

*Всероссийская олимпиада школьников  
по физике*

*Разбор заданий  
муниципального этапа  
10 класс*

*Материалы подготовил:  
Крестьянникова Н.В.,  
учитель физики МБОУ «СОШ № 52»,  
г. Кемерово*

*2017 – 2018 учебный год*

# Результаты выполнения Олимпиадной работы по физике. 10 класс

Участников – **9**;

Заданий – **5**;

Максимальный балл – **50**;

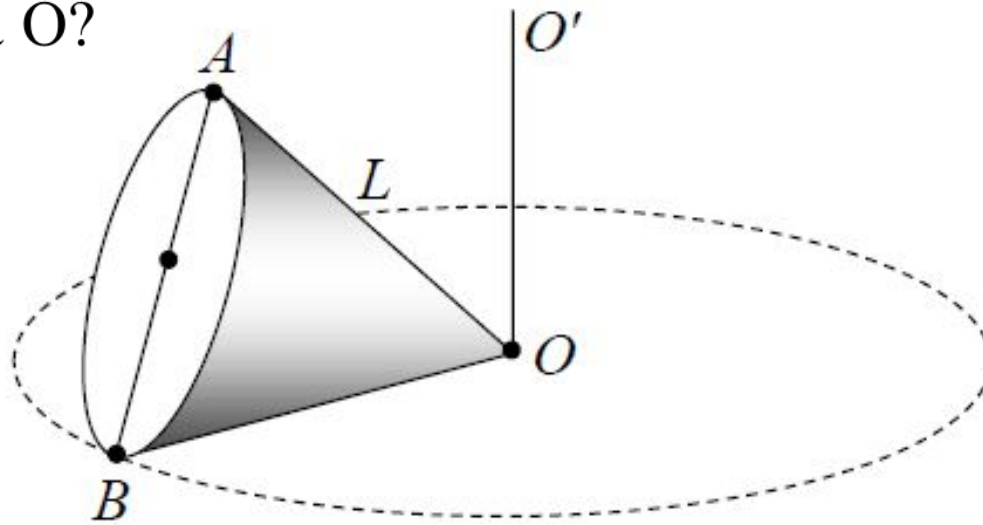
Средний балл – **15**;

Процент выполнения – **31%**;

Максимальный процент выполнения – **52%**

## Задача 1.

Конус катится без проскальзывания по горизонтальной плоскости. Длина образующей  $L$  и диаметр  $AB$  конуса равны 10 см, скорость точки  $A$  основания  $v_A = 1$  м/с. За какое время конус совершит полный оборот вокруг вертикальной оси, проходящей через вершину конуса  $O$ ?

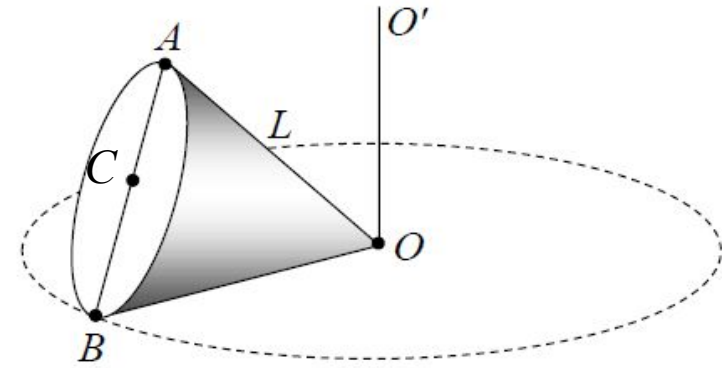


Дано:  $L = AB = 10$  см;  $v_A = 1$  м/с

Найти:  $T$  –?

