воздушном шарике находится одноатомный идеальный газ. Газ расширяется от объема V_1 до объема V_2, при этом его давление меняется по закону $p = p_0\left(\frac{V}{V_1}\right)^5$. Найти работу, совершенную газом в этом процессе. $p_0 = 2\cdot10^5$ Па; $V_1 = 1$ м^3; $V_2 = 2$ м^3.

а) 1,7 МДж; б) 2,1 МДж; в) 2,6 МДж; г) 3,4 МДж; д) 4,5 МДж;

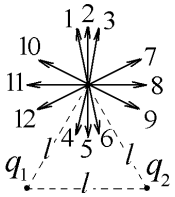
10. Один моль идеального трехатомного газа нагревается при постоянном давлении от T_0 до T_1. Найти приращение энтропии газа. Универсальная газовая постоянная $R = 8{,}31$ Дж/моль·К; $T_0 = 300$ К; $T_1 = 3T_0$.

а) 36,5 Дж/К; б) 46,5 Дж/К; в) 56,5 Дж/К; г) 66,5 Дж/К; д) 76,5 Дж/К;

3 семестр

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

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

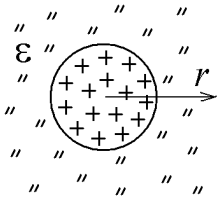


а) 1 б) 2 в) 3 г) 4 д) 5 е) 6 ж) 7 з) 8 и) 9 к) 10 л) 11 м) 12

2. Укажите уравнение, выражающее теорему Гаусса в электростатике:

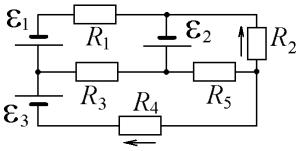
а) $\oint_S \vec{E}d\vec{S} = \frac{\sum q_i}{\varepsilon\varepsilon_0}$; б) $\oint_l \vec{E}d\vec{l} = \frac{\sum q_i}{\varepsilon\varepsilon_0}$; в) $\oint_S \vec{E}d\vec{S} = 0$; г) $\oint_l \vec{E}d\vec{l} = 0$;

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



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

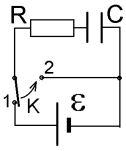
4. В электрической схеме, показанной на рисунке, $R_2 = R_3 = R_4 = 10\,\text{Ом}$, $\varepsilon_1 = 10\,\text{В}$, $\varepsilon_2 = 20\,\text{В}$, $\varepsilon_3 = 30\,\text{В}$. Внутренние сопротивления источников тока равны нулю. Найдите подходящий замкнутый контур цепи и определите направление и силу тока, протекающего через резистор R_3, если через резистор R_4 протекает ток 2 А справа налево, а через резистор R_2 протекает ток 2 А снизу вверх.



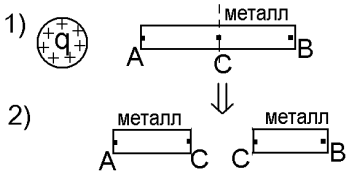
а) 1 А; справа налево; б) 1,5 А; справа налево; в) 0,5 А; справа налево;
г) 1 А; слева направо; д) 1,5 А; слева направо; е) 0,5 А; справа налево;
ж) ток равен нулю;

5. По тонкой бесконечно длинной цилиндрической поверхности радиуса R равномерно с поверхностной плотностью σ распределен электрический заряд. Другие заряды отсутствуют. Объясните, как найти зависимость потенциала электростатического поля φ от расстояния r до оси данной поверхности, если известно, что величина потенциала на оси цилиндрической поверхности равна φ_0. Приведите формулу этой зависимости и постройте примерный график зависимости $\varphi = \varphi(r)$ при $0 \le r < \infty$.

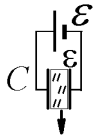
6. Ключ К переводят из положения “1” в положение “2”, замыкая обкладки зарядившегося от источника ЭДС ε конденсатора с ёмкостью C через сопротивление R. Как можно вычислить ток, текущий через конденсатор? Как этот ток будет зависеть от времени? Нарисуйте примерный график зависимости заряда на конденсаторе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



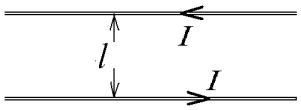
7. В эксперименте первоначально незаряженный металлический стержень ACB подносят к заряженному телу (1). После этого стержень разделяют на две части AC и CB, которые разделяют, и переносят разделенные части на очень большое удаление от заряженного тела (2). Выскажите свое мнение о том, какой должна быть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



