FIZYKA

II

261837573 wt - 13:30 - 15 165 65

① $y(x,t) = A \sin \omega \left(t - \frac{x}{v}\right)$

$\lambda = vt$ λ - długość fali

$\omega = \frac{2\pi}{T}$ ω - częstość kołowa

k - liczba falowa $= \frac{2\pi}{\lambda} = \frac{\omega}{v}$

$y(x,t) = A \sin(\omega t - kx + \varphi) \Rightarrow$ ①

I obecności - na wszystkich, można odpowiadać

II kolosy - 5 zajęcia, ostatnie, poprawa 31 stycznia około
z 1-4 z 6-fin

2,3 termin z całości

1 kolosa można raz nie zdać

III odpowiedzi na zajęciach

dwa - daje 2, którą trzeba poprawić

odpowiadając z zajęć z -.

Jeden - obniża ocenę lekko, 3,5+4 daje 3,5

MATERIAŁ NA I KOLOSA

1. fale, optyka geo, falowa, ciało doskonale czarne i korpuskularno-falowa

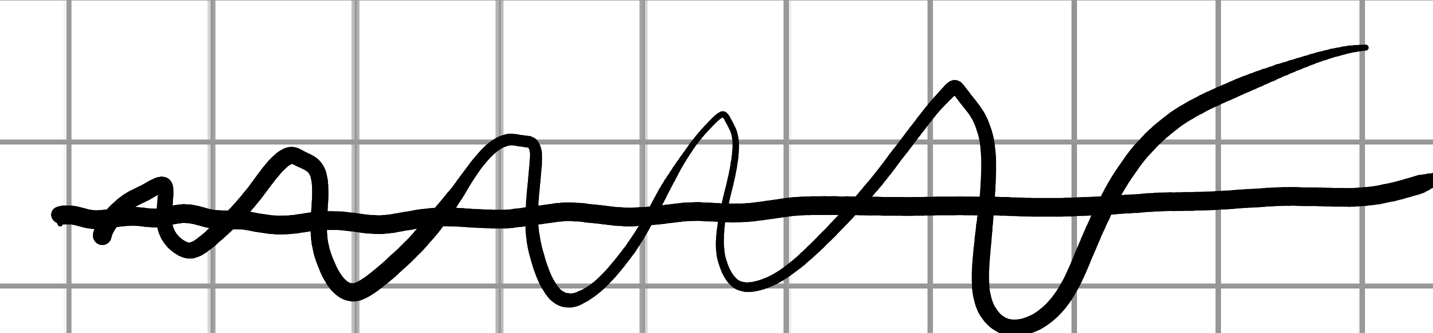
Na kolosach opisujemy prawa. Komentujemy każdy krok.

Zaburzenie stanu lub pola niosące ze sobą energię nazywamy falą.

Fala Harmoniczna - zmienia się sinusoidalnie bądź cosinusalnie.

Czoło fali - zbiór punktów o tej samej fazie. (nie do końca?)

Zasada superpozycji - pole pochodzące od różnych fal, to zaburzenie tych fal będzie superpozycją pochodzącą od tych fal.

Fala poprzeczna - wielkość zmienia się poprzecznie do kierunku propagacji fali. 

Fala spolaryzowana - kierunek drgań jest ułożony w danym kierunku.

Interferencja - nakładanie się fal.

Defrakcja - ugięcie się fali.

ZADANIA

1. 1. $y = 10\sin(0{,}5\pi t)$ [cm]

$y(x,t) = A\sin(\omega t - kx)$ $\quad x = 0$

$y(x,t) = A\sin(\omega t)$

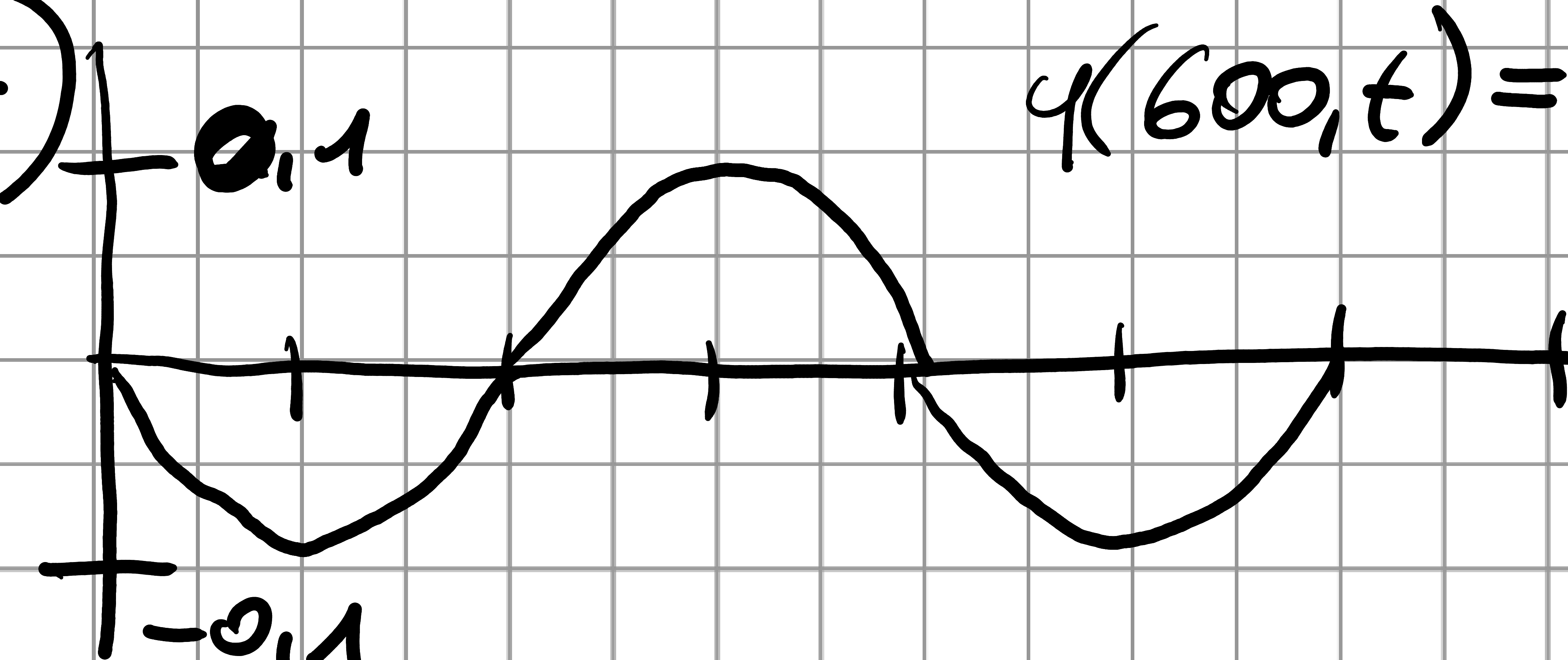
$A = 10\,cm = 0{,}1\,m$, $\omega = 0{,}5\pi$

$T = \frac{2\pi}{\omega} = 4s$

a więc $y(x,t) = A\sin\omega(t - \frac{x}{v})$

a) $y(x,t) = 0{,}1\sin 0{,}5(t - \frac{x}{300})$ [m]

b)



$y(600,t) = 0{,}1\sin(0{,}5(t-2)) =$

$= -0{,}1\sin(\frac{\pi t}{2})$

c) $y(x,t) = 0{,}1 \sin\left(0{,}5\left(t - \frac{x}{300}\right)\right) =$

$= 0{,}1 \sin\left(2\pi - \frac{x\pi}{600}\right) = -0{,}1 \sin\left(\frac{x\pi}{600}\right)$

1.2. $\nu = 500\ Hz$, $A = 25\ mm$

$\lambda = 70\ cm = 0.7 m$

$$y(x,t) = A \sin \omega\left(t - \frac{x}{v}\right)$$

a) $v = ?$ $\qquad \nu = \frac{1}{T}$

$$= \frac{\lambda}{T} = \lambda \cdot \nu$$

$$v = 0{,}7 m \cdot 500 \frac{1}{s} = 350 \frac{m}{s}$$

b) $V_{Tmax} = ?$

$$V = \frac{dy}{dt},\ y(x,t) = A \sin(\omega t - kx)$$

$$V = A\omega \cos \omega (\omega t - kx) \cdot \omega$$

$$V_{Tmax} = A \cdot \omega \qquad \omega = \frac{2\pi}{T} =$$

$$= 2\pi \nu = 2\pi \cdot 500 \frac{1}{s} = 1000 \frac{\pi}{s}$$

1.3. Dane: $x_1 = 10m$, $x_2 = 16m$

$T = 0{,}04$, $v = 300 \frac{m}{s}$

$\Delta\varphi = ?$ – różnica faz

$\Delta\varphi = \varphi_2 - \varphi_1$

$\varphi(x,t) = A \sin(\omega t - kx) =$

$= A \sin \omega\left(t - \frac{x}{v}\right)$ (na teście trzeba przekształcić)

