ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ «Робофест» по ФИЗИКЕ
ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЙ (ФИНАЛЬНЫЙ) ЭТАП 2026 года, ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ТУР
БИЛЕТ № 03 (10 классы): возможные решения и критерии

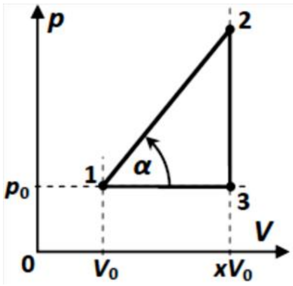
Задание 1: «Треугольный КПД».

Вопрос: Диаграмма процесса над идеальным газом в координатах давление-объем – прямая линия. В каких случаях теплоемкость газа в таком процессе постоянна?

Ответ на вопрос: Процессы, в которых теплоемкость постоянна, называются политропическими, и их уравнение в координатах давление-объем $p \cdot V^n = const$. Показатель политропы связан с молярной теплоемкостью c газа в этом процессе: $n = \frac{c_p - c}{c_V - c}$. Это уравнение описывает прямую линию в трех случаях: $n = 0$ (изобарный процесс – прямая, проходящая параллельно оси объемов), $n^{-1} = 0$ (изохорный процесс – прямая, проходящая параллельно оси давлений) и $n = -1$ (прямая, проходящая через начало координат). Остальные прямые отвечают процессам с переменной теплоемкостью.

Критерии проверки вопроса:

№	действие	балл
1	Приведено уравнение политропы.	2
2	Приведена формула связи показателя политропы с теплоемкостью.	2
3	Указаны три случая, когда у процесса с прямолинейной p-V-диаграммой постоянная теплоемкость	3×2=6
Всего		**10**



Задача: Рассмотрим тепловые машины, в которых в качестве рабочего тела используется идеальный газ, а диаграмма цикла в координатах давление – объем имеет вид прямоугольного треугольника (см. рисунок) с фиксированным углом α между гипотенузой этого треугольника и осью объемов. Нам известно, что КПД этого цикла при значении отношения максимального и минимального объемов $x_1 = 2{,}25$ равен $\eta_1 = 12{,}5$ %, а при $x_2 = 6$ равен $\eta_2 = 20$ %. Определите величину угла α. Чему равен КПД этого цикла при $x_3 = 2$ и $x_4 = 8$?

Решение задачи: Обозначим $k \equiv \mathrm{tg}(\alpha)$ (то есть уравнение прямой 1-2 будем записывать как $p(V) = p_0\left(k\frac{V}{V_0} + 1 - k\right)$). Тогда работа газа в цикле (которая равна площади цикла в этих координатах) $A = p_0V_0 \cdot \frac{k}{2}(x-1)^2$. Работа в процессе 1-2 $A_{12} = \frac{p_0V_0}{2}(x-1)(kx+1-k)$. В этом процессе газ получает тепло (в процессах 2-3 и 3-1 он отдает тепло). В соответствии с I Началом термодинамики

$$Q_H = A_{12} + \Delta U_{12} = \frac{p_0V_0}{2}(x-1)(kx+1-k) + i\frac{p_0V_0}{2}(x-1)(kx+1).$$

В этом выражении присутствует множитель i (число степеней свободы молекулы газа), поскольку нам неизвестно, какой именно идеальный газ использован в качестве рабочего тела. Приводя подобные, получаем

$$Q_H = A_{12} + \Delta U_{12} = \frac{p_0V_0}{2}(x-1)[(i+1)kx + 2 + i - k].$$

Следовательно, КПД цикла

$$\eta = \frac{A}{Q_H} = \frac{k(x-1)}{(i+1)kx + 2 + i - k}.$$

При изучении связи КПД с x удобнее следить за обратной величиной

$$\frac{1}{\eta} = i + 1 + \frac{2 + i(1+k)}{k(x-1)}.$$

Подставим в это уравнение два известных нам значения, и получим систему уравнений

$$\begin{cases} 8 = i + 1 + 0{,}8\left(\frac{2+i}{k} + 1\right) \\ 5 = i + 1 + 0{,}2\left(\frac{2+i}{k} + 1\right) \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} i = 3 \\ k = 2{,}5 \end{cases}.$$