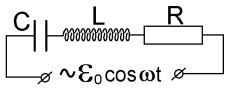
8. Между пластин плоского конденсатора, подключенного к источнику постоянной ЭДС $\mathcal{E}$, находился однородный диэлектрик с диэлектрической проницаемостью ε. При этом ёмкость такого заполненного конденсатора была равна *C*. Выскажите свое мнение о том, будет ли диэлектрик выталкиваться электрическими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



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



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

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

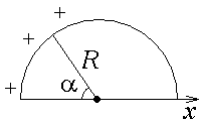
1. Напряженность электростатического поля задается формулой $\vec{E} = \vec{i} \cdot A\exp(-Bx) + \vec{j} \cdot C\exp(-Dy)$. Используя теорему Гаусса в дифференциальной форме, найдите объемную плотность заряда в точке $P(x_0, y_0)$. $A = 1$ В/м, $B = 2$ м$^{-1}$, $C = 3$ В/м, $D = 4$ м$^{-1}$, $x_0 = 2$ м, $y_0 = 2$ м.

а) 0,36 пКл/м^3; б) – 0,36 пКл/м^3; в) 0,56 пКл/м^3; г) – 0,56 пКл/м^3; д) 0,76 пКл/м^3.

2. Потенциал электростатического поля зависит от координат по закону $\varphi = Ax + B\sin(Cy)$. Найти величину напряженности электрического поля в точке $P(x_0, y_0)$.

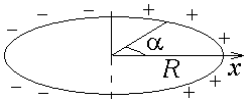
$A = 2$ В/м, $B = 2$ В, $C = 3$ рад/м, $x_0 = 2$ м, $y_0 = 2$ м.

а) 6,1 В/м; б) 5,1 В/м; в) 4,1 В/м; г) 3,1 В/м; д) 2,1 В/м.



3. Положительный заряд распределен по тонкому полукольцу радиуса R с линейной плотностью $\rho = \rho_0 \left(\frac{\alpha}{\pi}\right)^2$, $0 \le \alpha \le \pi$. Определить потенциал, создаваемый этим зарядом в центре полукольца. $R = 5$ м, $\rho_0 = 5$ мкКл/м.

а) 17 кВ; б) 27 кВ; в) 37 кВ; г) 47 кВ; д) 57 кВ.



4. Заряд распределен по тонкому кольцу радиуса R с линейной плотностью $\begin{cases} \rho = \rho_0 \sin^2\alpha, & -\frac{\pi}{2} \le \alpha \le \frac{\pi}{2} \\ \rho = -\rho_0 \sin^2\alpha, & \frac{\pi}{2} \le \alpha \le \frac{3\pi}{2} \end{cases}$. Определить величину проекции на ось x напряженности электрического поля, создаваемого этим зарядом в центре кольца. $R = 2$ м, $\rho_0 = 7$ мкКл/м.

а) 22 кВ/м; б) 32 кВ/м; в) 42 кВ/м; г) 52 кВ/м; д) 62 кВ/м.

5. По проводу сопротивлением R_1 течет переменный электрический ток. Сила тока изменяется по закону $I = At^2$. Чему равно количество теплоты, выделившейся в проводе за время t_1?

$A = 4$ А/с^2, $R_1 = 5$ Ом, $t_1 = 1$ с

а) 10 Дж; б) 12 Дж; в) 14 Дж; г) 16 Дж; д) 18 Дж.

1.6. По проводу сопротивлением R_1 течет переменный электрический ток. Сила тока изменяется по закону $I = At^5 + Bt^3$. Чему равен заряд, прошедший через поперечное сечение провода за время t_1?

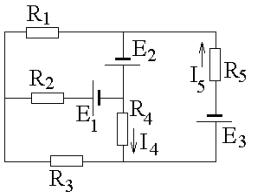
$A = 9$ А/с^5, $B = 3$ А/с^3, $R_1 = 11$ Ом, $t_1 = 1$ с

а) 5,3 Кл; б) 4,3 Кл; в) 3,3 Кл; г) 2,3 Кл; д) 1,3 Кл.

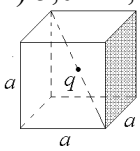
7. Найти сопротивление R_4.