# Задача 1. РЕШЕНИЕ

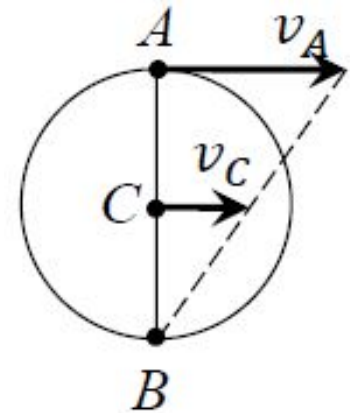
1) В основании конуса точка  $C$  – центр окружности, точка  $B$  – мгновенный центр скоростей.



2) Скорость точки  $C$ :  $v_C = \frac{1}{2} v_A$  (1)

3) Период обращения точки  $C$  относительно  $OO'$

$$T = \frac{2\pi R'}{v_C} \quad (2)$$



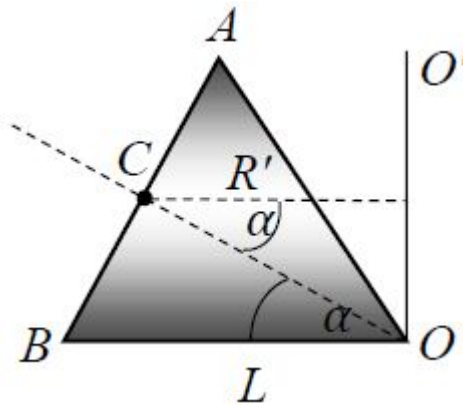
4) Из рисунка:

$$R' = OC \cdot \cos\alpha = (L \cdot \cos\alpha) \cdot \cos\alpha = L(\cos\alpha)^2$$

5) По условию

$L = AB \Rightarrow \triangle AOB$  – равносторонний

$$\alpha = \frac{1}{2} \cdot 60^\circ \Rightarrow (\cos\alpha)^2 = \left(\frac{\sqrt{3}}{2}\right)^2 \Rightarrow R' = \frac{3}{4}L \quad (3)$$



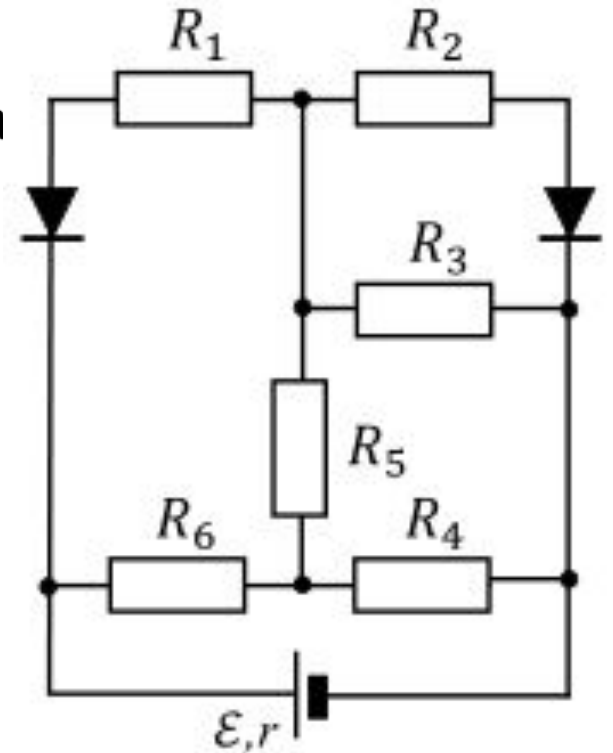
6) Запишем (2) с учётом (1) и (3):

$$T = 2\pi \cdot \frac{3}{4}L \cdot \frac{2}{v_A} \Rightarrow T = \frac{3\pi L}{v_A} \Rightarrow \underline{T = 0,94 \text{ с}}$$

## Задача 2.

Электрическая цепь, схема которой показана на рисунке, содержит два идеальных диода, шесть резисторов  $R_1 = 10 \text{ Ом}$ ,  $R_2 = 40 \text{ Ом}$ ,  $R_3 = 60 \text{ Ом}$ ,  $R_4 = 40 \text{ Ом}$ ,  $R_5 = 16 \text{ Ом}$ ,  $R_6 = 20 \text{ Ом}$ .

