

Демонстрационный вариант

задания заключительного (очного) этапа

по направлению «**Лазерные, плазменные и радиационные технологии**»

Категория участия: «Бакалавриат» (для поступающих в магистратуру)

Задачи теоретического тура
(1-й этап заключительного этапа)

Максимальный балл за теоретический тур - 70

Раздел 1: Физика лазерных технологий

Задача 1 (4 балла)

Луч лазера мощностью 50 мВт падает на поглощающую поверхность. Определите силу светового давления на эту поверхность.

Ответ: $1,67 \cdot 10^{-10}$ Н

Задача 2 (6 баллов)

Определить величину и направление сдвига спектра резонансных частот $\Delta\nu$ двухзеркального резонатора после внесения в него кварцевой пластинки толщиной 1 мм. Длина резонатора $L = 1$ м, длина волны $\lambda = 1$ мкм, показатель преломления кварца 1,5.

Ответ: $1,5 \cdot 10^{11}$ Гц, Направление сдвига противоположно направлению изменения длины резонатора

Задача 3 (10 баллов)

Найти добротность пустого резонатора для длины волны излучения $\lambda = 10,6$ мкм при расстоянии между зеркалами $l = 80$ см и коэффициентах отражения зеркал по интенсивности $R_1 = 0,95$ и $R_2 = 0,9$. Затухание интенсивности излучения с течением

времени описывается уравнением $\frac{1}{I} \frac{dI}{dt} = -\alpha_n$, где c – скорость света, α_n – пороговый

коэффициент усиления: $\alpha_n = -\frac{1}{2l} \ln(R_1 R_2)$. Обусловленная затуханием излучения ширина

линии излучения дается выражением $\Delta\nu = \frac{1}{2\pi\tau}$, где $\tau = \frac{1}{c\alpha_n}$ – постоянная затухания.

Добротность резонатора определяется как $Q = \frac{\nu}{\Delta\nu}$.

Ответ: $6 \cdot 10^6$

Задача 4 (15 баллов)

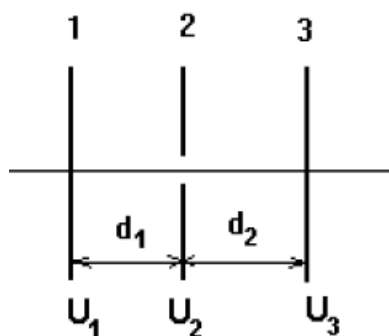
Излучения твердотельного Nd: YAG лазера с энергией в импульсе $E = 10$ Дж, длительностью $\tau = 5$ нс и расходимостью $\theta = 10$ мрад фокусируется собирающей линзой на металлическую мишень. Фокусное расстояние линзы $F = 10$ см. Оценить максимальную электронную температуру T_{\max} лазерной плазмы, если она зависит от плотности мощности как $T_{\max} \sim q^{1/3}$ (при $q = 10^{12}$ Вт/см² температура $T_{\max} = 150$ эВ).

Ответ: 90 эВ

Раздел 2: Физика плазменных и радиационных технологий

Задача 5 (4 балла)

Электростатическая линза образована в отверстии металлического экрана, разделяющего пространство между катодом и коллектором электронов. Диаметр отверстия в экране $\delta = 5$ мм, расстояния между электродами: $d_1 = 20$ мм, $d_2 = 30$ мм. Потенциалы: катода $U_1 = 0$, экрана $U_2 = 400$ В, коллектора $U_3 = 550$ В. Найти фокусное расстояние линзы f_d .



Ответ: $f_d = -11$

Задача 6 (6 баллов)

Поток протонов массой энергией $E_0 = 4,9$ кэВ проходит через тонкую фольгу. Оцените тепловую мощность выделяемую в фольге, если толщина фольги $l = 100$ Å, средние потери энергии на единицу длины в области средних энергий можно вычислить по формуле $\frac{dE}{dx} = -k_1 \sqrt{E}$, сила тока в пучке $I = 1$ мкА, $k_1 = 0,1$ эВ^{1/2}/Å.