$\varphi(x_2,t) = A \sin\left(\omega\left(t - \frac{x_2}{v}\right)\right)$

$\varphi(x_1,t) = A \sin\left(\omega\left(t - \frac{x_1}{v}\right)\right)$

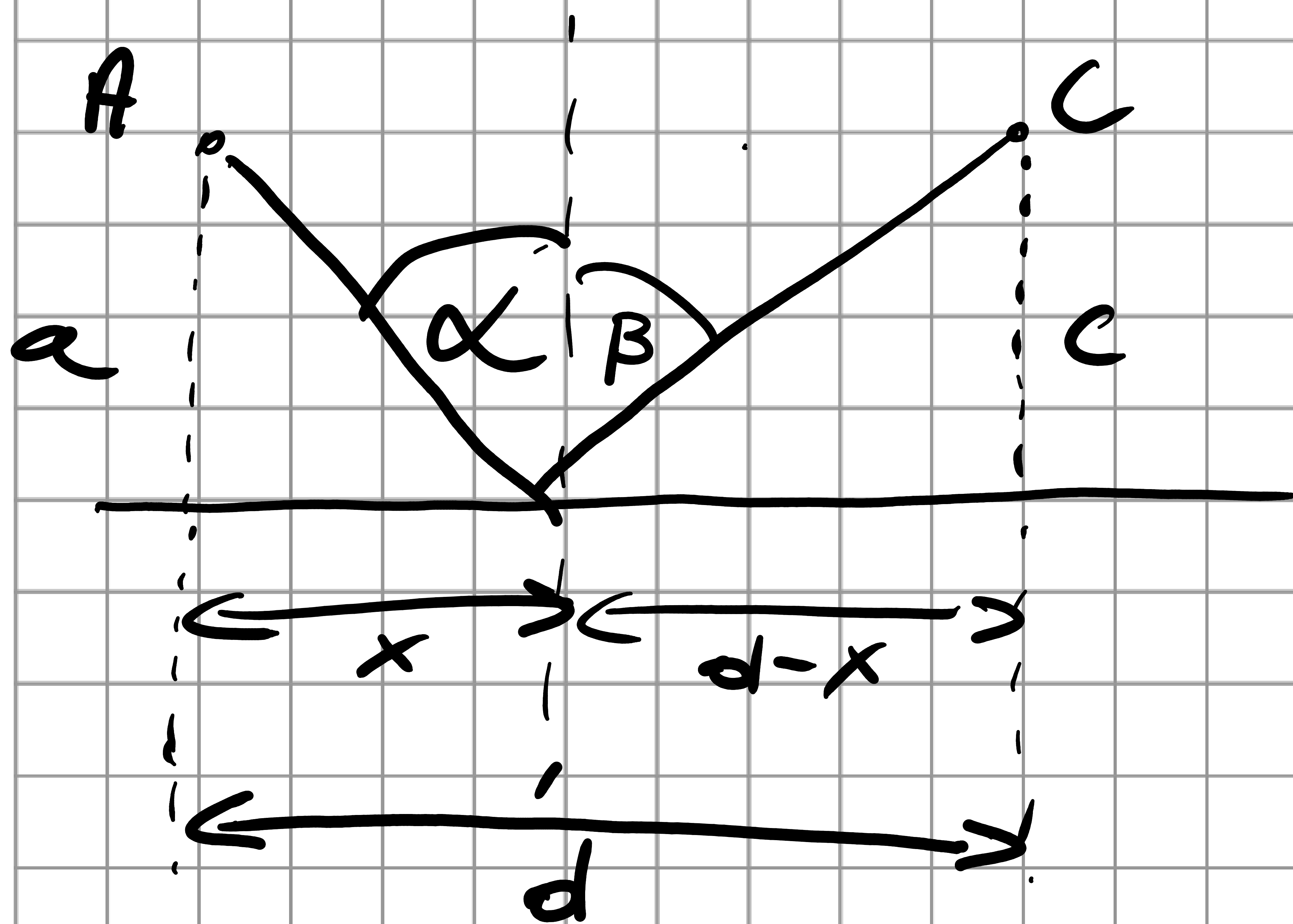
$\Delta\varphi = \omega\left(t - \frac{x_2}{v}\right) = \omega\left(t - \frac{x_1}{v}\right) =$

$= \omega\left(t - \frac{x_2}{v} - t + \frac{x_1}{v}\right) = \frac{\omega}{v}\left(x_2 - x_1\right) =$

$= \frac{1}{v} \cdot \frac{2\pi}{T}\left(x_1 - x_2\right) = \ldots$ podstawienie

Dawać odpowiedzi!

2.2.



$l_1 = |AB|,\ l_2 = |BC|$

$L = l_1 + l_2 = |AB| + |BC|$

$V = \frac{s}{t} \Rightarrow t = \frac{s}{v}$

$$L = \sqrt{a^2 + x^2} + \sqrt{c^2 + (d-x)^2}$$

$$\frac{dL}{dx} = \frac{x}{\sqrt{a^2+x^2}} - \frac{d-x}{\sqrt{c^2+(d-x)^2}}$$

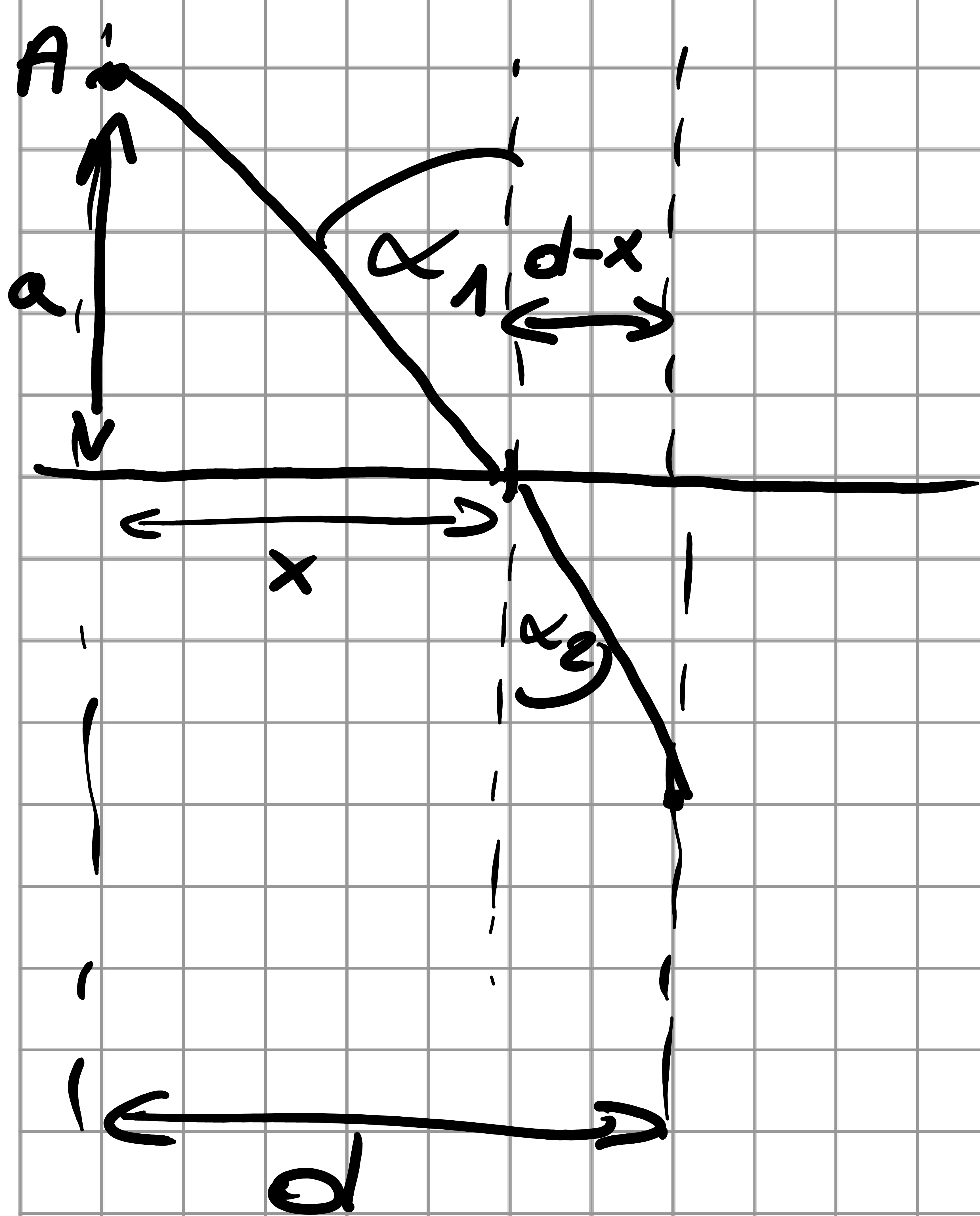
$$\frac{x}{\sqrt{a^2+x^2}} = \sin(\alpha_1) \quad \frac{d-x}{\sqrt{c^2+(d-x)^2}} = \sin(\alpha_2)$$

$$\sin(\alpha_1) = \sin(\alpha_2)$$

$$\alpha_1 = \alpha_2$$

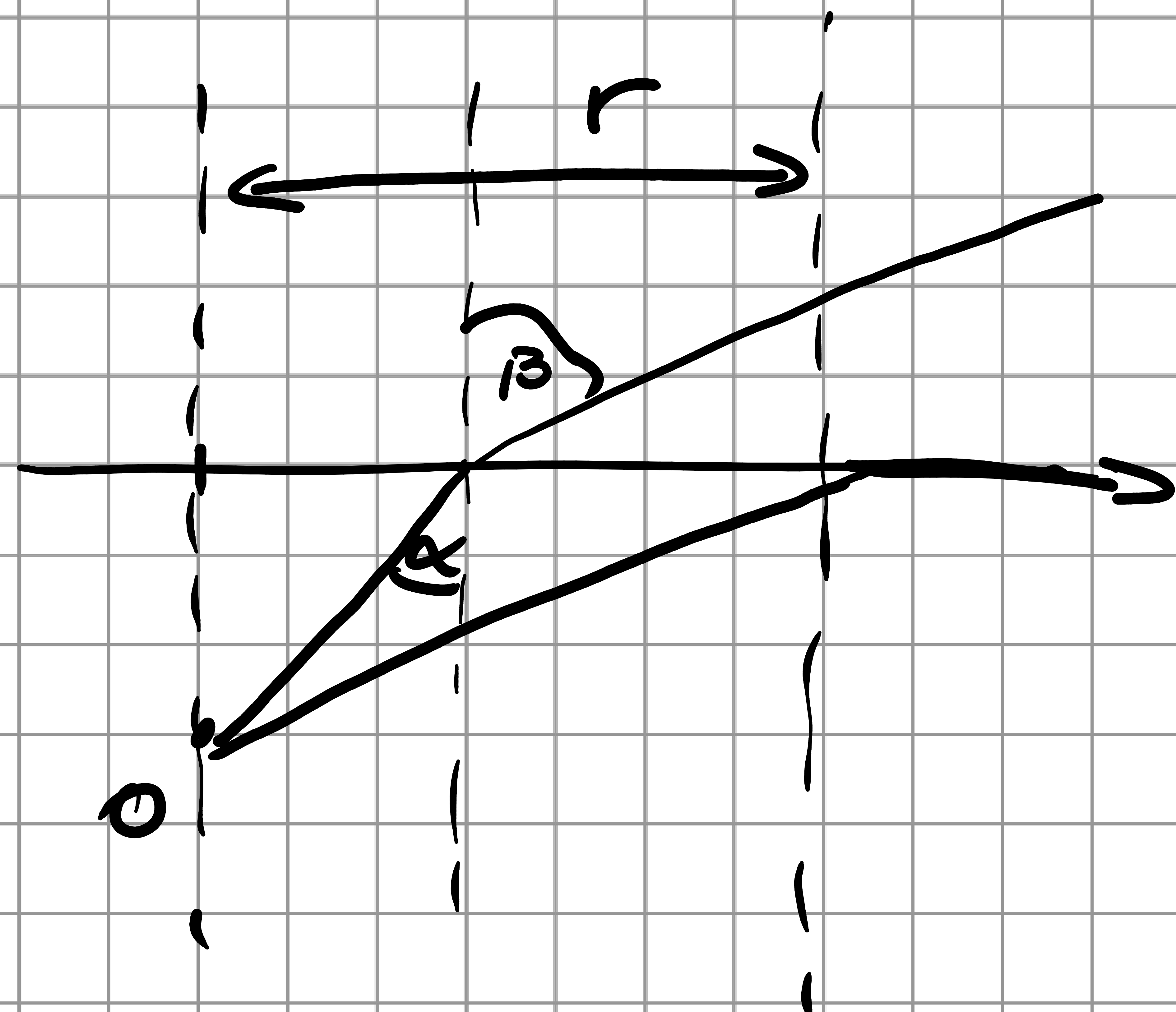
Kąt padania równa się kątowi odbicia.

2.2 cz. 2



. . . .