$R_3 = 3$ Ом, $R_5 = 5$ Ом, $E_2 = 26$ В, $E_3 = 4$ В, $I_4 = 6$ А, $I_5 = 2$ А.

Внутренними сопротивлениями источников тока пренебречь.



а) 5,0 Ом; б) 4,0 Ом; в) 3,0 Ом; г) 2,0 Ом; д) 1,0 Ом.

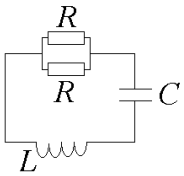


8. Заряд q помещен в центр куба со стороной a. Найдите поток вектора напряженности электрического поля сквозь одну грань.

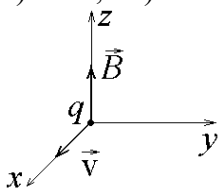
$q = 3$ нКл, $a = 2$ см.

а) 56 В·м; б) 46 В·м; в) 36 В·м; г) 26 В·м; д) 16 В·м.

9. В контуре совершаются свободные колебания, при которых заряд на конденсаторе изменяется во времени по закону $q = q_0 \exp(-at)\sin(bt)$. Каким станет коэффициент затухания, если добавить еще одно сопротивление R параллельно к остальным? $q_0 = 1$ мкКл; $a = 6$ с$^{-1}$; $b = 5$ с$^{-1}$.



а) 1 с$^{-1}$; б) 2 с$^{-1}$; в) 3 с$^{-1}$; г) 4 с$^{-1}$; д) 5 с$^{-1}$.



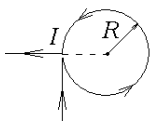
10. В однородном магнитном поле с индукцией B по окружности летает отрицательно заряженная частица с зарядом q и массой m со скоростью v. Индукция магнитного поля $\vec{B}$ направлена вдоль оси z. В начальный момент времени скорость частицы $\vec{v}$ была направлена вдоль оси x. Найти минимальный путь, который пройдет частица до момента, когда ее скорость будет направлена против оси y. $B = 2$ Тл; $q = -3$ мкКл; $m = 10^{-11}$кг; v = 500 м/с.

а) 9,93 мм; б) 7,93 мм; в) 5,93 мм; г) 3,93 мм; д) 1,93 мм.

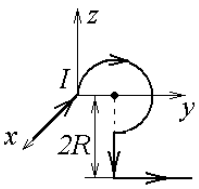
Перечень контрольных заданий и вопросов для оценки сформированности компетенции ОПК-1 (контролируемый индикатор ОПК-1.3)

1. Электрический ток течет по длинному проводу, изогнутому так, как показано на рисунке. Найдите индукцию магнитного поля, созданного этим током в центре окружности.

$I = 4$ А, $R = 1$ м.



а) 6,1 мкТл; б) 5,1 мкТл; в) 4,1 мкТл; г) 3,1 мкТл; д) 2,1 мкТл.



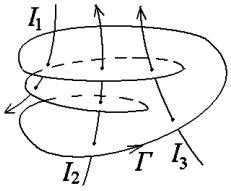
2. Ток I течет по длинному проводу, изогнутому так, как показано на рисунке. Найдите индукцию магнитного поля, созданного этим током в центре окружности радиуса R.

$I = 4$ А, $R = 1$ м.

а) 1,3 мкТл; б) 1,5 мкТл; в) 1,7 мкТл;

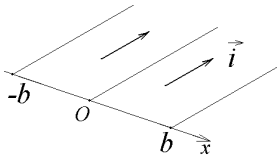
г) 1,9 мкТл; д) 2,1 мкТл.

3. По длинным проводам различной конфигурации текут разные токи. Найдите циркуляцию вектора индукции магнитного поля, созданного этими токами, по замкнутому контуру Г.



$I_1 = 7$ А, $I_2 = 1$ А, $I_3 = 4$ А.

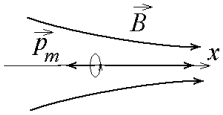
а) 3,8 мкТл·м; б) – 3,8 мкТл·м; в) 0 мкТл·м;
г) 7,8 мкТл·м; д) – 7,8 мкТл·м.



4. Вдоль средней линии проводящей полосы шириной 2*b* течет ток, линейная плотность которого зависит от расстояния *x* до средней линии по закону $i(x) = i_0\left(\frac{x}{b}\right)^2$. Найдите силу тока, протекающего по всей полосе.