Ответ: $N = 6,8 \cdot 10^{-4}$ Вт

Задача 7 (10 баллов)

Электрон вылетает с электрода «Э» с начальной скоростью $v_0 = 10^6 \text{ см/с}$ в направлении против электрического поля (начальная координата электрона $x = 0, y = h/2$). В области «1» ($x \in [0, l], y \in [0, h]$) распределение потенциала имеет вид:

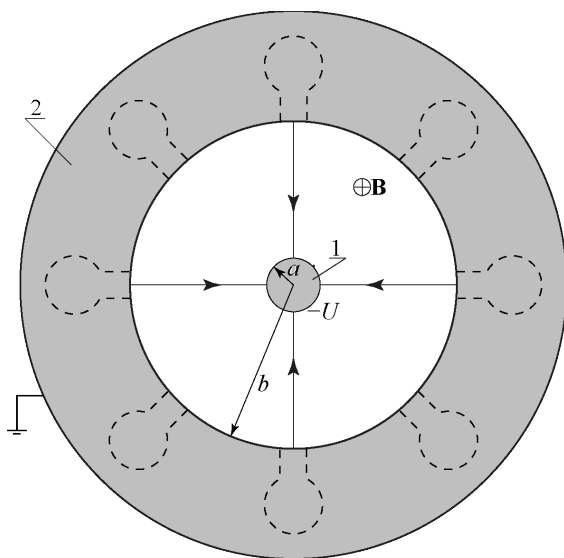
$$\varphi(x) = \frac{E_0 l}{2} \sin\left(\frac{\pi}{2} \left(\frac{x}{l}\right)^{2017}\right)$$

$l = 1 \text{ см}$ - расстояние между электродом и сеткой «С», $E_0 = 5,7 \times 10^{-2} \text{ В/м}$. В области «2» приложено однородное магнитное поле B (потенциал электростатического поля в «2» постоянный). «С» и «Э» – прямоугольные пластины высоты $h = 2 \text{ см}$ и бесконечной ширины. Найти такое минимальное магнитное поле B_{\min} , что электрон, пройдя область «2», вернётся на электрод Э со скоростью $-v_0$ коллинеарной начальной скорости. Ответ записать в [Гс].

Ответ: $B_{\min} = 0,16 \text{ Гс}$

Задача 8 (15 баллов)

Магнетрон – электровакуумный автогенератор СВЧ мощности с высоким КПД. Простейшая схема магнетрона показана на рисунке 1, где 1 – термокатода радиуса a и 2 – коаксиальный цилиндрический анод b . Движение электронов в скрещенных полях определяется не только магнитным полем \mathbf{B} , но и значительным анодным напряжением U . Цилиндрический коаксиальный диод с осевым магнитным полем можно использовать как клапан с магнитным управлением. Существует критическое значение анодного напряжения, при которой эмитированные электроны касаются внутренней поверхности анода и их поступление на анод прекращается, происходит отсечка тока. Найти критическое значение анодного напряжения, если $a = 8,5 \text{ мм}$, $b = 13,4 \text{ мм}$, $B = 0,17 \text{ Тл}$. Начальной энергией электронов пренебречь.



Ответ: $U_{\text{кр}} = 40,73 \text{ эВ}$

Пример оценки и решения задач теоретического тура

Задача на 4 балла

Луч лазера мощностью 50 мВт падает на поглощающую поверхность. Определите силу светового давления на эту поверхность.

Решение

Сила светового давления $F = pS$

давление света на поглощающую поверхность

$$p = \frac{W}{Stc},$$

где $W = NE$ – энергии всех фотонов (N -кол-во фотонов, $E = hc/\lambda$ - энергия одного фотона),

$V = Stc$ – объем, в котором распространяется энергия (S - площадь канала, t – время, c - скорость света)

Тогда $p = \frac{W}{t} \cdot \frac{1}{Sc}$, где $W/t = P$ – мощность луча лазера

Тогда сила светового давления $F = P/c = 50 \cdot 10^{-3} / 3 \cdot 10^8 = 1,67 \cdot 10^{-10} \text{ Н}$

Отсюда $F = pS$

Ответ: Ответ: $1,67 \cdot 10^{-10} \text{ Н}$

50% от максимального балла – записано верное выражение для плотности фотонов.
(2.0)

50% от максимального балла – получен верный численный ответ, указана размерность
(2.0)

Задача на 6 баллов

Поток протонов массой энергией $E_0 = 4,9 \text{ кэВ}$ проходит через тонкую фольгу. Оцените тепловую мощность выделяемую в фольге, если толщина фольги $l = 100 \text{ \AA}$, средние потери энергии на единицу длины в области средних энергий можно вычислить по формуле $\frac{dE}{dx} = -k_1 \sqrt{E}$, сила тока в пучке $I = 1 \text{ мкА}$, $k_1 = 0,1 \text{ эВ}^{1/2}/\text{\AA}$.