Итак, наше рабочее тело – одноатомный идеальный газ, а $\alpha = \mathrm{arctg}(1{,}25) \approx 51{,}34°$. Отметим, что величина угла определена в предположении, что V_0 и p_0 выбраны в качестве масштабных единиц на осях диаграммы (то есть при другом выборе масштабных единиц величина угла может измениться, но правильным ответом должно считаться значение, полученное для конкретного выбора масштабов). Подставляя полученные значения в формулу, получаем

$$\frac{1}{\eta} = 4 + \frac{5}{x-1} \Rightarrow \eta = \frac{x-1}{4x+1}.$$

Таким образом: $\eta_3 = \frac{1}{9} \approx 0{,}11$ и $\eta_4 = \frac{7}{33} \approx 0{,}21$.

ОТВЕТЫ: При выборе p_0 и V_0 в качестве масштабных единиц по осям $\alpha = \mathrm{arctg}(1{,}25) \approx 51{,}34°$, $\eta_3 = \frac{1}{9} \approx 0{,}11$ и $\eta_4 = \frac{7}{33} \approx 0{,}21$.

Критерии проверки задачи:

№	действие	балл
1	Записано уравнение процесса 1-2 через параметр, связанный с углом наклона диаграммы.	1
2	В качестве масштабных единиц используются V_0 и p_0 или указаны другие масштабные единицы, используемые в работе.	1
3	Записана правильная формула для работы в цикле через x и введенный параметр.	1
4	Записана правильная формула для Q_H через x и введенный параметр.	1
5	Записана правильная формула для КПД через x и введенный параметр.	2
6	Записана правильная система уравнений для определения параметров рабочего тела и цикла.	1
7	Установлено, что газ одноатомный*.	2
8	Найдено значение α, правильное для выбранных масштабных единиц.	2
9	Правильно найдены значения КПД для заданных x.	2×2=4
Всего		**15**

*Если газ считается одноатомным без обоснования, п.7 не засчитывается, а в п.5 ставится 1 балл. Остальные оценки при этом не понижаются.

Задание 2: «Разгон по окружности».

Вопрос: Автомобиль массой m с нейтральным аэродинамическим профилем (воздушный поток, обтекающий автомобиль при движении, не создает ни подъемной, ни прижимающей силы) движется с постоянной по модулю скоростью v по горизонтальной дороге с радиусом кривизны R. Под каким углом к вектору скорости должна быть направлена общая сила трения его колес о дорогу, если сила сопротивления воздуха равна $\vec{F_c} = -\gamma m v \cdot \vec{v}$, где постоянный коэффициент γ зависит только от конструкции кузова автомобиля?

Ответ на вопрос: Так как при постоянной скорости касательное ускорение равно нулю, то касательная (направленная по скорости) компонента силы трения должна уравновешивать силу сопротивления воздуха: $F_{тр\,\tau} = F_{тр} \cdot \cos(\alpha) = \gamma m v^2$, где α – искомый угол. Нормальная (центростремительная) компонента этой силы создает центростремительное ускорение: $F_{тр\,n} = F_{тр} \cdot \sin(\alpha) = m\frac{v^2}{R}$. Разделив эти уравнения друг на друга, находим: $\mathrm{tg}(\alpha) = \frac{1}{\gamma R} \Rightarrow \alpha = arctg(1/\gamma R)$.