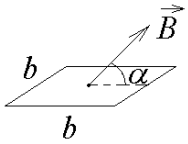
$i_0 = 3$ А/м; *b* = 1 м. а) 2,0 А; б) 4,0 А; в) 6,0 А; г) 8,0 А; д) 10,0 А.

5. Небольшой виток с током, обладающий магнитным моментом $\vec{p}_m$, удерживают в неоднородном магнитном поле на оси *x*. Направление магнитного момента витка противоположно направлению индукции магнитного поля, величина которой на оси *x* меняется по закону



$B(x) = B_0\frac{x}{b}$. Определите проекцию силы F_x, действующей на виток. $p_m = 1$ А·м^2; $B_0 =$ 3 Тл; *b* = 1 м; *x* = 1 м.

а) 0,75 Н; б) 3 Н; в) – 3 Н; г) 1,5 Н; д) – 1,5 Н.

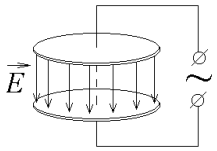


6. Квадратный проводящий контур со стороной *b* пронизывает однородное магнитное поле под углом α к плоскости контура. Индукция магнитного поля меняется со временем по закону $B(t) = B_0\frac{t}{\tau}$. Найти модуль э.д.с. индукции в контуре в момент времени *t*. $B_0 = 2$ Тл; τ = 1 с; *t* = 1 с; *b* = 1 м; α = 30°.

а) 1 В; б) 2 В; в) 3 В; г) 4 В; д) 5 В.

7. Разность потенциалов намежду обкладками плоского воздушного конденсатора равна *U*. Расстояние между обкладками конденсатора равно *d*. Найти напряженность электрического поля внутри конденсатора. Считать, что расстояние между обкладками конденсатора намного меньше геометрических размеров самих обкладок. *d* = 1 мм; *U* = 4 В.

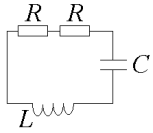
а) 3 кВ/м; б) 4 кВ/м; в) 5 кВ/м; г) 6 кВ/м; д) 7 кВ/м.



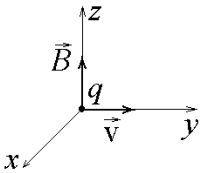
8. Между обкладками плоского воздушного конденстатора создано однородное электрическое поле, напряженность которого меняется со временем по закону $E = E_0\left(\frac{t}{\tau}\right)^3$. Найти модуль **ротора** напряженности магнитного поля внутри конденсатора в момент времени *t*. $E_0 =$ 4 кВ/м; $\tau = 1$ с; $t = 1$ с.

а) 46 нА/м^2; б) 66 нА/м^2; в) 86 нА/м^2; г) 106 нА/м^2; д) 126 нА/м^2.

9. В контуре совершаются свободные колебания, при которых заряд на конденсаторе изменяется во времени по закону $q = q_0\exp(-at)\sin(bt)$. Каким станет время релаксации колебаний, если добавить еще одно сопротивление *R* последовательно с остальными? $q_0 = 1$ мкКл; $a = 5$ с$^{-1}$; $b = 4$ с$^{-1}$.



а) 0,09 с; б) 0,11 с; в) 0,13 с; г) 0,15 с; д) 0,17 с.



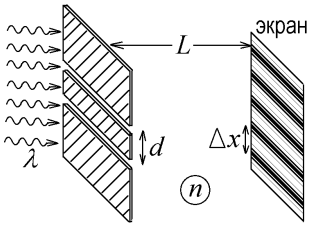
10. В однородном магнитном поле с индукцией B по окружности летает положительно заряженная частица с зарядом *q* и массой *m* со скоростью v. Индукция магнитного поля $\vec{B}$ направлена вдоль оси *z*. В начальный момент

времени скорость частицы $\vec{v}$ была направлена вдоль оси *y*. Найти минимальное время *t*, через которое скорость частицы будет направлена против оси *x*.
B = 4 Тл; *q* = 5 мкКл; *m* = 10^{-10}кг; v = 600 м/с.
а) 63,6 мкс; б) 53,6 мкс; в) 43,6 мкс; г) 33,6 мкс; д) 23,6 мкс.

