

Линза и жидкость

ЗАДАЧА 1. («Физтех», 2013) Для определения показателя преломления неизвестной прозрачной жидкости экспериментатор Глюк положил на дно мензурки монету и налил в неё исследуемую жидкость. Толщина слоя жидкости $H = 27$ см. Далее он сфотографировал монету с высоты $h = 37$ см над поверхностью жидкости и получил резкое изображение, диаметр которого в $k = 10$ раз меньше диаметра монеты. Фокусное расстояние объектива $F = 50$ мм. Оптическая ось объектива перпендикулярна поверхности жидкости.

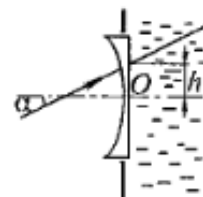
- 1) Какое расстояние d было установлено на шкале дальности объектива?
- 2) Найдите показатель преломления n жидкости.

$$\frac{z}{z'} = \frac{y - d(1+y)}{H} = u \quad (z' \text{ — расстояние от объектива до изображения} = d(1+y) = p \quad (1))$$

ЗАДАЧА 2. (МФТИ, 1993) Тонкая собирающая линза с фокусным расстоянием $F = 15$ см прикрепена к стенке аквариума, заполненного водой ($n = 4/3$). На линзу под углом α падает параллельный пучок света. Известно, что луч, прошедший сквозь линзу на расстоянии h от её оптического центра, не изменяет своего направления. Найдите угол α , если $h = 5$ мм.

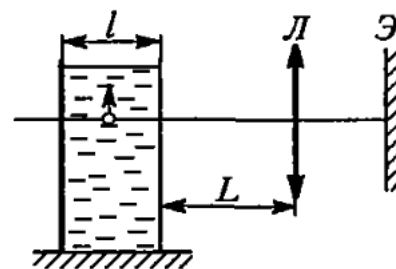
$$\tan \alpha = \frac{d(1-u)}{y} = n \sin \alpha$$

ЗАДАЧА 3. (МФТИ, 1993) Тонкая рассеивающая линза с фокусным расстоянием $F = 15$ см прикрепена к стенке аквариума, заполненного водой ($n = 4/3$). На линзу под углом α падает параллельный пучок света (см. рисунок). Известно, что луч, прошедший сквозь линзу на расстоянии h от её оптического центра, не изменяет своего направления. Найдите h , если $\tan \alpha = 0,08$.



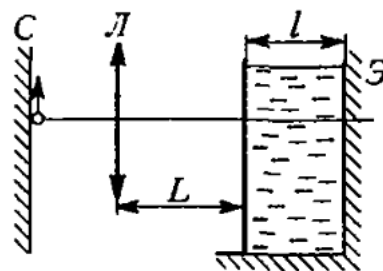
$$\tan \alpha = n \sin \alpha \quad d(1-u) = y$$

ЗАДАЧА 4. (МФТИ, 1995) Маленький воздушный пузырёк всплывает по центру прямоугольного сосуда, заполненного прозрачной жидкостью с показателем преломления $n = 1,4$ (см. рисунок). С помощью собирающей линзы с фокусным расстоянием $F = 24$ см его изображение наблюдают на экране Э. Скорость перемещения изображения пузырька на экране в момент пересечения главной оптической оси линзы равна $v = 80$ см/с. Определить скорость u пузырька. Линейные размеры: $l = 56$ см, $L = 10$ см.



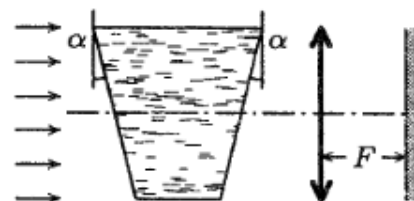
$$v/v_0 = \left(\frac{u_0}{l} + F - T \right) \frac{d}{a} = n$$

Задача 5. (МФТИ, 1995) По вертикальной стене C ползёт муха со скоростью $v = 2$ см/с. C помощью собирающей линзы L с фокусным расстоянием $F = 24$ см изображение мухи получают на задней стенке \mathcal{E} прямоугольного сосуда, заполненного прозрачной жидкостью с показателем преломления $n = 1,4$ (см. рисунок). Определить скорость u перемещения изображения мухи в момент пересечения главной оптической оси линзы. Линейные размеры: $l = 28$ см, $L = 10$ см.