Критерии проверки вопроса:

№	действие	балл
1	Правильно записано уравнение для касательной компоненты ускорения, равной нулю.	2+1=3
2	Правильно записано уравнение для центростремительной компоненты ускорения.	3
3	Получено правильное выражение для α.	4
Всего		**10**

Задача: Изучите разгон этого автомобиля по круговой горизонтальной дороге. Нам известно, что при достижении максимальной скорости все колеса автомобиля должны проскальзывать, и при этом конструкция автомобиля и мощность двигателя позволяют направить общую силу трения колес в любую сторону. Оказалось, что на дороге с радиусом кривизны R = 300 м максимальная достижимая скорость равна v_m = 94 км/ч. Известно также, что для этого автомобиля γ точно совпадает с $1/R$. До какой скорости может разогнаться этот автомобиль на дороге с таким же покрытием, но с радиусом кривизны R' = 100 м? Затем на этот автомобиль установили *антикрыло*, не влияющее на силу лобового сопротивления, но дополнительно создающее прижимную силу. Известно, что величина этой силы тоже пропорциональна квадрату скорости автомобиля, и при скорости v_m ее величина составляет 25 % от величины действующей на автомобиль силы тяжести. Какой станет максимальная скорость при R' = 100 м?

Решение задачи: Используем те же уравнения, что и в вопросе, для описания движения с максимальной скоростью. Возведя их в квадрат и сложив, находим, что величина силы трения при таком движении $F_{тр} = m\sqrt{\gamma^2 + R^{-2}}v_m^2$. Согласно условию, в этом режиме колеса проскальзывают, и сила трения равна силе трения скольжения $F_{тр} = \mu mg$, где g – ускорение свободного падения. Таким образом, связь максимальной скорости и радиуса кривизны имеет вид

$$v_m^2 = \frac{\mu g R}{\sqrt{1+\gamma^2 R^2}}$$

Для заданного значения коэффициента γ получаем, что $\mu g R = v_m^2\sqrt{2}$. Тогда для другого радиуса (тот же автомобиль на дороге с тем же покрытием) максимальная скорость

$$v'^2_m = \frac{\mu g R'}{\sqrt{1+\gamma^2 R'^2}} = v_m^2\sqrt{\frac{2R'^2}{R'^2 + R^2}} \Rightarrow v'_m = v_m\left(\frac{1}{5}\right)^{1/4} \approx 62{,}9 \text{ км/ч}.$$

После установки антикрыла сила трения увеличивается за счет увеличения силы давления автомобиля на дорогу и зависит от скорости: согласно информации из условия, $\tilde{F}_{тр} = \mu mg\left(1 + \frac{v^2}{4v_m^2}\right)$. Значит, теперь максимальная скорость определяется из соотношения

$$\mu g\left(1 + \frac{\tilde{v}^2}{4v_m^2}\right) = \frac{\sqrt{2}}{4R}(4v_m^2 + \tilde{v}^2) = \tilde{v}^2\sqrt{\frac{1}{R^2} + \frac{1}{R'^2}} \Rightarrow \tilde{v}_m^2 = \frac{4v_m^2}{2\sqrt{2[1 + (R/R')^2]} - 1}.$$

В результате находим, что

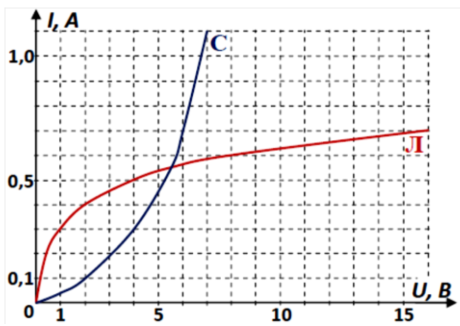
$$\tilde{v}_m = \frac{2v_m}{\sqrt{2\sqrt{20} - 1}} \approx 66{,}7 \text{ км/ч}.$$

ОТВЕТЫ: На дороге с меньшим радиусом R' этот автомобиль может разогнаться до скорости $v'_m = v_m\left(\frac{1}{5}\right)^{1/4} \approx 62{,}9$ км/ч, а после установки антикрыла – до $\tilde{v}_m = \frac{2v_m}{\sqrt{2\sqrt{20}-1}} \approx 66{,}7$ км/ч.