Решение

Тепловая мощность

$$N = \frac{I}{e} \cdot \Delta E,$$

где ΔE - потери энергии одним протоном при прохождении фольги.

Найдем потери энергии при прохождении протоном фольги

$$-\int_{E_0}^{E_0 - \Delta E} \left(\frac{dE}{\sqrt{E}} \right) = k_1 \int_0^l dx$$

$$\sqrt{E_0} - \sqrt{E_0 - \Delta E} = \frac{k_1 l}{2}$$

$$\Delta E = E_0 - \left(\sqrt{E_0} - \frac{k_1 l}{2} \right)^2$$

Тепловая мощность

$$N = \frac{I}{e} \left(E_0 - \left(\sqrt{E_0} - \frac{k_1 l}{2} \right)^2 \right) = \frac{10^{-6} A}{1,6 \cdot 10^{-19} Кл} \left(4,9 \cdot 10^3 эВ - \left(\sqrt{4,9 \cdot 10^3 эВ} - \frac{0,1 \frac{эВ^{\frac{1}{2}}}{\dot{A}} \cdot 100 \dot{A}}{2} \right)^2 \right) 1,6 \cdot 10^{-19} Дж =$$

$$= 675 \cdot 10^{-6} \frac{Дж}{с} \approx 6,8 \cdot 10^{-4} Вт$$

Ответ: $N = 6,8 \cdot 10^{-4} Вт$

16% от максимального балла – записано верное выражение для тепловой мощности (1.0)

16% от максимального балла – записано верное уравнение для нахождения потери энергии (1.0)

33% от максимального балла – Получено верное выражение для потери энергии (2.0)

33% от максимального балла – получен верный численный ответ, указана размерность (2.0)

Задача на 10 баллов

Найти добротность пустого резонатора для длины волны излучения $\lambda = 10.6$ мкм при расстоянии между зеркалами $l = 80$ см и коэффициентах отражения зеркал по интенсивности $R_1 = 0.95$ и $R_2 = 0.9$. Затухание интенсивности излучения с течением времени описывается уравнением $\frac{1}{I} \frac{dI}{dt} = -c\alpha_n$, где c – скорость света, α_n – пороговый

коэффициент усиления: $\alpha_n = -\frac{1}{2l} \ln(R_1 R_2)$. Обусловленная затуханием излучения ширина

линии излучения дается выражением $\Delta\nu = \frac{1}{2\pi\tau}$, где $\tau = \frac{1}{c\alpha_n}$ – постоянная затухания.

Добротность резонатора определяется как $Q = \frac{\nu}{\Delta\nu}$.

Решение

Затухание интенсивности излучения с течением времени описывается уравнением

$$\frac{1}{I} \frac{dI}{dt} = -c\alpha_n, \quad (1)$$

где c – скорость света, α_n – пороговый коэффициент усиления:

$$\alpha_n = -\frac{1}{2l} \ln(R_1 R_2). \quad (2)$$

Решение уравнения (1) имеет вид

$$I = I_0 \exp(-t/\tau), \quad (3)$$

где I_0 – начальная интенсивность,

$$\tau = \frac{1}{c\alpha_n} = -\frac{2l}{c \ln(R_1 R_2)} \quad (4)$$

- постоянная затухания. Обусловленная затуханием излучения ширина линии излучения дается выражением

$$\Delta\nu = \frac{1}{2\pi\tau} \quad (5)$$

После подстановки (2) и (4) в (5), для $\Delta\nu$ имеем

$$\Delta\nu = \frac{c}{2\pi} \frac{1}{2l} \ln(R_1 R_2) \approx 4.6 \cdot 10^6 \text{ с}^{-1}. \quad (6)$$

