

**Задание 11-14 ОПТИКА. Фотометрия. Геометрическая оптика** ° - задачи с рисунком, \* - задачи для решения дома

**Задачи простые**

A1\*. Поясните рисунками, почему в полдень освещенность поверхности Земли Солнцем наибольшая.

A2\*. Почему сквозь папиросную бумагу можно прочесть текст только в том случае, если бумагу непосредственно наложить на страницу книги?

A3\*. Почему мы не видим лица фехтовальщика, если оно закрыто частой сеткой, но она не мешает самому фехтовальщику хорошо видеть окружающие предметы?

A4\*. Сформулируйте принцип Ферма.

A5\*. Сформулируйте четыре закона геометрической оптики.

A6\*. Объясните, почему тень на земле ног человека, стоящего под фонарём, резко очерчена, а тень головы более расплывчата? Ответ проиллюстрируйте рисунком.

A7\*. Человек проходит в стороне от висящего на некоторой высоте фонаря. Будет ли тень на земле от его головы двигаться с постоянной скоростью, если человек идёт прямолинейно и равномерно?

A8\*. На какой высоте висит уличный фонарь, если тень от вертикально установленной палки высотой  $0.9\text{ м}$  имеет длину  $1.2\text{ м}$ , и при перемещении палки на  $1\text{ м}$  от фонаря вдоль направления тени длина тени увеличилась до  $1.5\text{ м}$ ?

A9\*. Перечислите основные оптические явления, происходящие со световым потоком в оптических средах и при прохождении границы раздела двух оптических сред.

A10\*. Луч света составляет с поверхностью стола угол  $\alpha = 52^\circ$ . Как надо расположить плоское зеркало, чтобы изменить направление луча на горизонтальное?

A11\*. На какой угол повернется луч, отраженный от плоского зеркала, при повороте последнего на угол  $\alpha$ ?

A12\*. Почему в свете фар автомобиля лужа на асфальте кажется водителю темным пятном?

A13\*. На поверхности озера или моря в направлении Луны видна сверкающая лунная дорожка. Объясните, как она образуется. Можно ли наблюдать лунную дорожку на идеально гладкой, спокойной поверхности воды? Почему дорожка всегда направлена на наблюдателя?

A14\*. Стекло прозрачный материал. Однако толченое стекло непрозрачно и имеет белый цвет. Почему?

A15\*. Если на лист белой бумаги попадает растительное масло, то бумага в этом месте становится прозрачной. Почему?

A16\*. Почему цвета влажных предметов кажутся более глубокими и насыщенными, чем сухих?

A17. Объясните и проиллюстрируйте чертежом возникновение верхнего и нижнего миражей с помощью принципа Ферма.

A18\*. Почему в настоящее время на транспорте применяют не плоские, а выпуклые зеркала?

A19\*. Как определить в солнечный день радиус кривизны вогнутого зеркала?

A20\*. На выпуклое зеркало падает луч, как показано на рисунке. Построением найдите дальнейший ход луча.

A21\*. Можно ли с помощью двояковогнутой стеклянной линзы получить действительное изображение? А с помощью двояковыпуклой — мнимое?

A22\*. Линза дает увеличение  $k = 3$  предмета, находящегося на расстоянии  $a = 10\text{ см}$  от неё. Найдите фокусное расстояние линзы.

**Задачи средние**

B1\*. Человек, рост которого  $1.7\text{ м}$ , идёт со скоростью  $1\text{ м/с}$  по направлению к уличному фонарю. В некоторый момент длина тени человека была равна  $1.8\text{ м}$ , а через  $2\text{ с}$  длина тени стала  $1.3\text{ м}$ . На какой высоте висит фонарь?

B2\*. Во сколько раз мощность синего излучения ( $\lambda = 460\text{ нм}$ ) должна быть больше мощности жёлто-зелёного излучения, соответствующего максимальной чувствительности, чтобы зрительное ощущение от обоих излучений, было одинаково?

B3. Лампа, сила света которой  $I = 25\text{ кд}$ , укреплена на потолке лифта. Определить световой поток, падающий на пол и стены лифта.

B4. Над центром круглого стола радиуса  $R = 60\text{ см}$  на высоте  $h = 0.80\text{ м}$  висит лампа силой света  $I = 100\text{ кд}$ . Определить освещённость в центре и на краю стола.