2.5. Oblicz średnicę koła na powierzchni wody.



Promień graniczny: efekt całkowitego wewnętrznego odbicia

$d = ?$

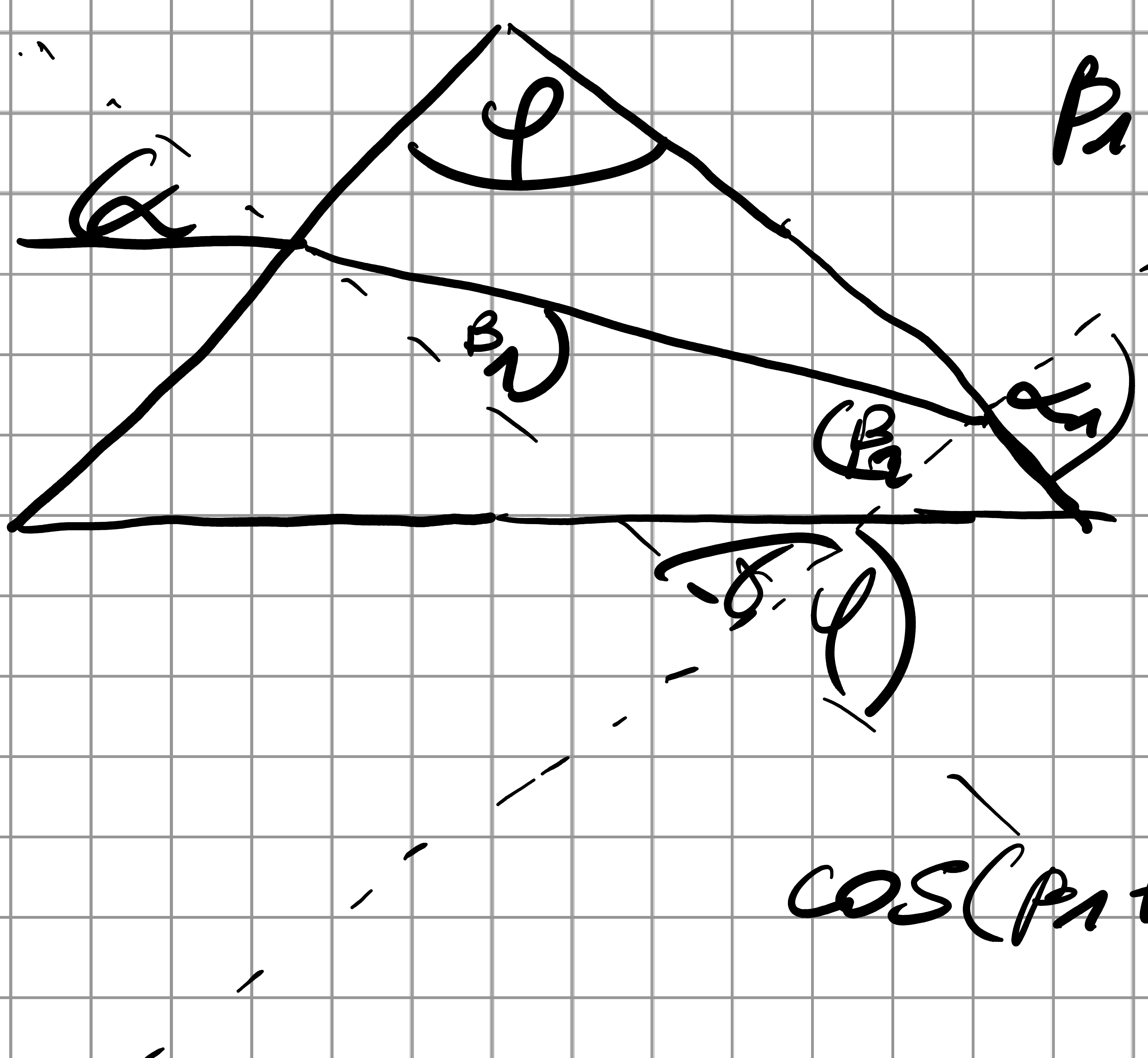
punkt graniczny: $\beta = \frac{\pi}{2}$ / $\frac{1}{\sin(\alpha)} = n \Rightarrow \sin(\alpha) = \frac{1}{1.33}$

OCB: $\frac{r}{h} = ctg\left(\frac{\pi}{2} - \alpha\right) \Rightarrow r = h\,ctg\left(\frac{\pi}{2} - \alpha\right)$

średnica: $2r = 2h\,ctg\left(\frac{\pi}{2} - \alpha\right) =$

$= 2h \frac{\cos(\alpha)}{\sin(\alpha)} = 2h \frac{\sqrt{1 - \sin^2(\alpha)}}{\sin(\alpha)}$

2.6. Promień świetlny pada na przednią ściankę pryzmatu pod takim kątem, że ~~nie~~ załamuje się. Obliczyć współczynnik załamania szkła n, jeżeli kąt wynosi φ.



$$\beta_1+\beta_2+\gamma = 180^\circ$$

$$\gamma+\varphi = 180^\circ$$

$$\beta_1+\beta_2+\gamma=\gamma+\varphi$$

$$\beta_1+\beta_2 = \varphi$$

$$\cos(\beta_1+\beta_2)=\cos(\varphi)$$

$$\cos(\varphi)=\cos(\beta_1)\cos(\beta_2)-\sin(\beta_1)\sin(\beta_2)$$

$$\sin^2(\alpha)+\cos^2(\alpha)=1,\ \cos\alpha=\sqrt{1-\sin^2(\alpha)}$$

$$\cos\beta_1=\sqrt{1-\sin^2\beta_1},\ \cos\beta_2=\sqrt{1-\sin^2\beta_2}$$

$$\frac{\sin(\alpha)}{\sin(\beta_1)}=\frac{n}{n_0}=n,\ \sin\beta_1=\frac{\sin(\alpha)}{n}$$

$$\frac{\sin(\beta_2)}{\sin(\alpha)}=\frac{n_0}{n}=\frac{1}{n},\ \sin\beta_2=\frac{1}{n}$$

~~VERTE~~ →

$$\cos\beta_1 = \sqrt{1 - \frac{\sin\alpha}{n}}$$

$$\cos\beta_2 = \sqrt{1 - \frac{\,}{n}}$$

. . .

2.10. λ - długość fali
v - prędkość światła w szkle.

Jak zmieni się długość fali λ...

współczynnik załamania szkła: $n = 1.55$

częstotliwość promieniowania: $4 \cdot 10^{14}$ Hz

prędkość światła: $c = 3 \cdot 10^{8}$ m/s

$$n = \frac{c}{v} = \frac{\lambda_p}{\lambda_s} = 1.55$$

$$\lambda_p = \frac{c}{f} = \frac{3 \cdot 10^{8} \frac{m}{s}}{4 \cdot 10^{14} \frac{1}{s}} = 0{,}75 \cdot 10^{-6} m = 750 nm.$$

$$\lambda_s = \frac{750 nm}{1.55} = 483 nm$$

$$\varphi(t,x) = A\sin(\omega t - kx) \qquad J = J_0 = \cos^2(\Theta)$$

Siatka dyfrakcyjna -
przyrząd do przeprowadzania analizy widmowej światła. Tworzy ją układ równych i jednakowo rozłożonych szczelin.

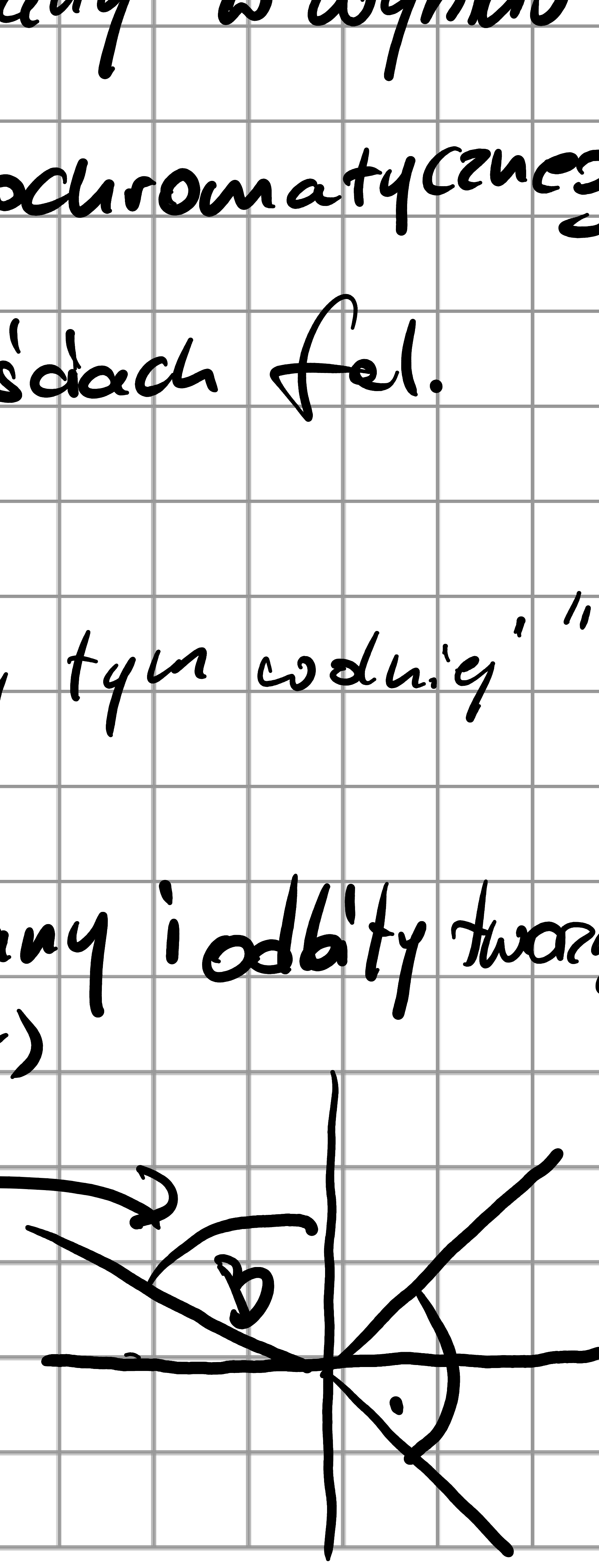
Stała siatki dyfrakcyjnej -
odległość między środkami kolejnych szczelin.

widmo optyczne - obraz uzyskany w wyniku rozłożenia światła niemonochromatycznego na składowe o różnych długościach fal.

gęstość optyczna - "im większa, tym wolniej"

Całkowita polaryzacja - kąt załamany i odbity tworzą kąt prosty.

$n = tg(\alpha)$



kąt Bresnera

2.11. d- odległość między rysami.