4 семестр

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

1. На непрозрачную преграду с двумя узкими параллельными прорезями, находящимися на расстоянии d друг от друга, падает нормально монохроматический свет с длиной волны λ. 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 Δx 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;

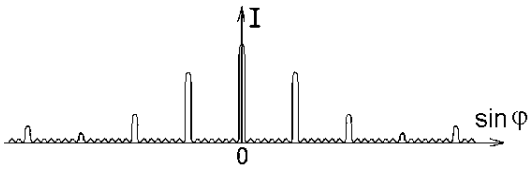
2. Монохроматический свет падает из воздушной среды нормально на плоскую прозрачную мыльную пленку толщины d с показателем преломления n = 1,33, находящуюся на стекле с показателем преломления n_c = 1,5. Интерференционный максимум для отраженного от мыльной пленки света наблюдается в том случае, когда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

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 λ. 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 λ 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 φ показана на рисунке. Во сколько раз изменятся расстояния между



интерференционными максимумами (спектрами) на этом рисунке, если постоянную решетки уменьшить в 2 раза, а длину волны падающего света увеличить в 2 раза (укажите правильный ответ):
а) увеличатся в 4 раза; б) увеличатся в 2 раза; в) не изменятся; г) уменьшатся в 2 раза; д) уменьшатся в 4 раза;

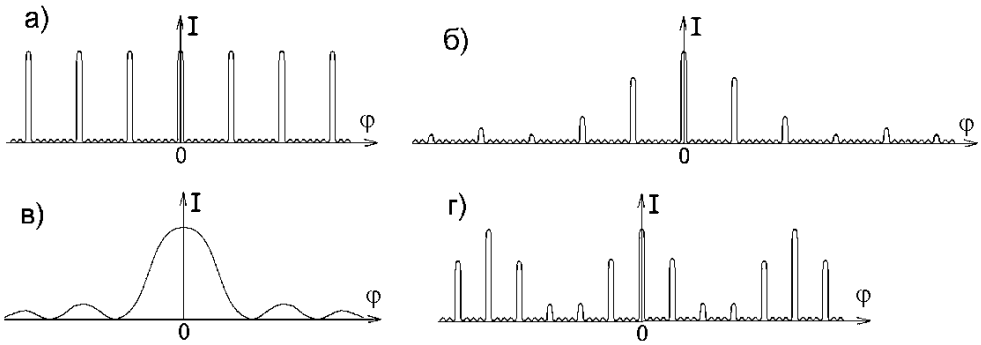
5. На дифракционную решетку падает пучок монохроматического света. Ширина пучка Δs равна ширине дифракционной решетки. За решеткой на удаленном экране наблюдается интерференционная картина, изображенная на рисунке. Что произойдет с этой картиной, если ширину Δs падающего на решетку пучка света уменьшить вдвое (укажите правильное утверждение):
а) ширина главных интерференционных максимумов уменьшится
б) ширина главных интерференционных максимумов не изменится
в) ширина главных интерференционных максимумов увеличится
г) интерференционные максимумы раздвинутся от центра интерференционной картины
д) интерференционные максимумы сдвинутся к центру интерференционной картины

6. На тонкую пленку из прозрачного материала с показателем преломления *n*, находящуюся в воздухе, падает сверху белый свет. При этом на поверхности пленки наблюдаются интерференционные полосы. Цветовая окраска участка каждой из полос меняется в направлении справа налево, указанном стрелкой на рисунке следующим образом (выберите ответ): а) зеленая→синяя→желтая→оранжевая;
б) зеленая→желтая→оранжевая→красная; в) оранжевая→желтая→синяя→зеленая;
г) желтая→ голубая→ зеленая→синяя; д) красная→оранжевая→желтая→зеленая;
е) наблюдаются чередующиеся белые и темные полосы;

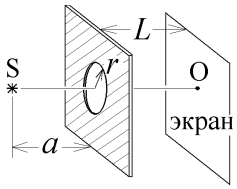
7. Монохроматический свет с длиной волны λ распространяется в стекле с показателем преломления $n = 1{,}5$ и падает нормально на **тонкую воздушную** прорезь-прослойку толщины *d*. Условием интерференционного максимума для отраженного от прорези света будет (выберите правильный ответ, если *m* – целое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

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

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



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

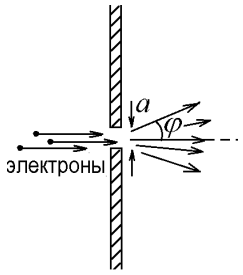


расстояния а освещенность точки О экрана (лежащей, как и источник света S, на оси отверстия) то становится большой, то уменьшается до нуля. С помощью законов физики получите формулу для такого расстояния а, начиная с которого освещенность в точке О перестаёт “мигать” и начинает непрерывно уменьшаться. Объясните Ваш вывод. В какую сторону надо двигать источник света S, изменяя расстояние а, чтобы получить монотонное изменение освещенности – влево или вправо? Ответ обосновать.