B5\*. Лампу силой света  $I = 100\text{ кд}$ , висящую над столом на высоте

$h = 1.2\text{ м}$ , опустили и получили освещённость под лампой  $E = 100\text{ лк}$ . На какую высоту опустили лампу?

B6. Светильник из матового стекла имеет форму шара диаметром  $20\text{ см}$ . Сила света источника  $60\text{ кд}$ . Определить полный световой поток и светимость светильника.

B7\*. Яркость Солнца  $10^9\text{ кд/м}^2$ , диаметр  $1.4 \cdot 10^6\text{ км}$ . Найдите силу света Солнца и освещённость поверхности Земли перпендикулярной солнечным лучам. Расстояние от Земли до Солнца принять равным  $1.5 \cdot 10^8\text{ км}$ .

B8. Плоское зеркало движется со скоростью  $V = 1.5\text{ см/с}$ . С какой по модулю и направлению скоростью должен двигаться точечный источник света  $S$ , чтобы его отражение в плоском зеркале было неподвижным?

B9\*. Какова должна быть наименьшая высота вертикального зеркала, чтобы человек мог в нём видеть своё изображение во весь рост, не меняя положения головы?

B10°. Предмет  $AB$  и зеркало  $OO'$  расположены, как указано на рисунке. Как следует расположить глаз, чтобы увидеть изображение всего предмета целиком?

B11\*. Почему окна домов днём кажутся темнее наружных стен, даже если стены выкрашены тёмной краской?

B12\*. Опишите свойства среды, в которой лучи света могут быть криволинейными?

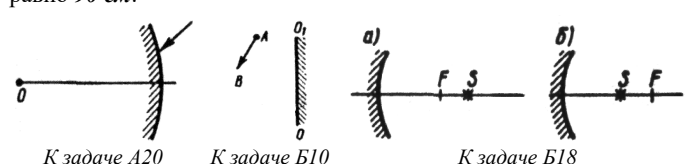
B13\*. Под каким углом должен падать свет на границу вода-стекло, чтобы отражённый луч оказался перпендикулярным, преломлённому лучу?

B14. Луч падает на плоско-параллельную пластинку из стекла под углом  $45^\circ$ . Какова толщина пластинки, если луч при выходе из нее сместился на  $2\text{ см}$ ?

B15. Где нужно поставить предмет, чтобы получить уменьшенное вдвое действительное изображение в вогнутом сферическом зеркале, с радиусом кривизны  $R = 40\text{ см}$ ?

B16. Предмет находится на расстоянии  $30\text{ см}$  от вогнутого зеркала. Его изображение в  $1.5\text{ раза}$  больше самого предмета. Определите расстояние от изображения до зеркала и радиус кривизны зеркала.

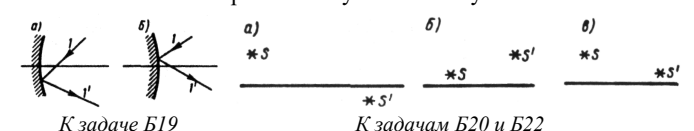
B17. Вогнутое зеркало даёт обратное увеличенное в  $4\text{ раза}$  изображение предмета. Определить главное фокусное расстояние зеркала, если расстояние между предметом и изображением его равно  $90\text{ см}$ .



B18°. На рисунках  $a$ - $b$  изображена светящаяся точка  $S$ , расположенная на главной оптической оси вогнутого зеркала, фокусное расстояние которого равно  $F$ . Найдите построением изображение. Какое оно: действительное или мнимое?

B19\*. На рисунках  $a$ - $b$  дан ход луча в сферическом зеркале. Найдите построением положение фокуса зеркала.

B20\*. На рисунках  $a$ - $b$  даны положения главной оси сферического зеркала, светящейся точки  $S$  и её изображения  $S'$ . Найдите построением положение центра кривизны, фокуса и полюса зеркала. Какое использовано зеркало: вогнутое или выпуклое?



B21. В каком случае выпукло-вогнутая линза является собирающей, а в каком рассеивающей?

B22\*. На рисунках  $a$ - $b$  даны положения главной оптической оси линзы, светящейся точки  $S$  и её изображения  $S'$ . Найдите построением тип линзы, положения её центра и фокусов.

B23\*. Как надо расположить две линзы, чтобы параллельные лучи, пройдя через них, остались параллельными? 1) Линзы собирающие. 2) Одна линза рассеивающая, другая - собирающая.