Источник питания с ЭДС  $\mathcal{E} = 8,4 \text{ В}$  и внутренним сопротивлением  $r = 2 \text{ Ом}$ .  
Найти мощность  $P$ , потребляемую резистором  $R_3$ .



Дано:  $R_1 = 10 \text{ Ом}$ ,  $R_2 = 40 \text{ Ом}$ ,  $R_3 = 60 \text{ Ом}$ ,  $R_4 = 40 \text{ Ом}$ ,  
 $R_5 = 16 \text{ Ом}$ ,  $R_6 = 20 \text{ Ом}$ ;  $\mathcal{E} = 8,4 \text{ В}$ ;  $r = 2 \text{ Ом}$ .

б) По условию, диоды – идеальные. Через  $R_1$  ток не идёт. Заменяем схему на эквивалентную.

2)  $R_2$  и  $R_3$  – соединены параллельно  $\Rightarrow$

$$R_{23} = \frac{R_2 \cdot R_3}{R_2 + R_3} = \frac{40 \text{ Ом} \cdot 60 \text{ Ом}}{40 \text{ Ом} + 60 \text{ Ом}} = 24 \text{ Ом}$$

3)  $R_5$  и  $R_{23}$  – соединены последовательно  $\Rightarrow$

$$R_{235} = R_{23} + R_5 = 24 \text{ Ом} + 16 \text{ Ом} = 40 \text{ Ом}$$

4)  $R_{235}$  и  $R_4$  – соединены параллельно  $\Rightarrow$

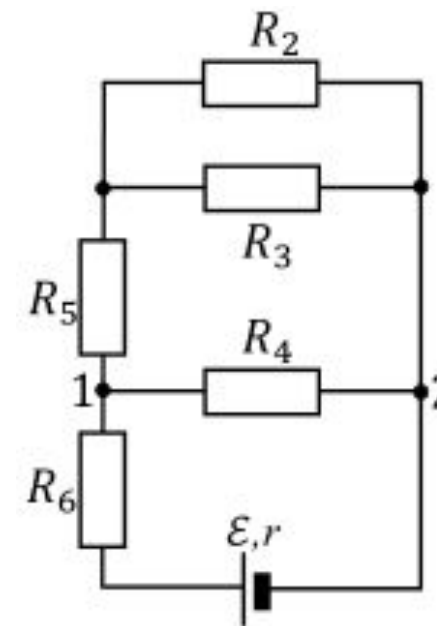
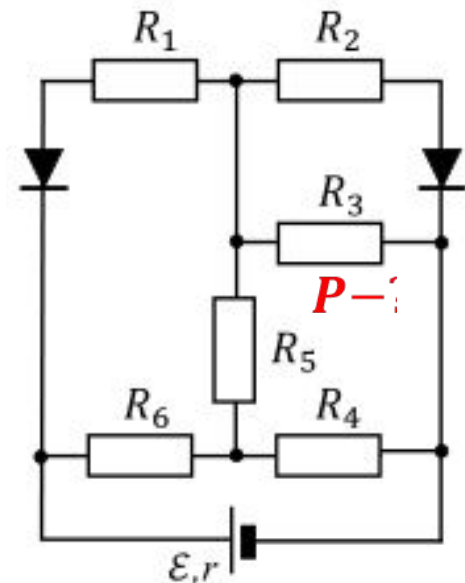
$$R_{2345} = \frac{R_{235} \cdot R_4}{R_{235} + R_4} = \frac{40 \text{ Ом} \cdot 40 \text{ Ом}}{40 \text{ Ом} + 40 \text{ Ом}} = 20 \text{ Ом}$$