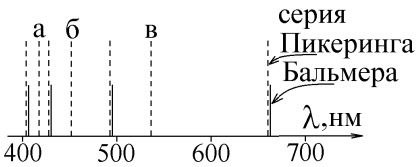
10. Два одинаковых поляроида (это тонкая прозрачная пленка-поляризатор, пропускающая плоскополяризованный свет) расположены так, что не пропускают падающий на них луч естественного солнечного света с интенсивностью I_0, и расположенный за поляроидами детектор не фиксирует света. Выскажите свое мнение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

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

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



2. На рисунке показан участок спектра излучения возбужденных атомов водорода (сплошные линии из серии Бальме



3. В опыте Юнга расстояние между узкими щелями a= 1 мм. Определить расстояние от щелей до экрана, если щели освещены светом с длиной волны λ= 0,4 мкм, а ширина интерференционной полосы Δx= 1 мм.
а) 0,5 м; б) 1,5 м; в) 2,5 м; г) 5,0 м; д) 7,5 м.

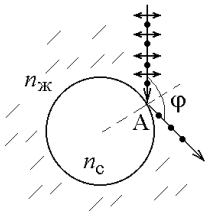
4. Определите радиус *второй* зоны Френеля (в мм) для случая плоской волны. Расстояние от волновой поверхности до точки наблюдения равно b= 1 м. Длина волны λ= 0,5 мкм.
а) 1 мм; б) 2 мм; в) 3 мм; г) 4 мм; д) 5 мм.

5. Плосковыпуклая линза радиусом кривизны R = 3 м выпуклой стороной лежит на стеклянной пластинке. Радиус некоторого *темного* кольца в *отраженном* свете r= 1,9 мм. Определить порядковый номер этого кольца, если длина волны падающего монохроматического света λ= 0,4 мкм. а) 3; б) 4; в) 5; г) 6; д) 7.

6. Определите разрешающую способность дифракционной решетки, если она в первом порядке разрешает две спектральные линии с λ_1= 0,496 мкм и λ_2= 0,5 мкм.
а) 124; б) 224; в) 324; г) 424; д) 524.

7. На узкую щель шириной a= 0,4 мм падает нормально плоская монохроматическая волна с длиной λ= 0,7 мкм. На экране, расположенном на расстоянии l= 7 м от щели, наблюдается дифракционная картина. Определить ширину первого максимума.
а) 52 мм; б) 42 мм; в) 32 мм; г) 22 мм; д) 12 мм.

8. Стеклянный шар с показателем преломления n_c= 1,7 находится в жидкости с показателем преломления $n_ж$= 1,33. В точку А шара падает луч естественного света и отражается полностью поляризованный. Найти угол φ между падающим и отраженным и лучами.



а) 94°; б) 104°; в) 114°; г) 124°; д) 134°.
9. Фотон рассеялся под углом θ= 45° на первоначально покоившемся электроне. Определить начальную энергию фотона, если длина волны рассеянного фотона оказалась равной комптоновской длине волны.
$e = 1{,}6\cdot10^{-19}$ Кл; $m_e = 9{,}1\cdot10^{-31}$ кг; $h = 6{,}63\cdot10^{-34}$ Дж·с; $c = 3\cdot10^{8}$ м/с.
а) 320 кэВ; б) 420 кэВ; в) 520 кэВ; г) 620 кэВ; д) 720 кэВ.
10. Во сколько раз увеличится мощность излучения черного тела, если длина волны, соответствующая максимуму его спектральной плотности энергетической светимости сместится с λ_1 = 300 мкм до λ_2. = 200 мкм
$b = 2{,}9\cdot10^{-3}$ м·К; $\sigma = 5{,}67\cdot10^{-8}$ Вт/(м^{2}К^4) а) 1,1; б) 2,1; в) 3,1; г) 4,1; д) 5,1.