Równoległa wiązka światła białego pada prostopadle na siatkę dyfrakcyjną mającą 6000 rys na cm. Oblicz szerokość kątową widma pierwszego rzędu.

$$\sin(\alpha) = \frac{m\lambda}{d} \quad 1)\ \sin(\alpha) = \frac{0.4 \cdot 10^{-6}}{\frac{1}{6000} \cdot 10^{-2}} = 0.24$$

$$d = \frac{1}{6000}\ mm \qquad \varphi = 13^\circ 53'$$

$$\lambda = 400 - 700$$

$$2)\ \sin(\alpha) = \frac{0.7 \cdot 10^{-6}}{\frac{1}{6000} \cdot 10^{-2}} = 0.42$$

$$\alpha = 24^\circ 50'$$

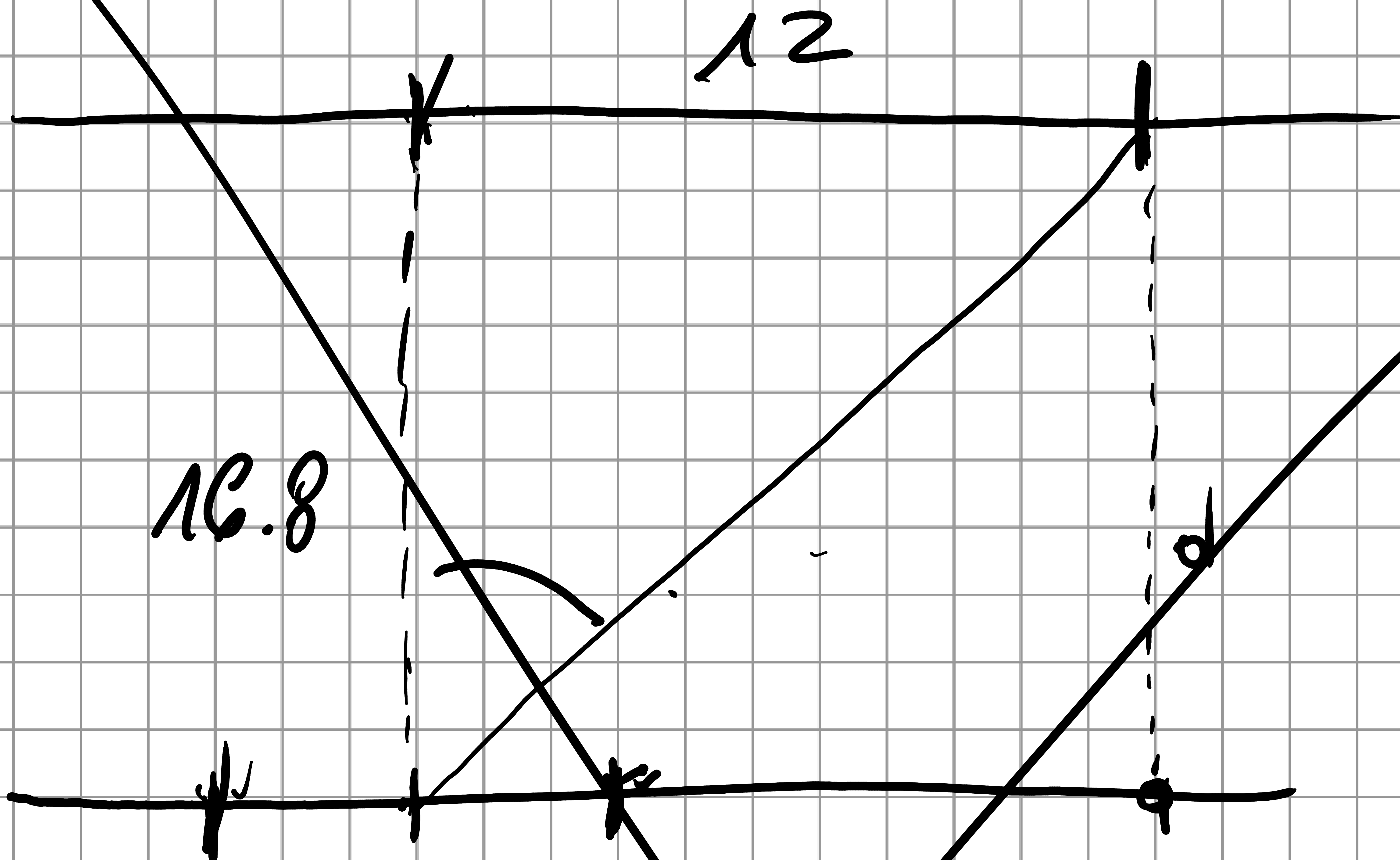
wynik: $10^\circ 57$

$\alpha < 90^\circ$

$\sin(\alpha) < 1$

$$n\lambda = d \Rightarrow n = \frac{d}{\lambda} \qquad d \cdot \varphi = m\lambda$$

2.12. $\frac{14476 \text{ rys}}{2{,}54 \text{ cm}} \approx 5700 \frac{\text{rys}}{\text{cm}}$, $l = 16.8 \text{ cm}$



$$d = \frac{0.0254}{14476} = 1{,}756 \cdot 10^{-6}$$

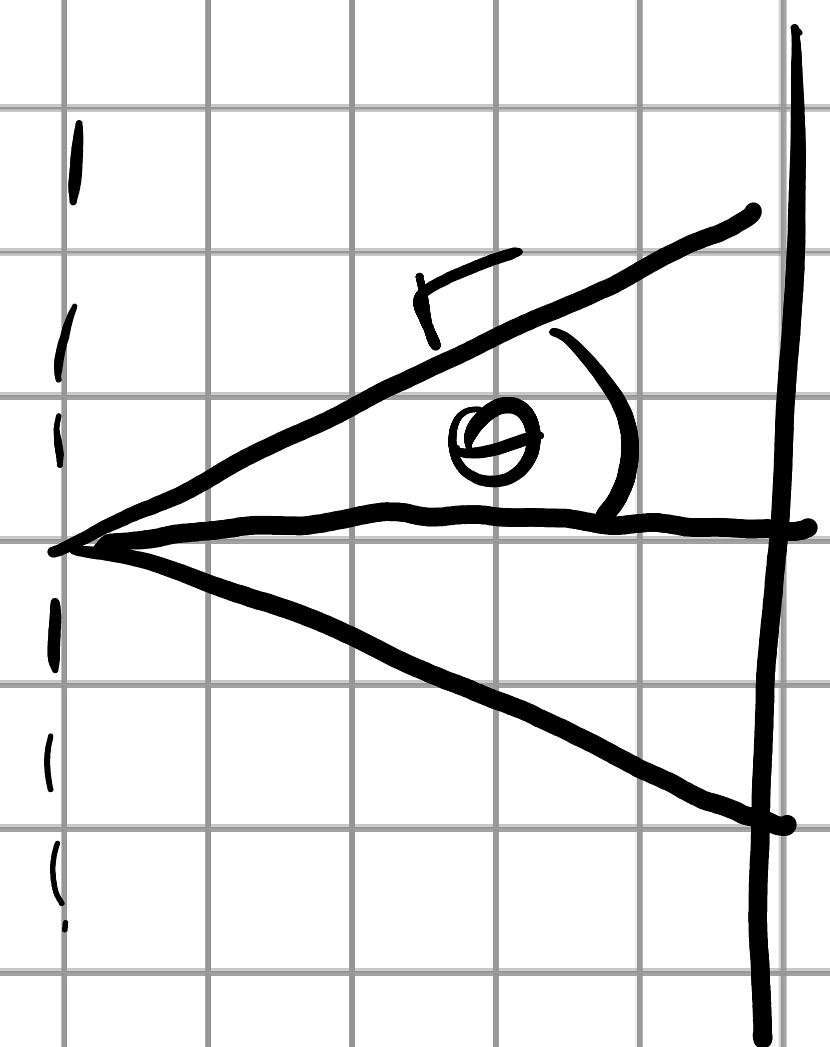
$$\tan(\theta) = \frac{\delta}{L}$$

$$\theta = \arctan\left(\frac{0.012}{0.168}\right) = 0.071 \text{ rad}$$

$$1{,}756 \cdot 10^{-6} \cdot \sin(0{,}071 \text{ rad}) = 1 \cdot \lambda$$

$$1{,}24 \cdot 10^{-7} = \lambda$$

2.12 zajęcia $1 \text{ cal} = 2{,}54 \text{ cm}$



$$d\sin(\theta) = \lambda \cdot n$$

$$\lambda = d\sin(\theta)$$

$$\sin(\theta) = \frac{\delta}{r} = \frac{\delta}{\sqrt{l^2+\delta^2}}$$

$$\lambda = \frac{x}{n} \cdot \frac{\delta}{\sqrt{l^2+\delta^2}} = \frac{2{,}54}{14476} \cdot \frac{6}{\sqrt{16{,}8^2+36}}$$

2.13.

$\lambda = 5300$ Å - angstremy

$n = 100$ rys

Rząd widma wynosi 3

dyspersja kątowa siatki.

$$D = \frac{d\Theta}{d\lambda} \qquad \sin\Theta = \frac{k\lambda}{d}$$

2.14. $n = 100$ rys

$l = 1mm$

$L = 2m$

Szerokość dyfrakcyjnego widma I rzędu?

$$\sin(\alpha) = \frac{\lambda}{\cdot d}$$

$$\frac{s}{l} = tg(\alpha) \approx \sin(\alpha) = \frac{\lambda}{d}$$

$$s = \frac{\lambda \cdot l}{d}$$

$$\Delta s = s_{cz} - s_f = \frac{l \cdot [\lambda_{cz} - \lambda_f]}{d} =$$

$$\frac{2 \cdot (7{,}8 - 3{,}8) \cdot 10^{-7} m}{10^{-5} m} = 8 \cdot 10^{-2} m = 8 cm$$

2.15.