5)  $R_{2345}$  и  $R_6$  – соединены последовательно  $\Rightarrow$

$$R = R_{2345} + R_6 = 20 \text{ Ом} + 20 \text{ Ом} = 40 \text{ Ом}$$

6) По закону Ома для полной цепи:

$$I = \frac{\varepsilon}{R + r} = \frac{8,4 \text{ В}}{40 \text{ Ом} + 2 \text{ Ом}} = 0,2 \text{ А}$$



- 7) На участках цепи, соединённых последовательно, сила тока одинакова:

$$I_6 = I_{2345} = I = 0,2 \text{ A}$$

- 8) По закону Ома для участка цепи:

$$U = I \cdot R_{2345} = 0,2 \text{ A} \cdot 20 \text{ Ом} = 4 \text{ В}$$

- 9) При параллельном соединении одинаковым будет напряжение:

$$U_4 = U_{235} = U = 4 \text{ В}$$

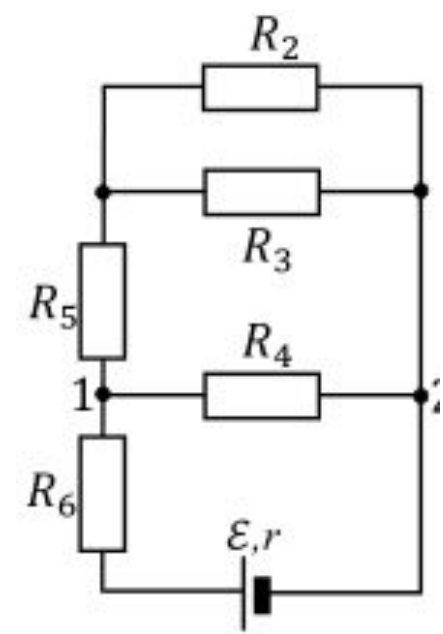
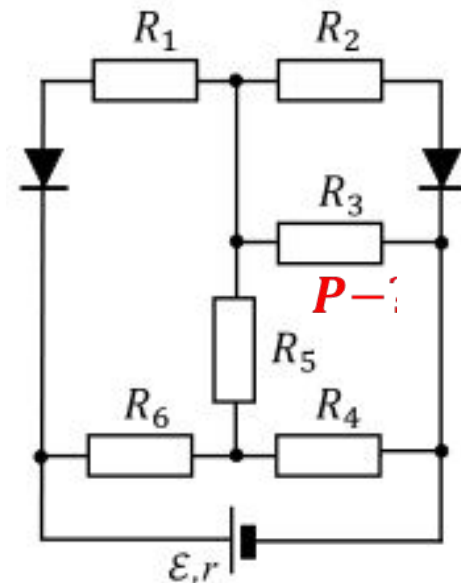
- 10) По закону Ома для участка цепи:

$$I_{235} = \frac{U_{235}}{R_{235}} = \frac{4 \text{ В}}{40 \text{ Ом}} = 0,1 \text{ A}$$

- 11) Тогда:

$$U_3 = U_{23} = I_{235} \cdot R_{23} = 0,1 \text{ A} \cdot 24 \text{ Ом} = 2,4 \text{ В}$$

