11 класс

Лунная дорожка на поверхности водоема возникает вследствие отражения света от мелких волн. Почему же не светится отраженным светом вся поверхность водоема?

Решение: Луч падающий, луч отраженный и глаз наблюдателя лежат в одной плоскости.

В однородное магнитное поле, магнитная индукция которого равна B, а линии индукции направлены горизонтально, помещена проволочная рамка. Она спаяна из двух одинаковых половинок окружностей радиусом R, плоскости которых расположены под прямым углом друг к другу. Рамка вращается вокруг вертикальной оси, совпадающей с общим диаметром полуокружностей. Определите максимальное значение ЭДС, возникающей в рамке, если угловая скорость ее вращения равна ω.

Пусть для одной половинки рамки в момент времени $t = 0$ значение магнитного потока через нее равно $\Phi_{10} = BS = B\dfrac{\pi R^2}{2}$. Тогда $\Phi_1(t) = B\dfrac{\pi R^2}{2}\cos\omega t$. В этой половине рамки возникает ЭДС индукции $\varepsilon_{i1} = -\dfrac{\mathrm{d}\Phi_1}{\mathrm{d}t} = B\dfrac{\pi R^2}{2}\omega\cdot\sin\omega t$.

Для другой половины рамки $\Phi_{20} = 0$. Тогда $\Phi_2(t) = B\dfrac{\pi R^2}{2}\sin\omega t$, а ЭДС индукции

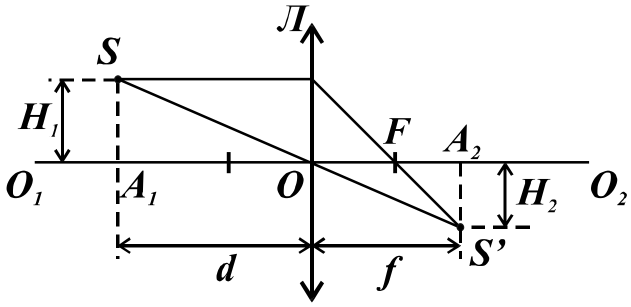
$\varepsilon_{i2} = -\dfrac{\mathrm{d}\Phi_2}{\mathrm{d}t} = -B\dfrac{\pi R^2}{2}\omega\cdot\cos\omega t$. Результирующая ЭДС индукции в рамке $\varepsilon_\Sigma = \varepsilon_1 + \varepsilon_2 =$

$$= B\frac{\pi R^2}{2}\omega\cdot\sin\omega t - B\frac{\pi R^2}{2}\omega\cdot\cos\omega t = B\frac{\pi R^2}{2}\omega\cdot\left(\sin\omega t - \cos\omega t\right).$$

Поскольку $\sin\alpha - \cos\alpha = \sqrt{2}\sin\left(\alpha - \dfrac{\pi}{4}\right)$, то $\varepsilon_\Sigma = \sqrt{2}B\dfrac{\pi R^2}{2}\omega\cdot\sin\left(\omega t - \dfrac{\pi}{4}\right)$.

Отсюда $\varepsilon_{\Sigma\text{макс}} = \sqrt{2}B\dfrac{\pi R^2}{2}\omega$.

Точечный источник света описывает окружность в плоскости, перпендикулярной главной оптической оси тонкой собирающей линзы с фокусным расстоянием F = 7 см. Изображение источника наблюдается на экране, расположенном на расстоянии f = 0,35 м от линзы. Во сколько раз отличаются ускорения, с которыми движутся изображение и источник?



Источник S и его изображение S' вращаются с одинаковой угловой скоростью ω в плоскостях, перпендикулярных главной оптической оси O_1O_2 по окружностям с радиусами соответственно H_1 и H_2.

Отношение их нормальных ускорений представляется в виде: $\dfrac{a_2}{a_1}=\dfrac{\omega^2 H_2}{\omega^2 H_1}=\dfrac{H_2}{H_1}$ (1)

Из подобия треугольников A_1SO и $A_2S'O$ имеем: $\dfrac{H_2}{H_1}=\dfrac{f}{d}$ (2)

Из формулы тонкой линзы $\dfrac{1}{F}=\dfrac{1}{d}+\dfrac{1}{f}$ получаем $\dfrac{1}{d}=\dfrac{1}{F}-\dfrac{1}{f}$ или $d=\dfrac{Ff}{f-F}$ (3)

Подставляя (3) в (2) и (2) в (1), окончательно получаем:

$$\frac{a_2}{a_1}=\frac{f\left(f-F\right)}{Ff}=\frac{f-F}{F}=\frac{0,35-0,07}{0,07}=4$$

Свет падает перпендикулярно на поверхность зеркала площадью S = 0,5 м², освещая всю поверхность. При какой энергии излучения фотоны, упавшие на зеркало за время t = 2 с, оказывают на него давление $p = 10^{-5}$ Па?

Решение:

Энергия фотона составляет $E=mc^2$, а его импульс $p_f=mc=\dfrac{E}{c}=\dfrac{h\nu}{c}=\dfrac{h}{\lambda}$. При отражении от зеркальной поверхности изменение импульса фотона составит $\Delta p_f=2p_f=2\dfrac{h}{\lambda}$. Если все падающие фотоны оказывают на поверхность давление p, то со стороны поверхности на них действует сила, равная pS, где S – площадь поверхности. Действие этой силы вызывает изменение импульса падающих фотонов на величину $\Delta p_f\cdot N$, где N – число упавших на поверхность фотонов за единицу времени. Тогда

$$N\ \Delta p_f=2N\frac{h}{\lambda}=pS\,,\ N=\frac{pS\lambda}{2h}$$

Число упавших фотонов за время t определится как $n=Nt=\dfrac{W}{h\nu}$, где W – энергия излучения. Окончательно получаем $W=Nth\dfrac{c}{\lambda}=\dfrac{pS\lambda}{2h}th\dfrac{c}{\lambda}$.

Ответ: $W=\dfrac{1}{2}pcSt=\dfrac{1}{2}10^{-5}\cdot 3\cdot 10^{8}=1500$ Дж.