Критерии проверки задачи:

№	действие	балл
1	Получено уравнение для силы трения, эквивалентное $F_{тр} = m\sqrt{\gamma^2 + R^{-2}}v_m^2$	1
2	Найдена правильная связь максимальной скорости и радиуса кривизны.	2
3	Записано соотношение, эквивалентное $\mu g R = v_m^2\sqrt{2}$.	1
4	Найдено правильно уравнение для максимальной скорости после изменения радиуса	2
5	Получено правильное численное значение v'_m	2
6	Указано, что после установки антикрыла сила трения увеличивается.	1
7	Получена правильная формула для связи силы трения со скоростью после установки антикрыла.	2
8	Найдено правильно уравнение для максимальной скорости после установки антикрыла.	2
9	Получено правильное численное значение $\tilde{v}_m$	2
Всего		**15**

Задание 3: «Лампа и диод».



Вопрос: На рисунке (см. дополнительный лист) показаны ВАХ (вольт-амперные характеристики) светодиода (синяя кривая) и лампы накаливания (красная). Известно, что номинальная мощность светодиода 4,2 Вт, а лампы – 4,8 Вт. Определите номинальные напряжения светодиода и лампы.

Ответ на вопрос: На ВАХ лампы и диода потребляемые мощности, равные произведению силы тока на напряжение, монотонно растут, и можно, двигаясь по ним, найти точки с нужными значениями мощности. Это несложно, поскольку они попадают в «узлы» координатной сетки на графике. Для светодиода такая точность отвечает $U = 6$ В и $I = 0{,}7$ А. Для лампы – значениям $U = 8$ В и $I = 0{,}6$ А. Таким образом, номинальные напряжения $U_С = 6$ В и $U_Л = 8$ В.

Критерии проверки вопроса:

№	действие	балл
1	Указано (используется в решении), что вдоль ВАХ обоих элементов мощности монотонно растут.	2
2	Правильно определены точки, отвечающие номинальным режимам лампы и светодиода.	2×2=4
3	Даны правильные численные ответы для номинальных напряжений.	2×2=4
Всего		**10**

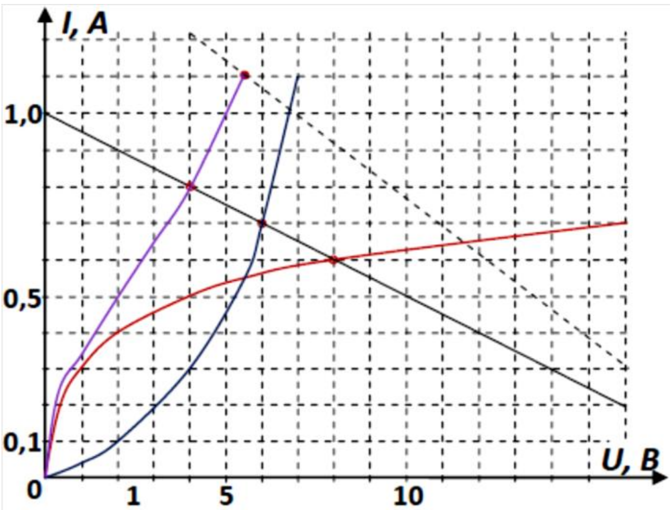
Задача: Эти светодиод и лампу подключили поочередно к источнику постоянного напряжения последовательно с реостатом. Оказалось, что можно так подобрать сопротивление реостата, чтобы и светодиод, и лампа при таком подключении работали в номинальном режиме. Определите ЭДС этого источника. Чему равно внутреннее сопротивление источника, если подобранное сопротивление реостата равно R = 19 Ом? Затем светодиод и лампу соединили параллельно и подключили к последовательно соединенным источнику и реостату (с тем же сопротивлением). Найдите мощности, потребляемые светодиодом и лампой в этом случае. Как нужно изменить сопротивление реостата, чтобы светодиод и лампа потребляли одинаковые мощности?

Примечание: Все построения выполняйте на дополнительном листе.