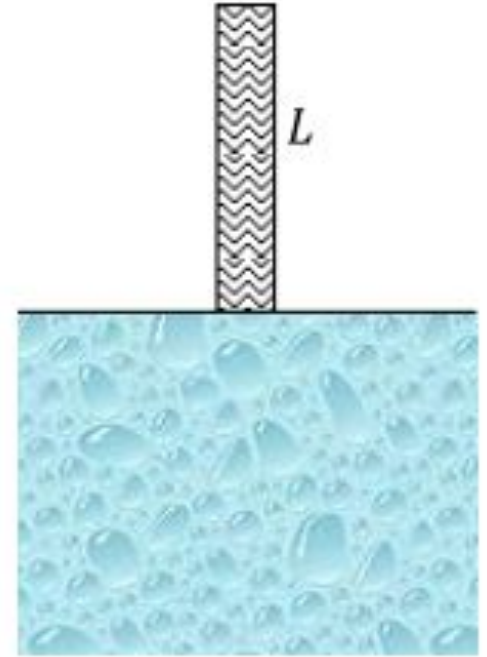
12) 
$$P = \frac{(U_3)^2}{R_3}$$
 
$$P = 0,096 \text{ Вт}$$



### Задача 3.

Стержень из сосны ( $\rho = 520 \text{ кг/м}^3$ ) длиной  $L = 10 \text{ см}$  удерживают вертикально так, что его нижняя грань касается воды ( $\rho_{\text{ж}} = 1000 \text{ кг/м}^3$ ).

На какую максимальную глубину погрузится эта грань, если стержень



Дано:  $L = 10 \text{ см}$ ;  $\rho = 520 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ ,  $\rho_{\text{ж}} = 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ .



1) Деревянный стержень в воде перемещается под действием двух сил:  $F_T$  и  $F_A$

2) Сила тяжести, действующая на стержень:

$$F_T = mg = \rho Vg = \rho L S g \quad (1)$$

3) Архимедова сила:

$$F_A = \rho_{\text{ж}} g V_{\text{пч}} = \frac{1}{2} \rho_{\text{ж}} g S L \quad (2)$$

4) Работа силы тяжести  $A_{\text{тяж}} > 0$

Работа архимедовой силы  $A_A < 0$

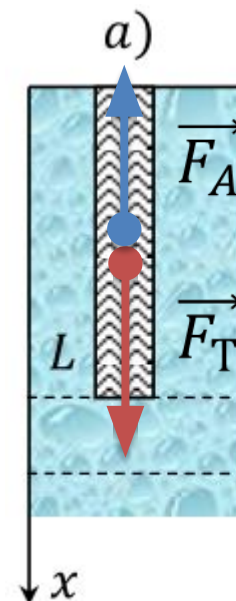
5) Если предположить, что стержень погрузится в воду на  $L$ , то

$$A_{\text{тяж}} = F_T \cdot L = \rho S g L^2 \quad (3)$$

$$A_A = F_A \cdot L = \frac{1}{2} \rho_{\text{ж}} g S L^2 \quad (4)$$

6) Стержень остановится, если  $A_{\text{тяж}} = A_A$

$$\rho S g L^2 = \frac{1}{2} \rho_{\text{ж}} g S L^2 \Rightarrow \rho = \frac{1}{2} \rho_{\text{ж}}, \text{ но по условию } \rho > \frac{1}{2} \rho_{\text{ж}}$$



7) Следовательно, нижняя грань стержня погружается в воду на  $x > L$

$$8) A_{\text{тяж}} = F_T \cdot x = \rho S L g x \quad (5)$$

$$A_A = F_A \cdot x = \frac{1}{2} \rho_{\text{ж}} g S L^2 + \rho_{\text{ж}} g S L \cdot (x - L) \quad (6)$$

9) Приравниваем (5) и (6):

$$\rho S L g x = \frac{1}{2} \rho_{\text{ж}} g S L^2 + \rho_{\text{ж}} g S L \cdot (x - L)$$

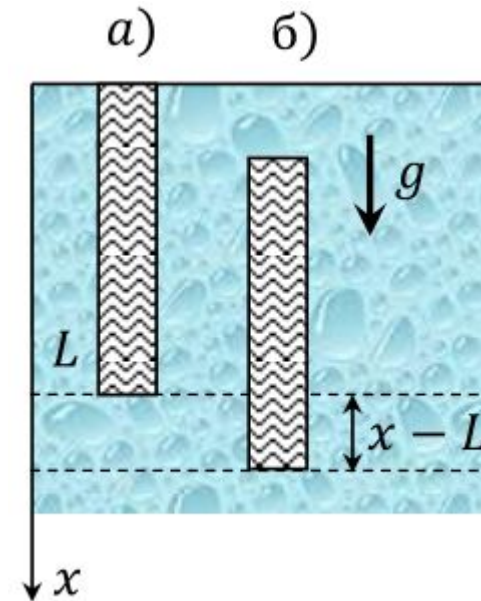
$$\rho x = \frac{1}{2} \rho_{\text{ж}} L + \rho_{\text{ж}} x - \rho_{\text{ж}} L$$