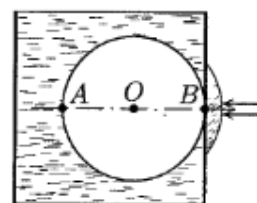
$$\frac{v}{u} \cos \epsilon' \theta = n$$

Задача 6. (МФТИ, 2000) Стеклоидальный сосуд с малым углом $\alpha = 6^\circ$ заполнен водой с показателем преломления $n = 1,33$. На сосуд падает параллельный пучок света. За сосудом расположена собирающая линза с фокусным расстоянием $F = 50$ см (см. рисунок). На экране, расположенном в фокальной плоскости линзы, наблюдается светлая точка. На сколько сместится эта точка на экране, если убрать сосуд?



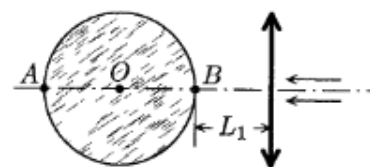
$$\Delta x = 2F \alpha (n - 1) \approx 3,45 \text{ см}$$

Задача 7. (МФТИ, 2005) В жидкости с показателем преломления $n = 1,5$ на воздушный пузырёк, расположенный у плоской поверхности тонкой прозрачной стенки сосуда, вдоль диаметра AB пузырька падает параллельный пучок света (см. рисунок). Диаметр пучка много меньше радиуса пузырька. Если вплотную к стенке приставить линзу с фокусным расстоянием $F_1 = 2$ см, то фокусировка света, вошедшего в пузырёк, произойдёт в центре пузырька O . Линзу с каким фокусным расстоянием нужно поставить взамен первой линзы, чтобы свет сфокусировался в точке A ?



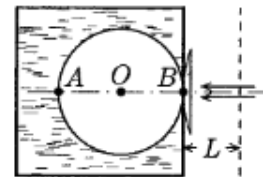
$$F_2 = \frac{2F_1 n}{2n - 1} = 3 \text{ см}$$

Задача 8. (МФТИ, 2005) На прозрачный шар с показателем преломления $n = 1,5$ вдоль диаметра AB шара падает параллельный пучок света. Диаметр пучка много меньше радиуса шара. Если на расстоянии $L_1 = 8$ см от шара поставить линзу с фокусным расстоянием $F = 10$ см (см. рисунок), то фокусировка света, вошедшего в шар, произойдёт в центре шара O . На каком расстоянии L_2 от шара нужно поместить эту линзу, чтобы свет сфокусировался в точке A ?



$$L_2 = \frac{2L_1 - nF}{2 - n} = 2 \text{ см}$$

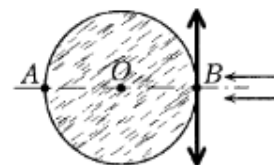
Задача 9. (МФТИ, 2005) Воздушный пузырёк радиуса R в жидкости касается плоской поверхности тонкой прозрачной стенки сосуда, к которой вплотную приставлена собирающая линза. На линзу вдоль диаметра AB пузырька падает параллельный пучок света (см. рисунок). Диаметр пучка значительно меньше радиуса пузырька. Параметры оптической системы таковы, что фокусировка света, вошедшего в пузырёк, происходит в точке A . Определить показатель преломления жидкости, окружающей пузырёк, если при смещении линзы на расстояние $L = R/3$ от пузырька свет фокусируется в центре пузырька (точка O).



Указание. Для малых углов α можно считать, что $\sin \alpha \approx \text{tg } \alpha \approx \alpha$.

$$\boxed{z/\varepsilon = u}$$

Задача 10. (МФТИ, 2005) На прозрачный шар с показателем преломления $n = 1,5$ вдоль диаметра AB шара падает параллельный пучок света (см. рисунок). Диаметр пучка много меньше радиуса шара. Если вплотную к шару приставить линзу с фокусным расстоянием $F_1 = 2$ см, то фокусировка света, вошедшего в шар, произойдёт в центре шара (точка O). Линзу с каким фокусным расстоянием F_2 нужно поставить взамен первой линзы, чтобы свет сфокусировался в точке A ?



Указание. Для малых углов α можно считать, что $\sin \alpha \approx \text{tg } \alpha \approx \alpha$.

$$\boxed{F_2 = \frac{2F_1}{1-n} = 8 \text{ см}}$$