Частота излучения

$$\nu = \frac{c}{\lambda} = 2.8 \cdot 10^{13} \text{ с}^{-1}. \quad (7)$$

В соответствии с определением, добротность резонатора равна

$$Q = \frac{\nu}{\Delta\nu} = \frac{c/\lambda}{\frac{c}{2\pi} \frac{1}{2l} \ln(R_1 R_2)} = \frac{4\pi l}{\lambda \ln(R_1 R_2)} = 6 \cdot 10^6.$$

Ответ: $6 \cdot 10^6$

20% от максимального балла – записано верное выражение постоянной затухания **(2.0)**

20% от максимального балла – записано верное выражение для ширины линии излучения **(2.0)**

40% от максимального балла – Получено верное выражение для добротности резонатора **(4.0)**

20% от максимального балла – получен верный численный ответ, указана размерность **(2.0)**

Задача на 15 баллов

Излучения твердотельного Nd: YAG лазера с энергией в импульсе $E = 10 \text{ Дж}$, длительностью $\tau = 5 \text{ нс}$ и расходимостью $\theta = 10 \text{ мрад}$ фокусируется собирающей линзой на металлическую мишень. Фокусное расстояние линзы $F = 10 \text{ см}$. Оценить максимальную электронную температуру T_{\max} лазерной плазмы, если она зависит от плотности мощности как $T_{\max} \sim q^{1/3}$ (при $q = 10^{12} \text{ Вт/см}^2$ температура $T_{\max} = 150 \text{ эВ}$). Ответ запишите в эВ.

Решение

Линза фокусирует лазерное излучение на мишени в пятно площадью

$S = (\pi/4) \cdot D^2 = (\pi/4) \cdot (F \cdot \theta)^2$, где D – диаметр пятна фокусировки, определяемый фокусным расстоянием линзы и расходимостью лазерного излучения.

Тогда плотность мощности

$$q = E / (\tau \cdot S) = (4/\pi) \cdot (E/\tau \cdot F^2 \cdot \theta^2) \approx (4/3,14) \cdot (10/5 \cdot 10^{-9} \cdot 10^2 \cdot 10^{-4}) \approx 2,5 \cdot 10^{11} \text{ Вт/см}^2.$$

Так как $T_{\max} \sim q^{1/3}$, то это значит, что $T_{\max} = K \cdot q^{1/3}$, где K – коэффициент пропорциональности, который находим из начальных условий при $T_{\max} = 150 \text{ эВ}$:

$$K = (T_{\max} / q^{1/3})_{T_{\max}=150\text{эВ}} = 150 / (10^{12})^{1/3} = 150 \cdot 10^{-4} \text{ эВ} \cdot \text{см}^2/\text{Вт}.$$

Тогда для найденной выше плотности мощности получим

$$T_{\max} = (T_{\max} / q^{1/3})_{T_{\max}} \cdot q^{1/3} = (T_{\max} / q^{1/3})_{T_{\max}} \cdot \{ (4/\pi) \cdot (E/\tau \cdot F^2 \cdot \theta^2) \}^{1/3} = 150 \cdot 10^{-4} \cdot (2,5 \cdot 10^{11})^{1/3} = 15 \cdot 10^{-3} \cdot 2,5^{1/3} \cdot 100^{1/3} \cdot 10^3 \approx 15 \cdot 1,35 \cdot 4,57 \approx 90 \text{ эВ}.$$

Ответ: 90 эВ

20% от максимального балла – записано верное выражение для пятна фокусировки лазерного луча (3.0)

25% от максимального балла – записано верное выражение плотности мощности (4.0)

35% от максимального балла – Получено верное выражение для максимальной электронной температуры (5.0)

20% от максимального балла – получен верный численный ответ, указана размерность (3.0)

Практический (проектный) тур **(2-й этап заключительного этапа)**

Максимальный балл за практический тур – 30 баллов.

Проектное задание представляет собой задание работу с симулятором формирования наноструктурированных материалов с использованием плазменных технологий.

Все участники во второй половине дня заключительного этапа получают инструктаж работы с симулятором.

Далее им выдается рабочее задание по моделированию **Формирования наноструктурированных материалов с помощью плазменных технологий методом кластерного осаждения.**

Ниже приводится пример конкурсного проектного задания.