$$x \cdot (\rho_{\text{ж}} - \rho) = \frac{1}{2} \rho_{\text{ж}} L$$

$$x = \frac{\rho_{\text{ж}} L}{2(\rho_{\text{ж}} - \rho)}$$

$$x = \frac{1000 \frac{\text{КГ}}{\text{М}^3} \cdot 0,1 \text{ м}}{2 \cdot (1000 \frac{\text{КГ}}{\text{М}^3} - 520 \frac{\text{КГ}}{\text{М}^3})}$$

$$\underline{x = 10,4 \text{ см}}$$



## Задача 4.

Вода с начальной температурой  $t_0 = 10 \text{ }^\circ\text{C}$  закипела в электрическом чайнике через 10 минут после его включения. Через какое время после этого вода в чайнике полностью испарится?

Теплоемкости воды  $c = 4,2 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{ }^\circ\text{C}}$ .

Дано:  $t_0 = 10 \text{ }^\circ\text{C}$ ;  $t_{\text{к}} = 100 \text{ }^\circ\text{C}$ ;  $t_1 = 10 \text{ мин} = 600 \text{ с}$ ;

$$c = 4,2 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{ }^\circ\text{C}}; L = 2,3 \cdot 10^6 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$$

Найти:  $t_2 = ?$

1) Пусть  $P$  - мощность электрического чайника

2) На нагревание воды в чайнике от  $10^{\circ}\text{C}$  до кипения потребуется:

$$P \cdot t_1 = 90 \cdot ct \quad (1)$$

3) На испарение воды массой  $m$  потребуется:

$$P \cdot t_2 = Lm \quad (2)$$

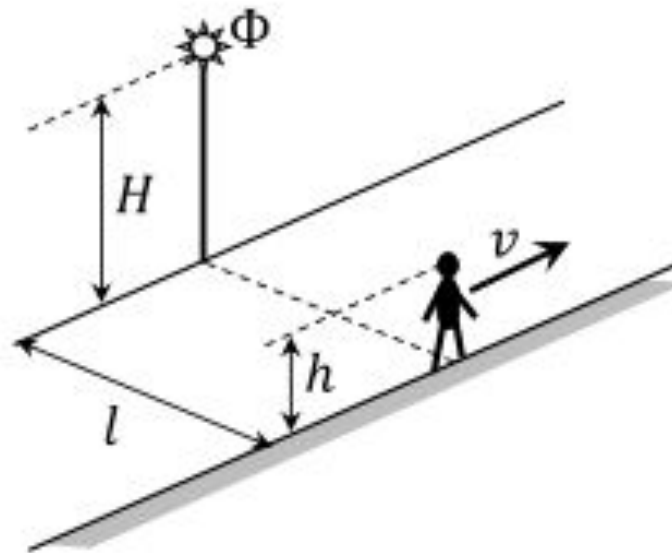
4) Разделим (1) на (2):

$$\frac{t_1}{t_2} = \frac{90 \cdot c}{L} \quad \Rightarrow \quad t_2 = \frac{L \cdot t_1}{90 \cdot c}$$

$$\underline{t_2 \approx 60 \text{ мин}}$$

## Задача 5. *Выполнение 24%*

Человек идет со скоростью  $v$  по краю тротуара, на расстоянии  $l$  от которого находится фонарь  $\Phi$  высотой  $H$ . Найти зависимость скорости движения тени головы человека от координаты  $x$ ?