Dane:

$\alpha = 60°$

$E = 80lx$

$a = 4\%$

Szukane:

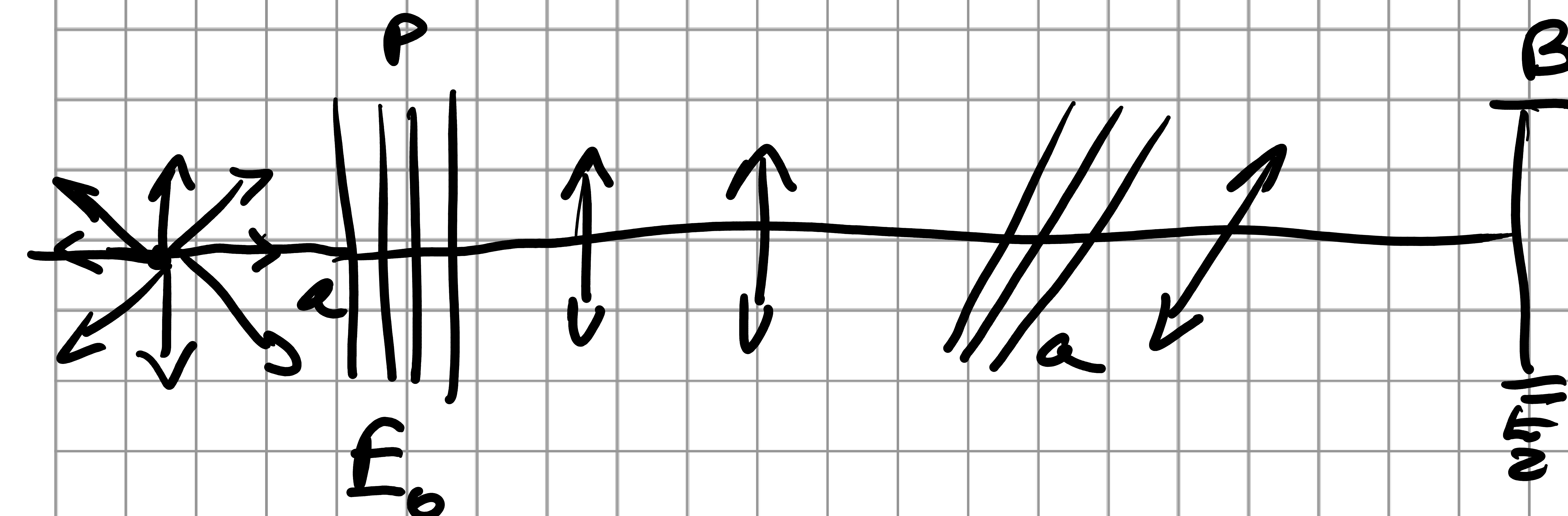
$E_2 = ?$

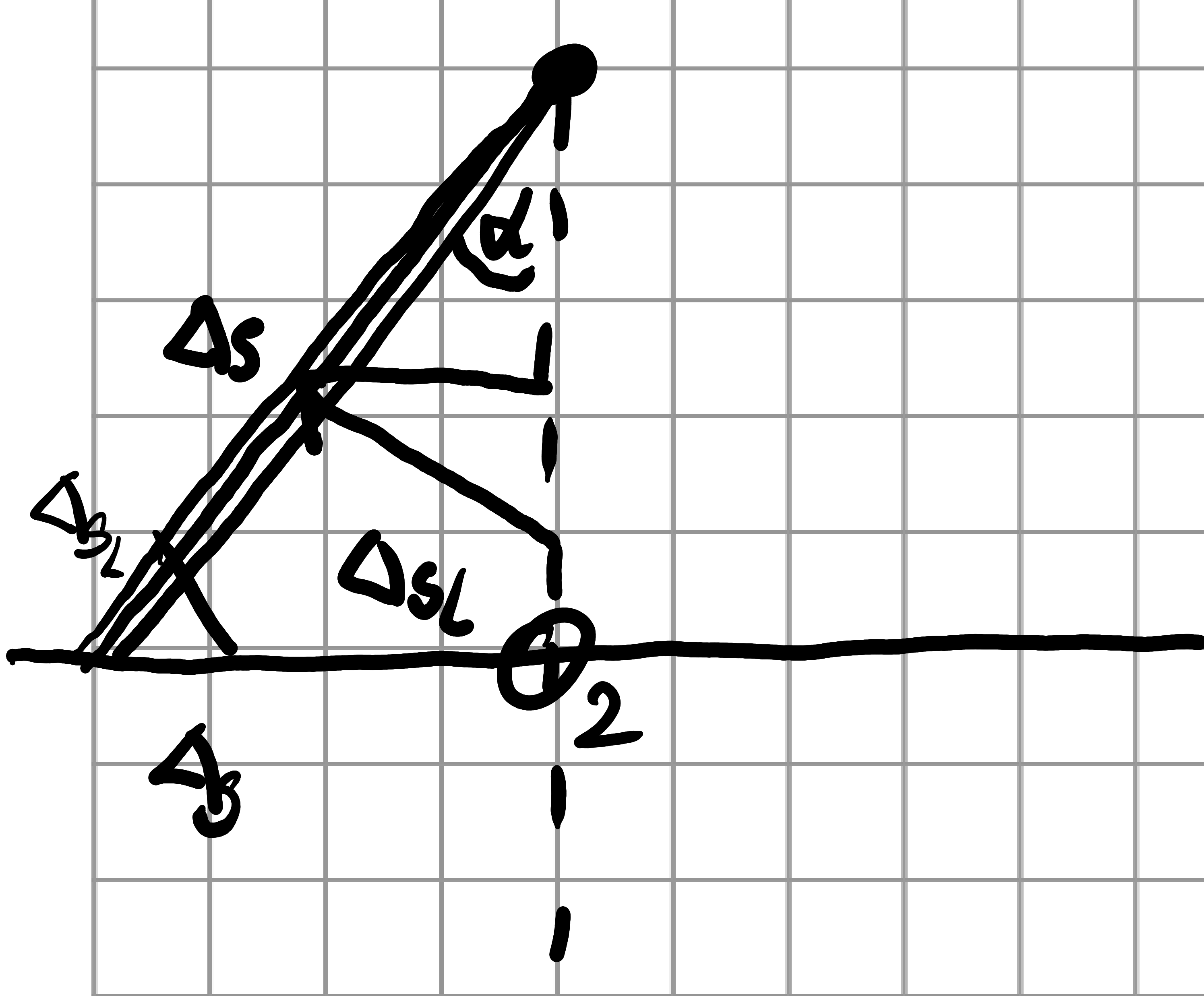
Δs_L - prostopadłe

$E = \frac{\Delta P}{\Delta S}$

$I = I_0 \cos^2(\beta)$

$I = \frac{\Delta P}{\Delta \omega}$





$\cos(\alpha) = \frac{\Delta s_L}{\Delta s} \Rightarrow \Delta s = \frac{\Delta s_L}{\cos(\alpha)}$

Kąt bryłowy, $\Delta \omega = \frac{\Delta s_L}{r^2}$

$\Delta s_L = \Delta \Omega \cdot r^2$

$I = \frac{\cos(\alpha)}{r^2}$, $\alpha = 0$, $\cos = 1$

$E = \frac{I}{r^2}$

$I_0 = E_0 r^2$, $E r^2 = E_0 \cdot r^2 \cdot \cos(\beta) \,|: r$

$E = E_0 \cdot \cos^2(\beta)$

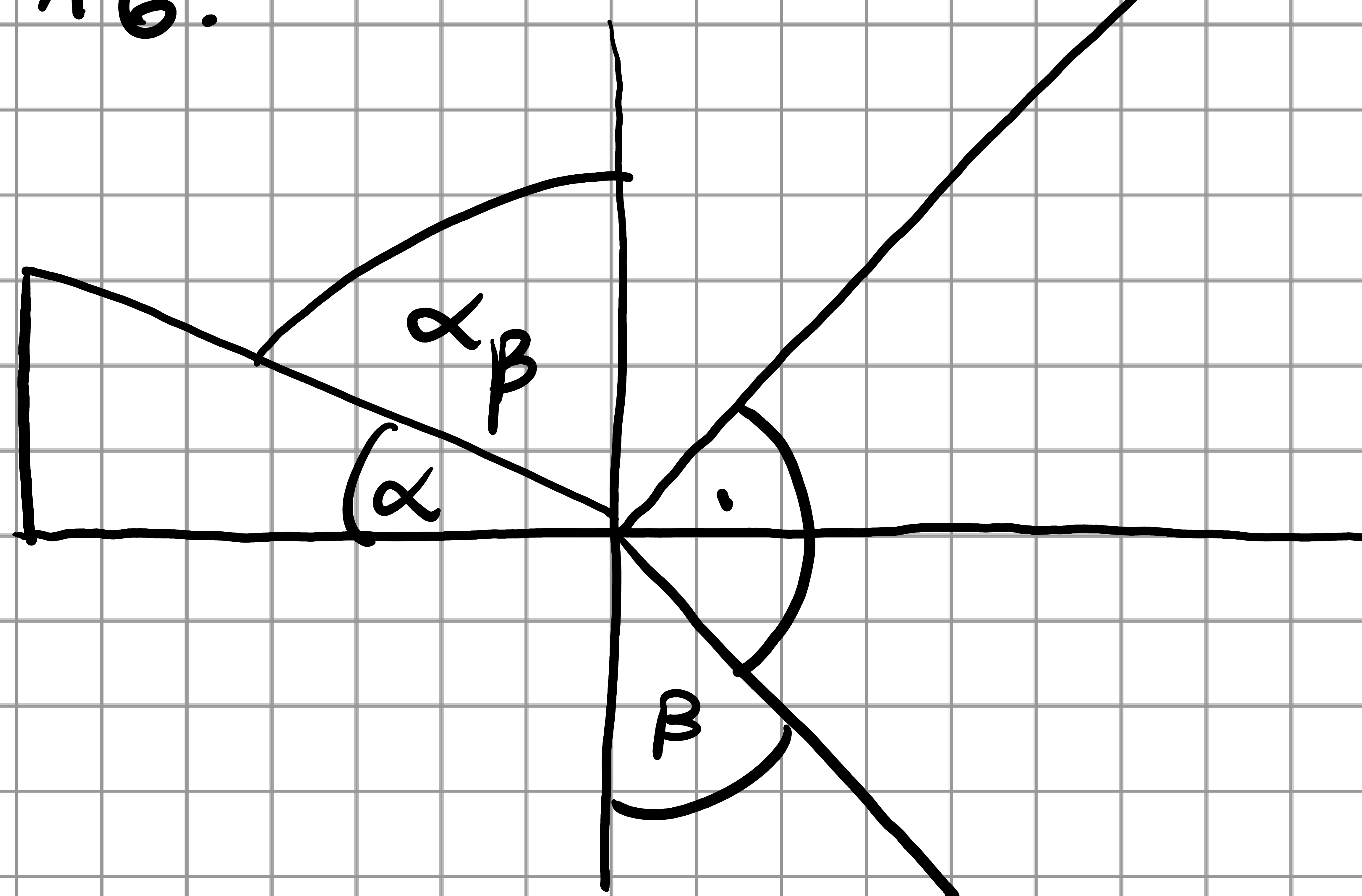
$$I = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} J_0 \cos^2(\beta)\, d\beta =$$

$$= \frac{J_0}{2\pi} \int_0^{2\pi} \cos^2(\beta)\, d\beta = \frac{J_0}{2\pi} \cdot \pi = \frac{J_0}{2}$$

$$E = \frac{E_0}{2}$$

???

2.16.