Решение задачи: При подключении нелинейного элемента к источнику питания напряжение на этом элементе равно напряжению на участке цепи из источника и реостата, а сила тока через него равна силе тока через аккумулятор и реостат, то есть

$$U(I) = \mathcal{E} - I(R + r).$$

Таким образом, точка с координатами, отвечающими режиму работы элемента, должна являться пересечением графика ВАХ элемента и прямой $U = \mathcal{E} - I(R + r)$ (ее обычно называют *нагрузочной прямой*). Эту прямая проходит также через две точки: точку, отвечающую нулевому напряжению (0 В; $\mathcal{E}/(R + r)$) и точке, отвечающую нулевой силе тока ($\mathcal{E}$; 0 А). Лампа и светодиод должны работать в номинальном режиме, то есть нагрузочная прямая должна проходить через точки (6 В; 0,7 А) и (8В; 0,6 А) (см рисунок). Продолжая ее до пересечения с осью абсцисс (напряжений), находим ЭДС источника: $\mathcal{E} = 20$В. Точка ее пересечения с осью ординат (силы тока) позволяет найти сумму сопротивлений реостата и аккумулятора:



$$R + r = \frac{\mathcal{E}}{I_0} = 20\text{ Ом} \Rightarrow r = 20\text{ Ом} - 19\text{ Ом} = 1\text{ Ом}.$$

При параллельном соединении напряжения на светодиоде и лампе одинаковы, а суммарная сила тока равна сумме сил токов через них. Поэтому нужно, например, для каждой точки ВАХ светодиода получить точку ВАХ параллельного соединения, добавив к силе тока через светодиод силу тока через лампу при том же значении напряжения (новая кривая на рисунке). Так как сопротивление реостата и характеристики аккумулятора не изменились, то суммарная сила тока светодиода и лампы и напряжение на них определяются пересечением той же нагрузочной прямой с новой ВАХ. Значит: $U_2 = 4$ В и $I_2 = 0{,}8$ А. При этом значении напряжения мощность, потребляемая светодиодом, равна $P'_С = I'_С \cdot U'_С = 4\text{ В} \cdot 0{,}5\text{ А} = 2$ Вт. Для лампы $P'_Л = I'_Л \cdot U'_Л = 4\text{ В} \cdot 0{,}3\text{ А} = 1{,}2$ Вт.

Для того, чтобы потребляемые лампой и светодиодом мощности были одинаковы, их режим работы должен отвечать точке пересечения их ВАХ (5,5 В; 0,55 А). Значит, нагрузочная прямая при той же ЭДС и новом сопротивлении реостата должна проходить через точку (5,5 В; 1,1 А) (пунктирная прямая). Наклон этой новой нагрузочной прямой отвечает сумме нового сопротивления реостата и внутреннего сопротивления источника:

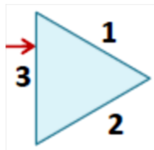
$$\Delta U = -(R' + r) \cdot \Delta I \Rightarrow R' = -\frac{\Delta U}{\Delta I} - r \approx \frac{145}{11}\text{ Ом} - 1\text{ Ом} = 12\frac{2}{11}\text{ Ом} \approx 12{,}18\text{ Ом}.$$

ОТВЕТЫ: ЭДС источника $\mathcal{E} = 20$ В, его внутреннее сопротивление $r = 1$ Ом, при параллельном соединение светодиод потребляет мощность $P'_С = 2$ Вт, а лампа $P'_Л = 1{,}2$ Вт. Для того, чтобы они потребляли одинаковые мощности, сопротивление реостата нужно увеличить до $R' \approx 12\frac{2}{11}$ Ом $\approx$ 12,18 Ом.

Критерии проверки задачи:

№	действие	балл
1	Указано (используется в решении), что точка с координатами, отвечающими режиму работы элемента, должна являться пересечением графика ВАХ элемента и «нагрузочной» прямой.	2
2	Определено, что нагрузочная прямая должна проходить через обе точки номинальных режимов.	1+1=2
3	Правильно определена ЭДС источника	1
4	Записано правильное уравнение связи наклона прямой с r.	1
5	Правильно определено внутреннее сопротивление источника.	2
6	Построен необходимый участок ВАХ параллельного соединения	2
7	Определена точка, отвечающая режиму работы параллельного соединения.	1
8	Правильно (с ошибкой не более 0,05 Вт) определены потребляемые мощности	2×1=2
9	Указано, что мощности одинаковы, если нагрузочная прямая проходит через точку пересечения ВАХ	1
10	Правильно (в диапазоне от 11,8 до 12,6 Ом) найдено нужное сопротивление реостата	1
Всего		**15**

Задание 4: «Полное внутреннее отражение».