Пример проекта «Формирование наноструктурированных материалов с помощью плазменных технологий методом кластерного осаждения»

Введение. Лазерные, плазменные и радиационные технологии используются в получении покрытий, как в промышленных масштабах, так и создания покрытий для проведения различных экспериментов на стадии научных исследования и разработки новых технологий.

В качестве проекта участникам предлагается задание по формированию наноструктурированных материалов с заданными свойствами методом кластерного осаждения с помощью разработанного компьютерного симулятора.

Симулятор позволяет управлять:

- блоком питания магнетронного источника (плазменный источник);
- подачей газов в зону агрегации нанокластерного источника;
- масс-спектрометром;
- отвечает за управление длиной зоны агрегации нанокластерного источника.

Диапазон управляемых параметров симулятора:

- используемые материалы для формирования нанокластеров: металлы
- диапазон размеров формируемых нанокластеров $1 \div 15$ нм с дисперсией $\pm 15\%$
- диапазон анализируемых масс-спектрометром масс $2 \div 1\,000\,000$ а.е.м., разрешение $\pm 2\%$
- метод формирования нанокластеров: магнетронное распыление мишени, зародышеобразование и рост кластеров в потоке буферного инертного газа
- метод анализа кластеров по размерам: измерение масс-спектра заряженных кластеров с помощью квадрупольного масс-спектрометра
- используемые буферные газы: аргон, гелий
- температура в зоне агрегации: 9°C при водяном охлаждении
- давление в камере: $\sim 10^{-2} \div 10^{-4}$ мбар при включенном турбомолекулярном насосе
- контроль плазмы в зоне агрегации: оптический спектрометр в диапазоне длин волн $200 \div 850$ нм

Задание: Сформировать нанокластеры Au золота размером 5 нм, подобрав следующие параметры работы установки на симуляторе:

- питание магнетронного источника (плазменный источник);
- подачу газов в зону агрегации нанокластерного источника;
- систему диагностики масс-спектрометром;
- длину зоны агрегации нанокластерного источника.

Продемонстрировать выбранный рабочий режим на симуляторе.

В качестве отчета нужно предоставить – журнал эксперимента, с фиксированием параметров рассматриваемых режимов, обоснование шагов изменений параметров и выводы к проделанной работе.

**Спецификация для заключительного (очного) этапа
Олимпиады «Я – профессионал»**

Название направления	Лазерные, плазменные и радиационные технологии
Указание уровня подготовки	Категория «бакалавриат»
Описание целевой аудитории	<p>Данный комплект заданий подготовлен в рамках олимпиады «Я – профессионал» и предназначен для оценки знаний и навыков студентов бакалавриата, обучающихся в первую очередь по направлениям:</p> <ul style="list-style-type: none"> • «Прикладные математика и физика»; • «Высокотехнологические плазменные и энергетические установки»; • «Лазерная техника и лазерные технологии», • «Фотоника и оптоинформатика» <p>а также студентов других направлений подготовки, интересующихся исследованиями и разработками в лазерных, плазменных и радиационных технологий.</p>
Максимальное количество баллов за задание	100 баллов
Время на выполнение	<p>Теоретический тур - 180 минут</p> <p>Практический (проектный) тур – 180 минут (включая инструктаж)</p>
Список ресурсов для самостоятельной подготовки	<ol style="list-style-type: none"> 1. Савельев И.В. Курс общей физики. Т.2. Электричество и магнетизм. Волны. Оптика. 2. Салех Б., Тейх М. Оптика и фотоника. Принципы и применения, в 2-х т. Изд.: Интеллект; 2012. – 759 с. 3. Гудмен Дж. Введение в фурье-оптику. — Москва: Мир, 1970. — 364 с. 4. Евтихийев Н.Н., Евтихьева О.А., Компанец И.Н. и др. Информационная оптика. М.: Изд-во МЭИ, 2000. - 612 с. 5. Борн М., Вольф Э. Основы оптики. М.: Изд-во «Наука», 1973. - 713 с. 6. Звелто О. Принципы лазеров. 3-е изд., перераб. и доп. — М.: Мир, 1990. — 560 с. 7. Карлов Н.В. Лекции по квантовой электронике. М.: Изд-во «Наука», 1988. — 336 с. 8. Савельев И.В. Курс общей физики. Т.2. Электричество и магнетизм. Волны. Оптика. 9. Сивухин Д.В. Общий курс физики. т. III 10. Сивухин Д.В. Общий курс физики. т. V. часть 2 11. Ильгисонис В.И., Кирко Д.Л., Курнаев В.А., Прохорович Д.Е., Сковорода А.А., Фетисов И.К., Цветков