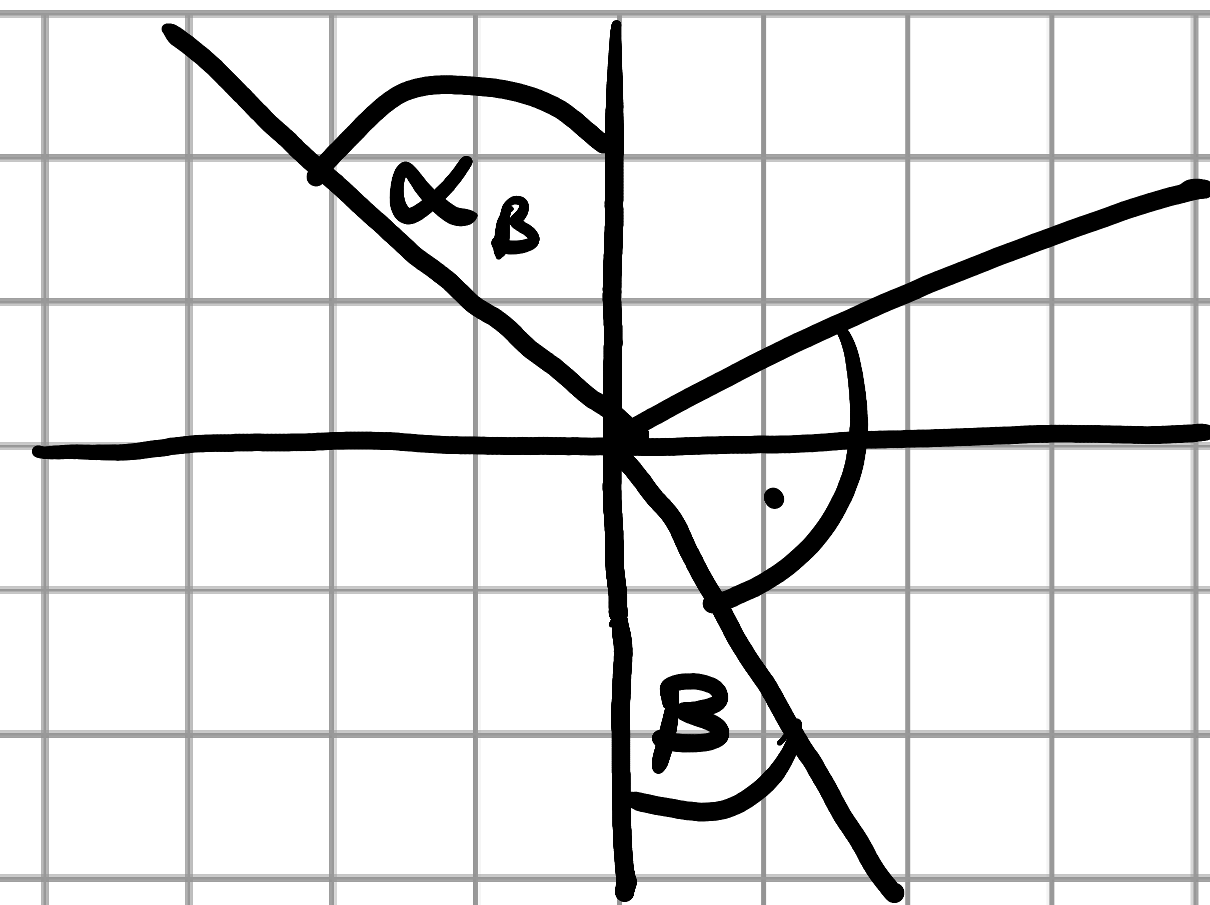


$$n = tg(\alpha_\beta) \Rightarrow \alpha_\beta = arctg(n)$$

$$\alpha_\beta + \alpha = 90^\circ \Rightarrow \alpha = 90^\circ - arctg(n)$$

$$\alpha = 90^\circ - 53^\circ 06' = 36^\circ 54^\circ$$

2.17.



$$n = \mathrm{tg}(\alpha_\beta) \Rightarrow \alpha_\beta = \mathrm{arctg}(n)$$

$$n = \frac{\sin(\alpha_\beta)}{\sin(\beta)} \Rightarrow \sin(\beta) = \frac{\sin(\mathrm{arctg}(n))}{n}$$

$$\beta = \arcsin\left(\frac{\sin(\mathrm{arctg}(n))}{n}\right)$$

$$\beta = 35^\circ 30'$$

2.18 $\sin 90^\circ = 1$

$$m\lambda = d\sin(\alpha) \Rightarrow m\lambda = d$$

$$m = \frac{d}{\lambda} = \frac{1}{500 \cdot 10^{-3} \cdot 590 \cdot 10^{-9}} = 11.29$$

Rząd widma = 11

Wzór Wiena: $\lambda_{max} = \frac{G}{T}$

najmocniej promieniuje ciało doskonale czarne w danej temp.

$G = 2{,}898 \cdot 10^{-3} \, mK$

prawo Boltzmana: $P(T) = \sigma S T^4$

S - powierzchnia cdc.

σ - stała Boltzmana $5{,}67 \cdot 10^{-8}$

t - temp

całkowita moc wzrasta wraz z temperaturą.

oszacowanie ile energii wyprodukuje x.

$E_n = n f h$

rozwinięcie energii oscylatora

h - liczba plancka - $6,626 \cdot 10^{-34}$ Js

$\Delta E = f h$

hipoteza plancka

$$\varepsilon(f,T) = \left(\frac{dP(f,T)}{dS\, d\Omega\, df}\right) \qquad \varepsilon(f,T) = \frac{2\pi h f^3}{c^2} \cdot \frac{1}{\exp\left(\frac{hc}{kT}\right)-1}$$

$$e(T) \left(\frac{dP(T)}{dS\, d\Omega}\right)$$

$$E(T) = \frac{dP(T)}{dS}$$

4.1. $$e(T) = \int_0^\infty \varepsilon(f,T)\, df \qquad \Omega_{\frac{1}{2}} = 2\pi$$

$$E(T) = \Omega_{\frac{1}{2}} \cdot e(t)$$

$$e(t) = \int_0^\infty \frac{2\pi h m^3}{c^2} \cdot \frac{1}{\exp\left(\frac{hf}{kt}\right)-1} =$$

$$\frac{2\pi h}{c^2} \int_0^\infty \frac{f^3}{\exp\left(\frac{h}{kt}\right)-1}\, df$$

$$\left\{ \frac{hf}{kt} = x \Rightarrow v = \frac{xkt}{h}, \quad \frac{dD}{dx} = \frac{d}{dx}\left(\frac{xkT}{h}\right) = \frac{kt}{h} \right.$$

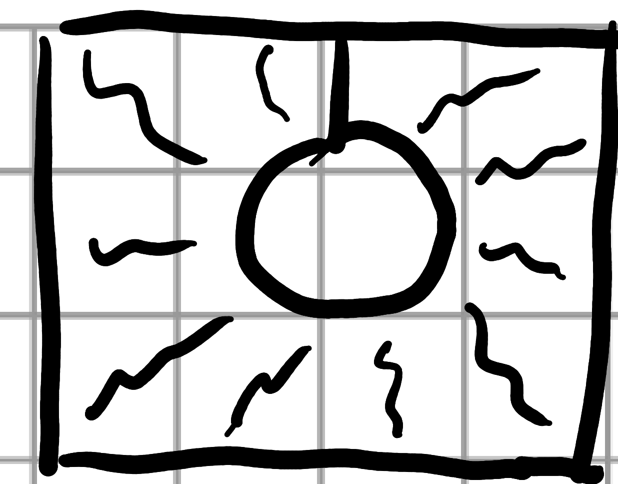
$$\Rightarrow df = \frac{kt}{h} dx$$

$$= \frac{2\lambda\pi}{c^2} \cdot \frac{k^4 T^4}{h^3} \int_0^\infty \frac{x^3}{\exp(x)-1}\, dx =$$

$$= \frac{2\pi k^4 T^4}{c^2 h^3} \cdot \frac{\pi^4}{15} = \frac{2\pi^5 k^4 T^4}{15\, c^2 h^3}$$

$$E(T) = 2\pi \cdot \frac{2\pi^5 k^4 T^4}{15\, c^2 h^3}$$

4.5. $E(t) = \sigma T^4$



$$E(T) = E_1 \cdot S_k \qquad S_k = 4\pi R^2$$

$$E(T) = 4\pi R^2 \sigma T^4$$

C_k – ciepło właściwe

$$E(T)\cdot dt = -m c_k \cdot dt$$

$$dt = \frac{-m c_k \, dT}{E(T)} = \frac{-m c_k \, dT}{4\pi R^2 \sigma T^4}$$

$$t = \int_0^t dt = \int_{T_1}^{T_2} \frac{-m c_k \, dt}{4\pi R^2 \sigma T^4} = \frac{m c_k}{4\pi R^2 \sigma} \cdot \int_{T_1}^{T_2} \frac{dT}{T^4} =$$

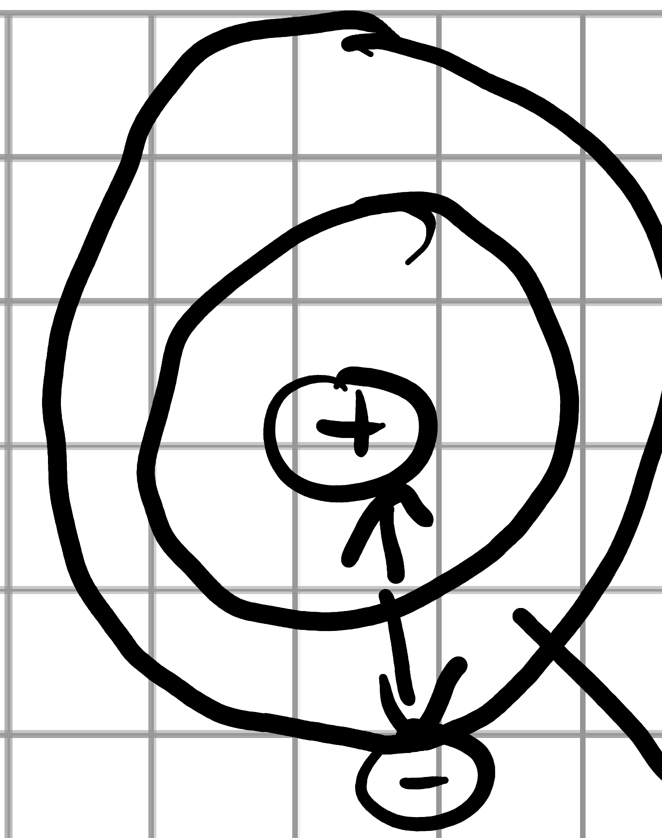
$$= -\frac{m c_k}{4\pi R^2 \sigma}$$

$$\int_{T_1}^{T_1} T^{-4} dt = \frac{T^3}{-3}\Big|_{T_2}^{T_1} = \frac{m c_k}{12\pi R^2 \sigma}\left(\frac{1}{T_2^3} - \overset{0}{\overset{\uparrow}{\frac{1}{T_1^3}}}\right)$$

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow m = \rho V_k = \rho \cdot \frac{4}{3}\pi R^3$$

$$V_k = \frac{4}{3}\pi R^3 \qquad t = \frac{R c_k \rho}{9\sigma}\left(\frac{1}{T_2^3} - \frac{1}{T_1^3}\right)$$

$$\frac{1}{\lambda} = R_H \left(\frac{1}{n_f^2} - \frac{1}{n_i^2} \right)$$



$E = h\nu$

$$R_H = 1{,}09737 \cdot 10^7 \, m^{-1}$$

$$h\nu = |E_n - E_m|$$

$$\frac{m_e v_n^2}{r_n} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{e^2}{r_n^2}$$

$$\vec{L} = \vec{r} \times \vec{p} \quad , \quad \vec{p} = m \cdot \vec{v}$$

$$\vec{L} = \vec{r} \times (m \cdot \vec{v})$$

$$\hbar = \frac{h}{2\pi} \qquad |\vec{L}| = r \cdot p \cdot \sin(\alpha) = rp =$$

$$= m \cdot r_n \cdot v_n = n \cdot \hbar$$

$$v_n = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{e^2}{\hbar} \cdot \frac{1}{n}$$

$$r_n = 4\pi\varepsilon_0 \frac{\hbar^2}{m_e e^2} n^2$$

Obserwacja de Broglie'a:

cząstki mają dualną naturę.

$$p = \frac{h}{\lambda} \qquad E = h\nu$$

6.1.