B24\*. Каковы радиусы кривизны стеклянной вогнуто-выпуклой рассеивающей линзы с оптической силой  $D = 2.5\text{ дптр}$ , если один из них больше другого в  $k = 1.6\text{ раза}$ ?

B25\*. Предмет находится перед рассеивающей линзой на

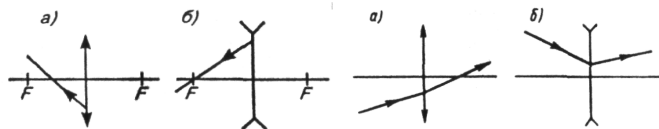
**Задание 11-14 ОПТИКА. Фотометрия. Геометрическая оптика** ° - задачи с рисунком, \* - задачи для решения дома

расстоянии  $4f$ . На каком расстоянии от линзы получится мнимое изображение и во сколько раз оно будет меньше самого предмета?

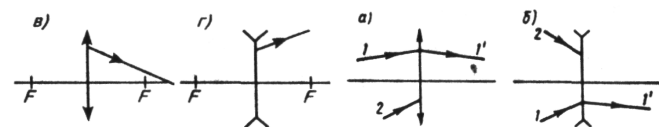
B26°\*. На рисунках  $a$ - $г$  даны лучи, прошедшие сквозь линзу с фокусным расстоянием  $f$ . Постройте ход лучей до линзы.

B27°. На рисунках  $a$ - $б$  дан ход лучей в линзе. Найдите построением положение её главных фокусов.

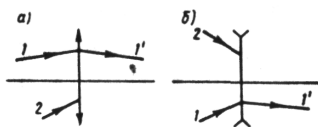
B28°. На рисунках  $a$ - $б$  дан ход лучей  $I$ - $I'$  до и после линзы. Найдите построением ход лучей 2.



К задаче B27



К задаче B26



К задаче B28

**Задачи сложные**

B1. На столбе высотой  $H = 6$  м висит фонарь, сила света которого  $I = 500$  кд. На каком расстоянии от столба освещённость поверхности земли  $E = 3$  лк?

B2. На какой высоте следует поместить лампу над центром круглого стола, чтобы на краях стола получить наибольшую освещённость?

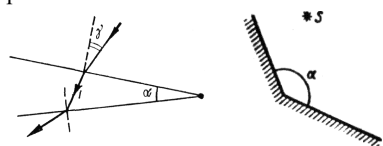
B3\*. Освещённость поверхности, покрытой чёрным сукном, равна  $E = 120$  лк. Светимость одинакова во всех направлениях и равна  $R = 60$  лк. Определите коэффициент поглощения сукна.

B4. На расстоянии  $l = 4.0$  м друг от друга и на высоте  $h = 3.0$  м над землей висят два фонаря силой света  $I = 200$  кд каждый. Считая фонари точечными источниками, определите освещённость земли под фонарями и посередине между ними.

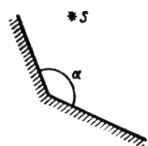
B5\*. Две лампы силой света 25 и 40 кд находятся друг от друга на расстоянии 1.2 м. Где надо поместить фотометрический экран между ними, чтобы освещённость была одинаковой с той и другой стороны?

B6\*. На киноэкран размером  $5 \times 3.6$  м из объектива киноаппарата падает световой поток  $1.8 \cdot 10^3$  лм. Определите освещённость и светимость киноэкрана, если коэффициент отражения 0.8.

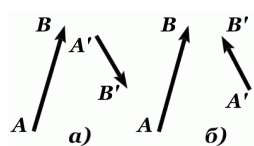
B7°\*. Через клин с малым углом  $\alpha$  при вершине проходит луч света (см. рисунок) который падает под малым углом  $\gamma$  к поверхности клина. Докажите, что угол отклонения луча света от первоначального направления приблизительно равен  $(n-1)\alpha$ , где  $n$  - показатель преломления клина.



К задаче B7



К задаче B8



К задаче B23

B8°. Два зеркала расположены под углом  $120^\circ$  друг к другу (см. рисунок), и перед ними помещён точечный источник света  $S$ . В какой области можно расположить глаз наблюдателя, чтобы одновременно видеть все изображения, даваемые зеркалами?

B9\*. Взаимно перпендикулярные лучи идут из воздуха в жидкость. Каков показатель преломления жидкости, если один преломляется под углом  $36^\circ$ , а другой - под углом  $20^\circ$ ?

B10. На дно сосуда, наполненного водой до высоты 15 см, помещён точечный источник света. Определите наименьший диаметр непрозрачной пластинки, которую надо поместить на поверхности воды, чтобы свет не выходил из неё?