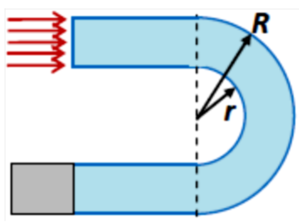
Вопрос: Тонкий световой пучок параллельных лучей падает нормально на грань прозрачной призмы, сечением которой является правильный треугольник. Показатель преломления ее материала n = 1,4. Через какую из ее граней пучок впервые выйдет из призмы наружу?

Ответ на вопрос: На грани 3 при первом падении пучок не преломляется, на грань 1 изнутри пучок падает под углом 60°. Поскольку $\sin(60°) = \frac{\sqrt{3}}{2} > \frac{1}{1{,}4}$, то на этой грани происходит полное внутреннее отражение, а затем на грань 2 пучок падает нормально и лучи пучка выходят из призмы наружу. Так что ответ на вопрос – через грань 2.

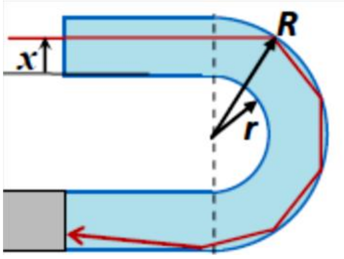
Критерии проверки вопроса:

№	действие	балл
1	Указано (используется в решении), что на грани 3 при первом падении пучок не преломляется.	1
2	Указано, что угол падения на грань 1 равен 60°.	1
3	Показано, что на грани 1 происходит полное внутреннее отражение.	4
4	Выяснено, что на грань 2 пучок падает нормально.	2
5	Дан правильный итоговый ответ.	2
Всего		**10**

Задача: Световое излучение – это разновидность *электромагнитных волн*, причем разные цвета отличаются друг от друга *длиной волны* λ. Планарный световод изготовлен из однородной плоской прозрачной пластины, изогнутой так, как показано на рисунке. Поверхности зоны изгиба являются половинами поверхностей цилиндров, радиусы которых удовлетворяют соотношению $R = 2r$. На торец световода падает однородный (по сечению) параллельный пучок световых лучей общей мощностью 15 Вт, являющийся смесью излучений с длинами волн от 400 нм до 700 нм. Мощность излучения распределена по спектру равномерно (то есть на одинаковые диапазоны длины волны приходятся одинаковые части общей мощности). Материал световода прозрачный, и его показатель преломления в этом диапазоне зависит от длины волны по закону $n(\lambda) \approx a/\lambda$, где a = 1000 нм. Пройдя по световоду, лучи попадают в приемник. Известно, что лучи, не испытавшие на поверхности световода полного внутреннего отражения, практически полностью покидают его и в приемник не попадают. Какая часть пучка для каждой из длин волн испытывает ПВО при первом падении изнутри на внешнюю поверхность световода? Какова мощность излучения, попадающего в приемник?



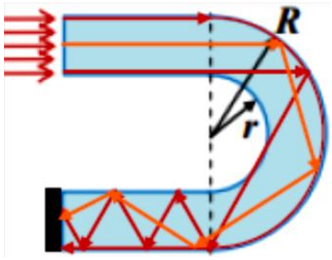
Решение задачи: Рассмотрим луч, падающий на «вход» световода на расстоянии x от его «нижнего» края. Ясно, что угол его падения изнутри на внешнюю поверхность световода определяется из уравнения $\sin(\alpha) = \frac{r+x}{R}$. Для того, чтобы этот луч испытал полное внутреннее отражение, должно выполняться условие



$$\sin(\alpha) \geq \frac{1}{n} \Rightarrow x \geq r\left(\frac{2}{n} - 1\right) = r\left(\frac{2\lambda}{a} - 1\right).$$