Wyznaczyć energię E_n i promień orbity.

$m = 9{,}1 \cdot 10^{-31}\,kg \qquad E_n = ?$

$e = 1{,}6 \cdot 10^{-19}\,C \qquad r_n = ?$

$E = E_{kn} + E_p \qquad E_{kn} = \frac{m \cdot v_n^2}{2}$

$\vec{F_c} = -\frac{1}{4\pi\varepsilon} \cdot \frac{q_1 \cdot q_2}{r^2} \cdot \frac{\vec{r}}{|\vec{r}|}$

$F_c = \frac{1}{4\pi\varepsilon} \cdot \frac{q_1 \cdot q_2}{r^2}$

$E_p = W = \vec{F} \cdot \vec{r} = F \cdot r \cdot \cos(\alpha) = F \cdot r =$

$= -\frac{1}{4\pi\varepsilon} \cdot \frac{e^2 \cdot \cancel{r_n}}{r_n^{\cancel{2}}}$

$F_d = m a_n = m \frac{v_n^2}{r_n} = \frac{1}{4\pi\varepsilon} \cdot \frac{e^2}{r_n^2}$

$a_n = \frac{v_n^2}{r_n} \qquad E_{kn} = \frac{m v_n^2}{2} = \frac{e^2}{4\pi\varepsilon r_n \cdot 2}$

$E_n = \frac{e^2}{8\pi\varepsilon r_n} - \frac{2}{8}\frac{e^2}{\pi\varepsilon r_n}$

$$V_n = \frac{n \cdot \hbar}{m \cdot r_n}$$

$$\frac{n^2 \hbar}{m^2 V_n^2} \cdot \frac{m}{r_n} = \frac{e^2}{4\pi\varepsilon \cdot V_n^2} \quad \Big| \cdot V_n^2$$

$$V_n = \frac{n^2 \hbar^2 \cdot 4\pi\varepsilon}{m e^2}$$

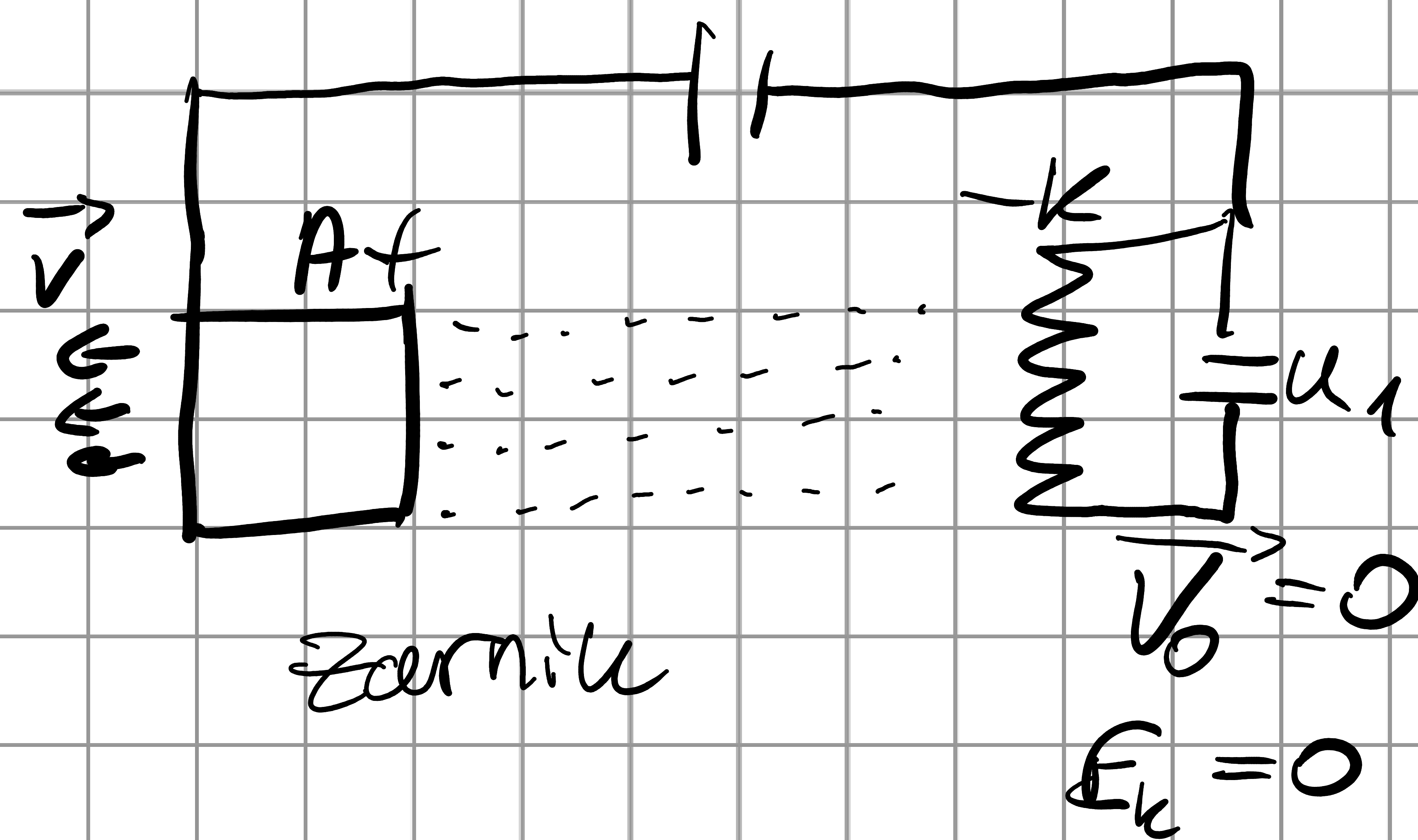
$$V_n = \frac{n^2 \cdot h^2 \cdot 4\pi\varepsilon}{m \cdot (2\pi)^2 \cdot e^2}$$

$$E_n = -\frac{e^2}{8\pi\varepsilon} \cdot \frac{m 4\pi^2 e^2}{n^2 \cdot h^2 \cdot 4\pi\varepsilon} = \frac{e^2 m}{8\varepsilon^2 n^2 h^2}$$

6.6. Ocenić długość fali materii de Broglie'a λ dla elektron o masie spoczynkowej.

$m = 9{,}1 \cdot 10^{-31}\ kg$, $e = 1{,}6 \cdot 10^{-19}\ C$

$U = 100\ V$



$p = \frac{h}{\lambda} \Rightarrow \lambda = \frac{p}{h}$

$W_e = E_{ke}$

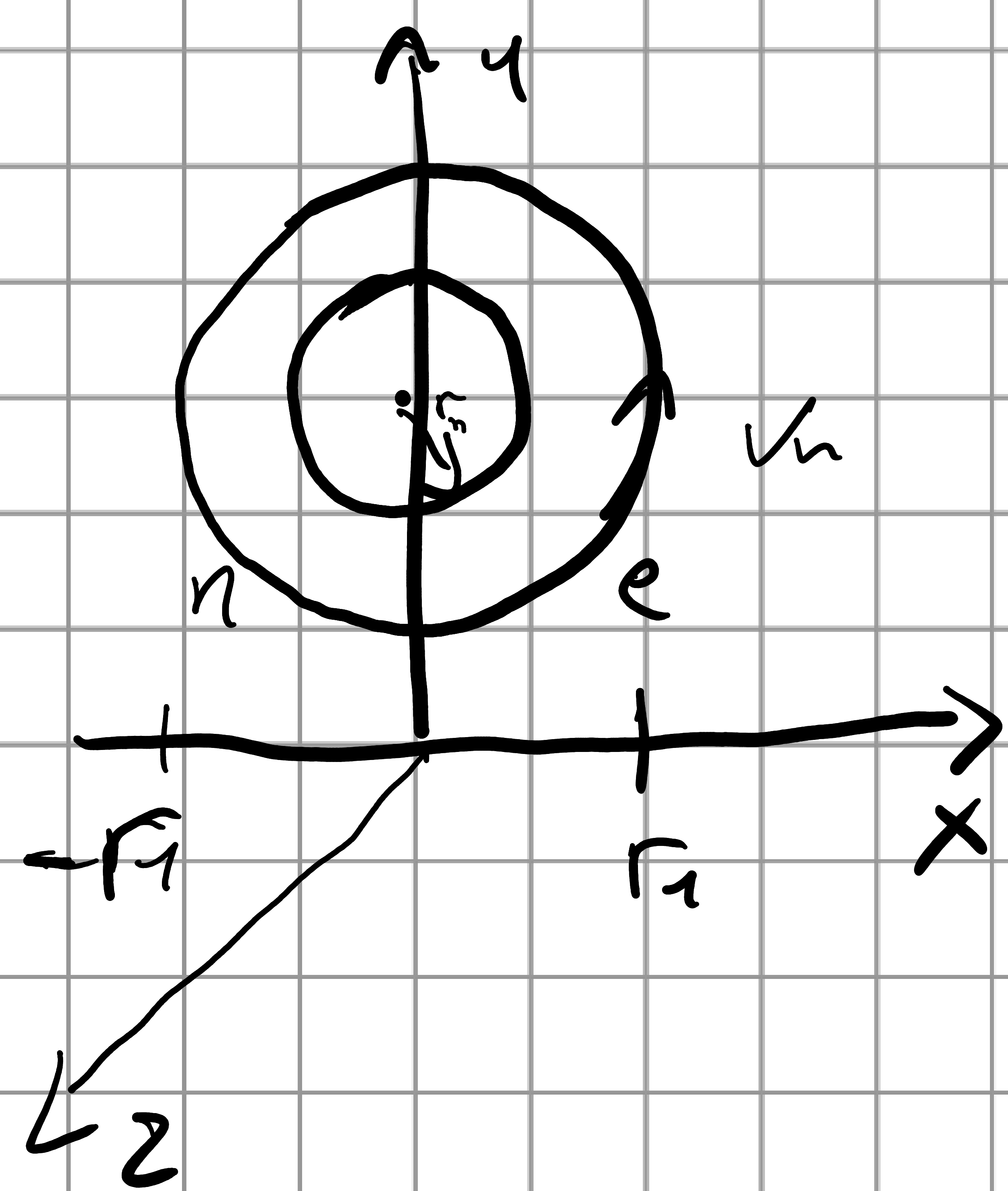
$W = U \cdot J \cdot t \qquad J = \frac{dQ}{dt}$