	<p>И.В. Сборник задач по физической электронике и физике плазмы (2008)</p> <p>12. В. А. Курнаев. Плазма - XXI век, Москва: МИФИ, 2008</p> <p>13. М. Бертолотти. История лазера. Долгопрудный: Интеллект, 2011</p> <p>14. Малышев В.И. Введение в экспериментальную спектроскопию</p> <p>15. Вовченко Е.Д., Кузнецов А.П., Савёлов А.С. Лазерные методы диагностики плазмы</p> <p>16. Франк-Каменецкий Д.А. Лекции по физике плазмы</p> <p>17. Жданов С.К., Курнаев В.А., Романовский М.К, Цветков И.В. Основы физических процессов в плазме и плазменных установках</p> <p>18. Лукьянов С.Ю. Горячая плазма и управляемый термоядерный синтез</p> <p>Массовые открытые онлайн курсы:</p> <p>Coursera Физика в опытах. Часть 4. Волны и оптика? https://www.coursera.org/learn/fizika-volny-optika Введение в лазерные технологии https://www.coursera.org/learn/vvedenie-v-lasernie-tehnologii</p> <p>EdX Surface Science: Methods of Surface Analysis https://www.edx.org/course/surface-science-methods-of-surface-analysis</p> <p>Открытое образование (opened.ru) Физические основы лазерных технологий https://openedu.ru/course/mephi/mephi_006_lasers/ Физика в опытах. Часть 3. Электричество и магнетизм https://openedu.ru/course/mephi/mephi_012_fvo3/</p>
<p>Формат состязаний. Требования к содержанию и оформлению заданий.</p>	<p>Очный этап проводится в два тура, один из которых посвящен заданиям фундаментального характера, а второй – практическим заданиям. И фундаментальные, и практические задания разрабатываются совместно с работодателями.</p> <p>Обеспечивается проживание участников заключительного этапа в общежитии НИЯУ МИФИ.</p> <p>Задания состоят из двух явных блоков (фундаментальные знания и проектное задание, разработанное с работодателями). При этом общие 100 баллов делятся на две части: фундаментальные знания – 70 баллов, практическое (проектное задание) - 30 баллов.</p> <p>Продолжительность очного тура - 1 день.</p> <p>Первый этап состязания. Проводится индивидуальный конкурс. Задания очного тура состоит из восьми заданий, разделённых на 4 блока заданий различной трудности:</p> <p>Второй этап состязания. Проводится работа на симуляторе по управлению симулятором формирования</p>

	<p>наноструктурированных покрытий. Моделирование осуществляется на компьютере с помощью совместно разработанного с работодателем программного обеспечения.</p> <p>Проведение проектного конкурса возможно как в индивидуальном режиме, так и в командном. Во втором случае разработка проекта осуществляется в составе команды, которая формируется случайным образом из участников первого тура состязания.</p> <p>Перед проведением проектного конкурса участники проходят обучение возможностям и применению предлагаемого к использованию программного обеспечения</p> <p>Итоговый результат каждого участника определяется в результате сложения результатов первого и второго тура проведения состязания.</p>
Дополнительная информация/инструкции для участников, которые не вошли в Регламент по направлению	<p>Очный этап проводится в два тура, один из которых посвящен заданиям фундаментального характера, а второй – практическим заданиям.</p> <p>Продолжительность очного тура - 1 день.</p>
Краткое описание структуры задания и его основные характеристики. Система оценивания заданий.	<p>Задания 1-го тура очного этапа разделены на два блока:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Физика лазерных технологий 2. Физика плазменных и радиационных технологий <p>Первый раздел «Физика лазерных технологий» состоит из 4 заданий различной трудности по тематикам: Распространение оптического излучения в приближении геометрической оптики; Дифракция света; Колебания и волны; Классическое описание электромагнитного поля; Временная и пространственная когерентность излучения; Когерентное сложение двух волн; Основы физики лазеров; Представление света в виде волн и в виде частиц.</p> <p>Каждое задание требует написания развернутой схемы решения и получения численного ответа. Сложность заданий 4, 6, 10 и 15 баллов. Максимальное количество баллов за раздел составляет 35 баллов</p> <p>Второй раздел «Физика плазменных и радиационных технологий» состоит из 4 заданий различной трудности по тематикам: Движение заряженных частиц в электрических и магнитных полях; Электронная оптика; Эмиссионная электроника; Элементарные процессы в газе; Электрический ток в газах; Колебания и волны; Ускорители частиц и СВЧ устройства</p> <p>Каждое задание требует написания развернутой схемы решения и получения численного ответа. Сложность заданий 4, 6, 10 и 15 баллов.</p>