Мы обнаружили, что полное внутреннее отражение испытывают лучи, падающие на «вход» световода в интервале значений $r\left(\frac{2\lambda}{a} - 1\right) \leq x \leq r$. Можно заметить, что этот интервал существует для всех значений λ из заданного диапазона, при чем для $\lambda \leq 500$ нм он перекрывает весь диапазон возможных значений x, то есть полное внутреннее отражение испытывают все лучи. Для $\lambda > 500$ нм доля лучей, испытавших такое отражение при первом падении равна $k_1 = \frac{1}{r}\left\{r - r\left(\frac{2\lambda}{a} - 1\right)\right\} = 2\left(1 - \frac{\lambda}{a}\right)$. Минимальная доля отвечает $\lambda = 700$ нм и равна 60 %.

Как видно из построения (см. рисунок), лучи, испытывающие ПВО при первом падении, далее обязательно доходят до поглотителя: даже «крайний» луч, отвечающий x=0, после первого отражения идет по касательной к внутреннему радиусу и падает в точку сопряжения изгиба и плоской части пластины с тем же углом падения в 30°, что и в первый раз. Значит, и в этой точке луч испытает полное внутреннее отражение. Ясно, что при следующих падениях на боковые поверхности плоской части пластины угол падения останется таким же, и этот луч дойдет до поглотителя. Лучи, идущие выше этого, будут иметь еще большие углы падения на внешнюю цилиндрическую и плоские поверхности пластины, поэтому они тоже дойдут до поглотителя.



В падающем пучке мощность излучения распределена по спектру равномерно (отношение мощности к ширине спектра $\frac{15\text{ Вт}}{300\text{ нм}} = 0{,}05\frac{\text{Вт}}{\text{нм}}$), а в пучке, дошедшем до поглотителя, для некоторых длин волн она уменьшается за счет того, что не все лучи испытывают ПВО. Как мы поняли, на диапазон $\lambda \leq 500$ нм приходится мощность $P_1 = 0{,}05\frac{\text{Вт}}{\text{нм}} \cdot 100\text{ нм} = 5\text{ Вт}$. В диапазоне $\lambda > 500$ нм мощность, приходящаяся на малый интервал длин волн, убывает линейно от $0{,}05\frac{\text{Вт}}{\text{нм}}$ до $0{,}6 \cdot 0{,}05\frac{\text{Вт}}{\text{нм}} = 0{,}03\ \frac{\text{Вт}}{\text{нм}}$. Используя среднюю «спектральную плотность», вычислим мощность излучения с $\lambda > 500$ нм, приходящую в поглотитель: $P_2 = 0{,}04\frac{\text{Вт}}{\text{нм}} \cdot 200\text{ нм} = 8\text{ Вт}$. Полная мощность излучения, попадающего в приемник, $P = P_1 + P_2 = 13\text{ Вт}$. Расчет также можно провести, построив график распределения мощности по спектру.

ОТВЕТЫ: При первом падении на поверхность световода изнутри доля лучей, испытавших ПВО, равна $k_1 = 2\left(1 - \frac{\lambda}{a}\right)$ при $\lambda > 500$ нм, и равна 1 при $\lambda \leq 500$ нм. Мощность излучения, попадающего в приемник, $P = 13$ Вт.

Критерии проверки задачи:

№	действие	балл
1	Правильно записано условие на показатель преломления для того, чтобы луч испытал ПВО при первом падении	1
2	Из этого условия выведено правильное условие на координату луча с заданной длиной волны (эквивалентное $r\left(\frac{2\lambda}{a} - 1\right) \leq x \leq r$)	4
3	Полученное правильное выражение для доли лучей с заданной длиной волны, испытавших ПВО при первом падении.	2
4	Показано (рассуждениями либо построениями хода лучей), что все лучи, испытавшее ПВО при первом падении, доходят до поглотителя.	3
5	Используется корректный метод подсчета суммарной мощности излучения, попадающего в приемник: для диапазона $\lambda \leq 500$ нм и для диапазона $\lambda > 500$ нм.	1+2=3
6	Получен правильный численный ответ $P = 13$ Вт.	2
Всего		**15**