B11\*. Два источника света  $S_1$  и  $S_2$  находятся на расстоянии 41 см друг от друга. Два плоских зеркала расположены так, что изображения совпадают, причем расстояния от  $S_1$  до одного зеркала и от  $S_2$  до другого одинаковы и равны 25 см. Определите угол между зеркалами.

B12. Предмет помещен между двумя взаимно перпендикулярными зеркалами. Сколько получается изображений? Постройте их. Сколько изображений дадут два параллельных зеркала? Найдите решение для случая, когда угол между зеркалами  $\alpha$ , причём  $360^\circ/\alpha$  - есть целое число.

B13\*. Человек с лодки рассматривает плоское дно водоёма. Как зависит кажущаяся глубина водоёма  $h$  от угла  $\alpha$ , образуемого направлением зрения с вертикалью? Действительная глубина водоёма равна  $H$ .

B14\*. Предмет помещают на оси вогнутого зеркала так, что на экране получается увеличенное действительное изображение. Как изменится это изображение, если половину зеркала закрыть непрозрачной ширмой?

B15. На вогнутое зеркало с радиусом кривизны 30 см падают сходящиеся лучи света так, что их продолжения пересекаются в точке, находящейся за зеркалом на расстоянии 30 см. На каком расстоянии от зеркала сойдутся эти лучи после отражения? Будет ли точка их пересечения действительной?

B16\*. Сходящиеся лучи падают на выпуклое зеркало так, что их продолжения пересекаются на оси зеркала на расстоянии  $a_1 = 30$  см. После отражения от зеркала лучи расходятся так, что их продолжения пересекаются в точке, отстоящей от зеркала на расстоянии  $a_2 = 60$  см. Определите радиус кривизны зеркала.

B17\*. На горных дорогах и в городах с узкими улицами у поворотов иногда устанавливают выпуклые зеркала. Определите, на сколько увеличивает угол зрения зеркало, диаметр которого равен радиусу его кривизны, по сравнению с плоским зеркалом того же диаметра.

B18. Докажите, что для сферического зеркала произведение расстояний предмета и изображения до главного фокуса всегда равно квадрату фокусного расстояния (формула Ньютона).

B19\*. Фокусное расстояние линзы, находящейся в воздухе, равно 10 см. Фокусное расстояние той же линзы в некоторой жидкости равно 55 см. Чему равен показатель преломления стекла, если показатель преломления жидкости равен 1.44?

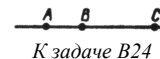
B20\*. На каком расстоянии надо поместить предмет перед собирающей линзой, чтобы расстояние от предмета до его действительного изображения было наименьшим?

B21\*. Линза с фокусным расстоянием 2 м расположена так, что её главная оптическая ось перпендикулярна Земле. С поверхности линзы взлетает вертикально шарик с начальной скоростью  $V = 7$  м/с. В течение какого промежутка времени  $\tau$  изображение шарика будет действительным?

B22\*. Предмет в виде отрезка длиной  $l$  расположен вдоль главной оптической оси тонкой собирающей линзы с фокусным расстоянием  $F$ . Середина отрезка расположена на расстоянии  $a$  от линзы, и линза дает действительное изображение всех точек предмета. Определите продольное увеличение предмета.

B23°. На рисунке показаны объект  $AB$  и его изображение  $A'B'$ , полученное с помощью тонкой линзы. Определите тип линзы, положения её оптического центра и фокусов.

B24°\*. Точечный источник света находится на главной оптической оси собирающей линзы. Когда он помещался в точке  $A$ , его изображение находилось в точке  $B$ , а когда источник поместился в точку  $B$ , его изображение оказалось в точке  $C$ . Зная, что  $AB = 10$  см и  $BC = 20$  см, найдите фокусное расстояние линзы.



К задаче B24

**Теория**

1. Г.Я. Мякишев - Оптика. Квантовая физика. §§ 1.3-1.22.
2. Б.М. Яворский, А.А. Пинский - Основы физики Т.2. §§ 65.1-66.1.
3. Е.И. Бутиков, А.С. Кондратьев - Физика для углублённого изучения. Т.2. Электродинамика. Оптика. §§ 36-37.
4. Г.С. Ландсберг - Элементарный учебник физики Т.3. §§ 68-98.
5. Д. Джанколи - Физика. Т.2. §§ 34.1-35.2.