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

1. Пучок световых волн с длиной волны λ= 0,5 мкм падает под углом α= 45° на находящуюся в воздухе мыльную пленку (n = 1,3). При какой наименьшей толщине пленки отраженные световые волны будут максимально усилены?
а) 75 нм; б) 95 нм; в) 115 нм; г) 135 нм; д) 155 нм.
2. Определите радиус *первой* зоны Френеля на плоской волновой поверхности. Расстояние от волновой поверхности до точки наблюдения равно b= 1 м. Длина волны λ= 0,5 мкм.
а) 0,307 мм; б) 0,407 мм; в) 0,507 мм; г) 0,607 мм; д) 0,707 мм.
3. Установка для наблюдения колец Ньютона освещается монохроматическим светом с длиной волны λ= 0,4 мкм, падающим нормально. Пространство между линзой и стеклянной пластинкой заполнено жидкостью. Радиус кривизны линзы R= 4 м. Определить показатель преломления жидкости, если радиус *третьего светлого* кольца в *проходящем* свете r= 2 мм.
а) 1,0; б) 1,1; в) 1,2; г) ;1,3 д) 1,4.
4. На дифракционную решетку нормально падает монохроматический свет с длиной волны λ = 0,5мкм. Определить наибольший порядок спектра, полученный с помощью этой решетки, если ее постоянная d= 1 мкм.
а) 2; б) 4; в) 6; г) 8; д) 10.

5. На узкую щель шириной a падает нормально плоская монохроматическая волна с длиной λ. Под углом φ= 2° к нормали наблюдается темная полоса шестого порядка. Определить, сколько целых длин волн укладывается на отрезке, длина которого равна ширине щели. а) 43; б) 86; в) 172; г) 215; д) 258.
6. Естественный свет проходит последодвательно через три поляризатора П1, П2 и П3. Угол между плоскостями поляризаторов П1 и П2 равен α= 25°, между плоскостями поляризаторов П2 и П3 равен β= 65°. Во сколько раз уменьшилась интенсивность света? а) 15,6 раза; б) 13,6 раза; в) 11,6 раза; г) 9,6 раза; д) 7,6 раза.

7. Фотон налетает на покоящийся электрон и рассеивается на угол $\theta = 80^{o}$. Длина волны рассеянного фотона в 4 раза больше комптоновской длины волны. Найти частоту налетающего фотона.
$e = 1{,}6\cdot10^{-19}$ Кл; $m_e = 9{,}1\cdot10^{-31}$ кг; $h = 6{,}63\cdot10^{-34}$ Дж·с; $c = 3\cdot10^{8}$ м/с.
а) $2{,}9\cdot10^{19}$ Гц; б) $3{,}9\cdot10^{19}$ Гц; в) $4{,}9\cdot10^{19}$ Гц; г) $5{,}9\cdot10^{19}$ Гц; д) $6{,}9\cdot10^{19}$ Гц.

8. Исследование спектра излучения некоторой звезды показывает, что максимум спектральной плотности энергетической светимости соответствует длине волны $\lambda = 150$ нм. Принимая звезду за абсолютно черное тело определить ее энергетическую светимость. $b = 2{,}9\cdot10^{-3}$ м·К; $\sigma = 5{,}67\cdot10^{-8}$ Вт/(м^{2}К^4)
а) 3,9 ГВт/м^2; б) 4,9 ГВт/м^2; в) 5,9 ГВт/м^2; г) 6,9 ГВт/м^2; д) 7,9 ГВт/м^2.

9. Волновая функция микрочастицы имеет вид $\psi = Ae^{-\alpha r}$, где $\alpha = 10^{10}$ м$^{-1}$; $A = \sqrt{\frac{\alpha^3}{\pi}}$.
Определить объемную плотность вероятности нахождения этой частицы на расстоянии $r = 5\cdot10^{-10}$ м от начала координат.
а) $1{,}05\cdot10^{25}$ м$^{-3}$; б) $1{,}25\cdot10^{25}$ м$^{-3}$; в) $1{,}45\cdot10^{25}$ м$^{-3}$; г) $1{,}65\cdot10^{25}$ м$^{-3}$; д) $1{,}85\cdot10^{25}$ м$^{-3}$.

10. Распределение Ферми-Дирака для электронного газа в металлах при температуре $T = 0$ К задается формулой: $dn = A\sqrt{E}dE$. Найти $\sqrt{\langle E^{12}\rangle}\Big/\langle E^2\rangle^3$ для свободных электронов из зоны проводимости проводника при $T = 0$ К.
а) 4,23; б) 3,23; в) 2,23; г) 1,23; д) 0,23.

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.