

постоянной, можно утверждать, что величина искомого среднего тормозящего момента, действующего на ротор, равна

$$\begin{aligned} |M_{\text{торм}}| &= \left| \langle M(t) \rangle \right| = \frac{B^2 S^2 N^2 (\Omega - \omega)}{R} \left| \langle \sin^2 (\Omega - \omega) t \rangle \right| = \\ &= \frac{B^2 S^2 N^2 (\Omega - \omega)}{2R}. \end{aligned}$$

В этом соотношении угловыми скобками обозначена операция усреднения за время  $2\pi/(\Omega - \omega)$  и учтено, что среднее значение квадрата гармонической функции за период равно  $1/2$ .

**10.** Согласно квантовой механике, световой пучок – это совокупность частиц, называемых фотонами. Эти частицы движутся в любой среде со скоростью света в вакууме  $c$ . Импульс фотона равен  $p = \epsilon/c$ , где  $\epsilon$  – энергия фотона. В соответствии с гипотезой де Бройля, любой материальный объект обладает волновыми свойствами, т.е. в ряде случаев его поведение может быть описано в рамках классических волновых представлений. При этом соответствующая объекту длина волны равна  $\lambda = h/p$ , где  $h \approx 6,63 \cdot 10^{-34}$  Дж·с – постоянная Планка. Поскольку скорость электронов  $v = 0,5$  км/с  $\ll c \approx 3 \cdot 10^5$  км/с, можно не учитывать релятивистского изменения массы и считать, что их импульс (следовательно, и импульс падающих на линзу фотонов) равен  $p = mv$ , где  $m \approx 9,1 \cdot 10^{-31}$  кг – масса покоя электрона. Таким образом, можно считать, что длина волны падающего на линзу света равна  $\lambda = h/(mv)$ .

При падении на линзу свет частично отражается от ее поверхностей и после частичного прохождения через нее и отражения от стеклянной пластинки вновь падает на линзу. Очевидно, что интерференция может наблюдаться лишь между световыми пучками, отраженными от нижней сферической поверхности линзы и верхней плоскости пластины, на кото-

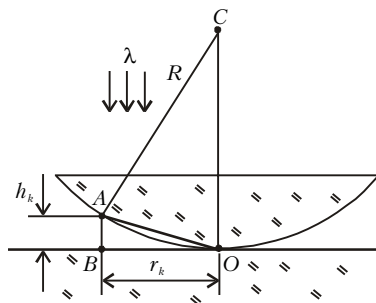


Рис. 9

рой лежит линза. Учитывая, что радиус сферической поверхности достаточно велик, а номер интересующего кольца мал, можно считать, что угол  $ACO$ , под которым видно это кольцо из центра кривизны линзы (рис.9), столь мал, что, во-первых, синус и тангенс этого угла равны самому углу, измеренному в радианах, а во-вторых, можно пренебречь изменением направления распространения светового луча при прохождении сферической поверхности линзы. Пусть  $\angle ACO = 2\alpha$ , тогда  $\angle AOB = \alpha$ ,  $AO = 2R \sin(\alpha/2) = R\alpha$ ,  $h_k = AO \sin \alpha = R\alpha^2$ ,  $r_k = h_k / \tan \alpha = R\alpha$ . Учитывая, что при отражении от более плотной среды фаза отраженной волны изменяется на противоположную, или, другими словами, происходит «потеря» половины длины волны, условие образования  $k$ -го светлого кольца имеет вид

$$\delta_k = 2h_k + \frac{\lambda}{2} = k\lambda.$$

Отсюда, с учетом ранее полученного соотношения для  $\lambda$ , находим искомый радиус  $k$ -го светлого кольца:

$$r_k = \sqrt{\frac{2k-1}{2}} R\lambda = \sqrt{\frac{2k-1}{2m}} Rh \approx 1,05 \text{ мм}.$$

Факультет вычислительной математики и кибернетики

$$1. n_0 = \frac{n_1 v_2 - n_2 v_1}{v_2 - v_1} = 100 \text{ с}^{-1}.$$

$$2. v = \frac{v_0}{1 - \tan \alpha} = \frac{3v_0}{3 - \sqrt{3}} \approx 2,36 \text{ м/с}.$$

$$3. \beta = \pm \arctg \left( \frac{\sqrt{\sin^2 \alpha - 1/2}}{\cos \alpha} \right) = 0. \quad 4. \alpha = \frac{1 + \sqrt{h/R}}{1 - \sqrt{h/R}} = 3.$$

$$5. p = p_a \left( \frac{1}{2} + \sqrt{\frac{1}{4} + \frac{\rho g L}{p_a}} \right) = 1,1 \cdot 10^5 \text{ Па}.$$

$$6. T_2 = T_1 \left( 1 + \frac{2A}{3p_1 V_1} \right) \approx 284 \text{ К}. \quad 7. l = \frac{q}{\sqrt{4\pi\epsilon_0 mg}} \approx 0,6 \text{ м}.$$

$$8. \alpha = \frac{P_1}{P_2} \left( \frac{U^2 + P_2 r}{U^2 + P_1 r} \right)^2 = \frac{9}{8} = 1,125.$$

$$9. h = \frac{r}{(R-r)n} \sqrt{H^2 - (n^2 - 1)(R-r)^2} \approx 3,63 \text{ м}.$$

$$10. x = \frac{f\Delta}{F} = 10 \text{ мм}.$$

Химический факультет

$$1. x = l\rho_2/\rho_1 = 3,7 \text{ см}. \quad 2. v_m = \pi v/2 = 6,3 \text{ м/с}.$$

$$3. L = 4\rho_0/(3\rho g) = 1 \text{ м}. \quad 4. \Delta T = (k^2 - 1)T = 132 \text{ К}.$$

$$5. R = rE_2/(E_1 - E_2) = 0,2 \text{ Ом}.$$

$$6. q = 2\pi r^2 B/R = 1,6 \cdot 10^{-6} \text{ Кл}.$$

$$7. I = U_0 \sqrt{C/(2L)} = 10^{-2} \text{ А}. \quad 8. x = 1,5F = 45 \text{ см}.$$

$$9. k_{\text{max}} = l/(N\lambda) = 8.$$

$$10. A = hc/\lambda - eU = 3,2 \cdot 10^{-19} \text{ Дж} = 2 \text{ эВ}.$$

# КВАНТ

## НОМЕР ПОДГОТОВИЛИ

А.А.Егоров, Л.В.Кардасевич, С.П.Коновалов, А.Ю.Котова, В.А.Тихомирова, А.И.Чернуцан

## НОМЕР ОФОРМИЛИ

А.А.Васин, В.А.Иванюк, В.М.Митурич-Хлебникова, А.В.Родионова, М.М.Сумнина, П.И.Шевелев

## ХУДОЖЕСТВЕННЫЙ РЕДАКТОР

Е.В.Морозова

## КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРУППА

Е.А.Митченко, Л.В.Калиничева

## ЗАВЕДУЮЩАЯ РЕДАКЦИЕЙ

Л.З.Симакова

Журнал «Квант» зарегистрирован в Комитете РФ по печати.  
Рег. св-во №0110473

Адрес редакции:  
117296 Москва, Ленинский проспект, 64-А, «Квант»,  
тел. 930-56-48

Отпечатано на Ордена Трудового Красного Знамени  
Чеховском полиграфическом комбинате  
Комитета Российской Федерации по печати  
142300 г.Чехов Московской области  
Заказ №