	<p>Максимальное количество баллов за раздел составляет 35 баллов</p> <p>Критерии оценки для каждой задачи определяются ее содержанием и, как правило, 20-40% от максимального балла дается за правильную формулировку исходных соотношений и формул для ее решения, 50-80% за частично правильные результаты расчета, 100% за полностью правильные результаты решения.</p> <p>Максимальное количество баллов за 1-й тур – 70 баллов.</p> <p><u>Второй тур очного этапа.</u> Проводится конкурс на разработку проектного задания.</p> <p>Разработка осуществляется на компьютере с помощью программного обеспечения разработанного совместно с работодателем.</p> <p>Перед проведением проектного конкурса участники проходят обучение возможностям и применению предлагаемого к использованию программного обеспечения.</p> <p>В процессе проектного задания участникам необходимо определить время достижения заданных параметров устройства в требуемых пространственных точках. Эти результаты приводятся участниками на листе ответа. Кроме этого оформляется отчет в электронном виде по требуемой форме с описанием исследуемых процессов и использованных моделей, который должен содержать следующие разделы: введение, описание модели, решение заданий.</p> <p>За правильные результаты в листе ответа, в зависимости от их количества, начисляется до 20 баллов. За правильно оформленный отчет дается до 10 баллов.</p> <p>Максимальное количество баллов за 2-й этап – 30 баллов..</p>
<p>Информация об элементах практикоориентированности в заданиях (участие работодателей в составлении заданий)</p>	<p>Задачи теоретического тура составлены с участием или согласованы с представителями следующих предприятий и организаций работодателей, представляющих генерального партнера ГК «Росатом»:</p> <ul style="list-style-type: none"> • ФГУП РФЯЦ ВНИИЭФ; • ФГУП «РФЯЦ-ВНИИТФ им. академика Е.И. Забабахина»; • ГНЦ РФ ТРИНИТИ, <p>и других партнеров в лице организаций:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Национальный исследовательский центр "Курчатовский институт"; • ГНЦ РФ ТРИНИТИ; • ООО НТО «ИРЭ-Полус»; • ЗАО "СуперОкс"; • Институт общей физики имени А.М. Прохорова; • Физический институт имени П.Н. Лебедева; • NSG Pilkington Glass Russia&CIS

	<p>Задачи практического тура составлены представителями работодателя - Физический институт имени П.Н. Лебедева и ГК «Росатом»</p> <p>Задания теоретического и практического туров, составленные с участием работодателей, оценивают следующие специфические для высокотехнологических отраслей знания и умения: основные положения лазерной физики, плазменных и радиационных технологий, умения разбираться в протекающих физических процессах, описанных в условии; умения использовать расчетные справочные рекомендации, с учетом анализа границ их применимости; умения использовать базы данных (таблицы) для получения данных о физических величинах.</p>
Критерии оценивания	<p>Критерии оценки для каждой задачи теоретического тура определяются ее содержанием и, как правило, 20-40% от максимального балла дается за правильную формулировку исходных соотношений и формул для ее решения, 50-80% за частично правильные результаты расчета, 100% за полностью правильные результаты решения.</p> <p>В процессе проектного задания (2-й тур) участникам необходимо определить время достижения заданных параметров устройства в требуемых пространственных точках. Эти результаты приводятся участниками на листе ответа. Кроме этого оформляется отчет в электронном виде по требуемой форме с описанием исследуемых процессов и использованных моделей, который должен содержать следующие разделы: введение, описание модели, решение заданий.</p> <p>За правильные результаты в листе ответа, в зависимости от их количества, начисляется до 20 баллов. За правильно оформленный отчет дается до 10 баллов..</p>