Дано:  $v, l, H$

Найти:  $u = u(x) - ?$

1) Построим тень человека от фонаря на расстоянии  $l$  и когда он пройдет путь  $x$ .

2)  $\triangle AOA_1 \sim \triangle SOC_1 \Rightarrow$

тень головы человека движется по прямой,

$$\frac{x}{S} = \frac{l}{L} \quad (1)$$

3) По условию  $x = vt$ , тогда  $S = ut$  (2),

где  $u$  – скорость тени головы.

Подставим (2) в (1):

$$\frac{v}{u} = \frac{l}{L} \Rightarrow u = v \frac{L}{l} \quad (3)$$

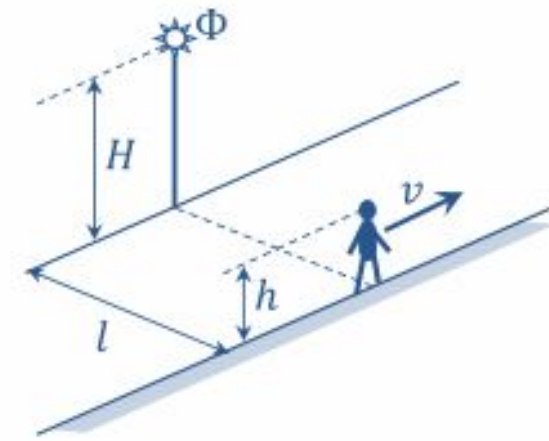
4)  $\triangle FOC \sim \triangle BAC \Rightarrow$

$$\frac{h}{L} = \frac{(L-l)}{H} \Rightarrow \frac{h}{L} = 1 - \frac{l}{L} \Rightarrow$$

$$\frac{l}{L} = \frac{(H-h)}{H} \Rightarrow u = v \cdot \frac{H}{(H-h)}$$

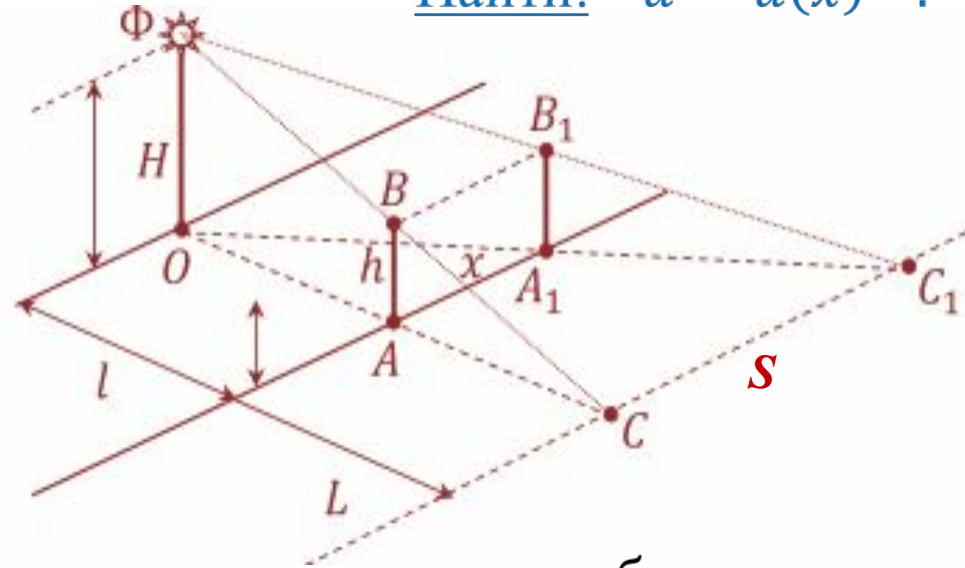
Т.е. график скорость тени головы человека  $u$  при любых

значениях  $x$  параллелен оси  $x$  и проходит через



Дано:  $v, l, H$

Найти:  $u = u(x) - ?$



$$u = v \cdot \frac{H}{(H-h)}$$