$W = U \cdot q = U \cdot e$

$E_{ke} = \frac{mv^2}{2} = \frac{p^2}{2m} = Ue$

$p^2 = 2mUe \Rightarrow p = \sqrt{2mUe}$

7.1 $r_1 = 0.53\,\text{Å} = 0{,}53 \cdot 10^{-10}$



$$\Delta p_x \cdot \Delta x \geq \hbar$$
$$\Delta p_y \cdot \Delta y \geq \hbar$$
$$\Delta p_z \cdot \Delta z \geq \hbar$$

$$\Delta x = \Delta y = \Delta z = 2r_1$$

$$\Delta p_x \cdot 2r_1 \geq \hbar \rightarrow m \cdot \Delta V_x \cdot 2r_1 = \hbar$$

$$\Delta x = \frac{\hbar}{m \cdot 2r_1}$$

$$\Delta V = \sqrt{\Delta V_x^2 + \Delta V_y^2 + \Delta V_z^2} =$$

$$= \sqrt{3 \cdot \Delta V_x^2} = \Delta V_x \sqrt{3}$$

$$\Delta V_x = \frac{\hbar}{m \cdot r_1} \sqrt{3}$$

verte →

$$r \cdot p = n \frac{h}{2\pi}$$

$$\vec{L} = \vec{r} \times \vec{p}$$

$$\vec{L} = r p \sin(\alpha) = r \cdot p = m v r$$

$$m v r = n \hbar$$

$$v_1 = \frac{\hbar}{m \cdot v_1}$$

7.3. $\Psi(x,t) = A \cdot e^{i(kx-at)} =$

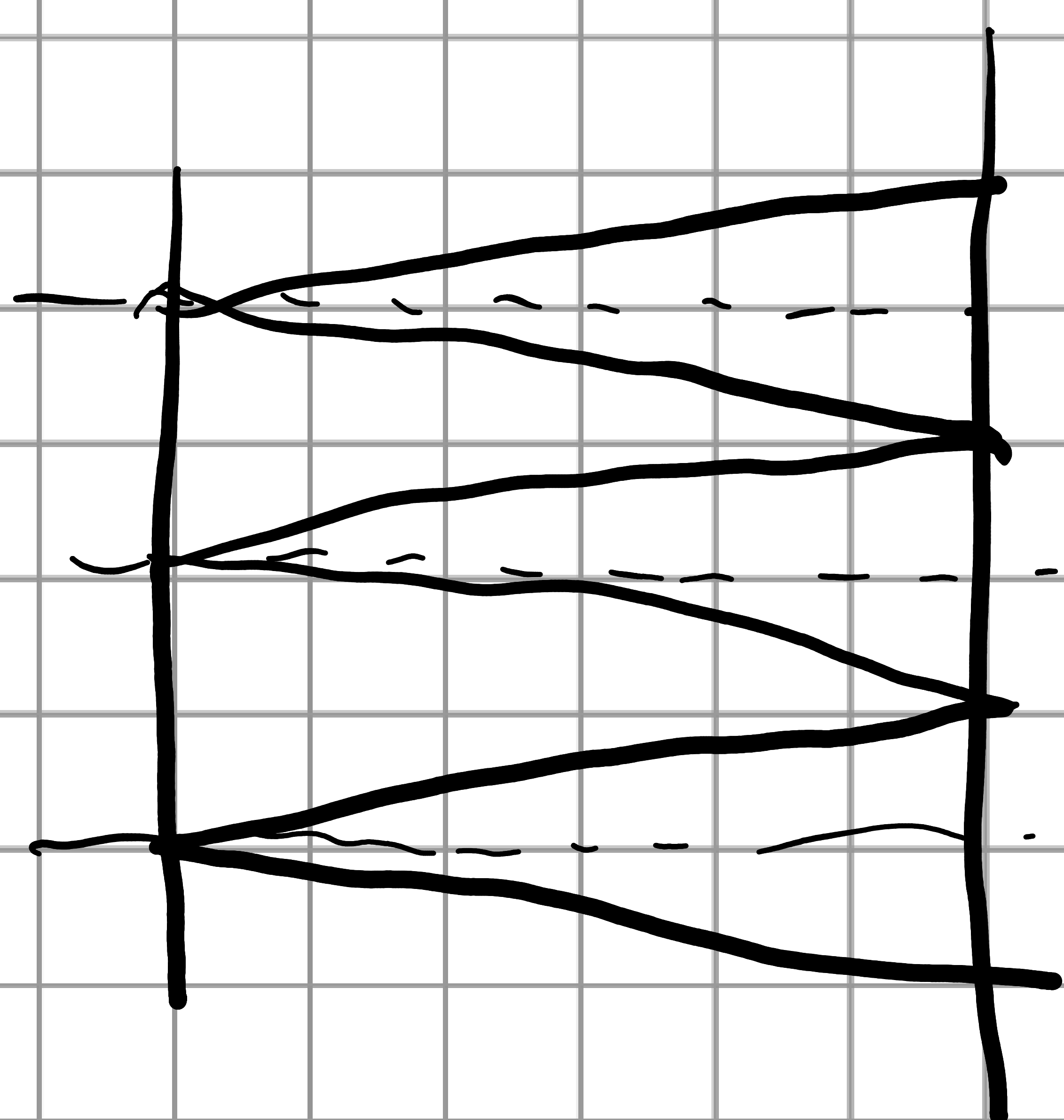
$= A\cos(kx-at) + i\sin(kx-at)$

$|\Psi|^2 = \Psi \cdot \Psi^* = Ae^{i(kx-at)} \cdot Ae^{-i(kx-at)}$

$= A^2 e^0 = A^2$

7.5.

$$y = d + 2a$$



$$p = \frac{h}{\lambda} \Rightarrow \lambda = \frac{h}{p}$$

$$\Delta p_y \, \Delta y \geq \hbar$$

$$\Delta p \cdot d = \hbar$$

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{\Delta p_y}{2p}$$

$$\operatorname{tg} \varphi \approx \varphi$$

$$\varphi = \frac{\Delta p_y}{2p} = \frac{\hbar \lambda}{2 d h} = \frac{\cancel{h} \lambda}{2\pi \, 2d \, \cancel{h}} =$$

$$\Delta \Theta = \frac{2a}{c} \qquad y = d + \frac{\lambda \cdot c}{2\pi d}$$

$$2a = \frac{\lambda c}{2\pi d}$$

$$p = \frac{h}{\lambda} = \frac{2\pi}{\lambda} \cdot \frac{h}{2\pi} = k\hbar$$

$$E = h\nu \qquad \nu = \frac{1}{T} \qquad T = \frac{2\pi}{\omega} \qquad \nu = \frac{\omega}{2\pi}$$

$$E = \frac{h}{2\pi}\omega = \hbar\omega$$

$$E_p = \omega \qquad E_k = \frac{p^2}{2m}$$

8.1

$$E = E_k + U \qquad E_k = \frac{mv^2}{2} = \frac{p^2}{2m}$$

$$\Psi(x, \cancel{y}, \cancel{z}, t) = A e^{i(kx - \omega t)}$$

$$p = \sqrt{p_x^2 + p_y^2 + p_z^2}$$

$$E = \frac{p^2}{2m} + U \qquad p = \hbar k \rightarrow k = \frac{2\pi}{\lambda} \cdot \frac{h}{2\pi} = \frac{p}{\hbar}$$

$$E = h\nu = \hbar \cdot \omega \rightarrow \omega = \frac{E}{\hbar}$$

$$\Psi_{(x,t)} = A e^{\frac{i}{\hbar}(px - Et)}$$

$$-\frac{iE}{\hbar} = \frac{iE}{\hbar} \cdot \Psi(x,t) \qquad E = \frac{\partial \Psi}{\partial t} \quad \frac{i\hbar}{\Psi(x,t)}$$

$$\frac{\partial \psi}{\partial x} = A e^{\frac{i}{\hbar}(px - Et)} \cdot \frac{i}{\hbar} p$$

$$\frac{\partial^2 \psi}{\partial x^2} = A e^{\frac{i}{\hbar}(px - Et)} \cdot \frac{i^2 p^2}{\hbar^2} = \psi_{(x,t)} \cdot \frac{-p^2}{\hbar^2}$$

$$-p^2 = \frac{\partial^2 \psi \cdot \hbar^2}{\partial^2 x \, \psi(x,t)}$$

$$\frac{\partial \psi \, i \hbar}{\partial t \, \psi(x,t)} = \frac{-\partial^2 \psi \, \hbar^2}{\partial^2 \psi_{(x,t)} \, 2m} + U \quad \Big| \cdot \psi_{(x,t)}$$

$$i\hbar \frac{\partial \psi}{\partial t} = -\frac{\partial^2 \psi}{\partial x^2} \cdot \frac{\hbar^2}{2m} + U \cdot \psi(x,t)$$

8.3.

$$\psi(x) = A_n \sin\left(\frac{2\pi n}{L} x\right)$$

$x \in \langle 0, L \rangle$, $A_n = ?$

$$|\psi_N|^2 = 1$$

$$1 = \int_0^L A_n^2 \sin^2\left(\frac{2\pi n}{L} x\right) dx$$

$$u = \frac{2\pi n}{L} x \longrightarrow \frac{u}{x} = \frac{2\pi n}{L}$$

$$\searrow \frac{du}{dx} = \frac{2\pi n}{L} \to dx = \frac{L}{2\pi n} du$$

$$1 = A_n^2 \int_0^{2\pi n} \sin^2(u) \cdot \frac{L}{2\pi n} du = A_n^2 \frac{L}{\cancel{2\pi n}} \cdot \cancel{\pi n}$$

$$1 = A_n^2 \frac{L}{2} \Rightarrow A_n^2 = \frac{2}{L} \Rightarrow A_n = \sqrt{\frac{2}{L}}$$

8.5. $\psi(x,t) = A\sin(kx - \omega t)$

$$\frac{-\hbar}{2m} \cdot \frac{\partial^2 \psi}{\partial x^2} + U \cdot \psi = E\psi$$

$$p = \frac{h}{\lambda} \Rightarrow k = \frac{p}{\hbar}$$

$$\frac{\partial \psi}{\partial x} = A \cdot \frac{p}{\hbar} \cdot \cos\left(\frac{px}{\hbar} - \frac{Et}{\hbar}\right)$$

$$\frac{\partial^2 \psi}{\partial x^2} = A \cdot \frac{p^2}{\hbar} \cdot \sin\left(\frac{px}{\hbar} - \frac{Et}{\hbar}\right) = -\psi \cdot \frac{p^2}{\hbar^2}$$

$$\frac{p^2}{2m} \cdot \psi + U\psi = E\psi$$

$$\frac{p^2}{2m} + U = E$$

$$E_k + U = E$$

$^{A}_{Z}X$ A - liczba masowa w unitach

N_0 - liczba cząstek przed rozpadem
Mol - miara liczności materii

prawo rozpadu promieniotwórczego:

$$N(t) = N_0 \cdot e^{-\lambda t}$$

$$\lambda = \frac{\ln(2)}{T_{1/2}}$$

$$A = \left|\frac{dN(t)}{dt}\right| = \lambda N = \lambda N_0^{-\lambda t}$$

elektronowolty – $1,6 \cdot 10^{-19}$ J

poziom fermiego – oddziela

stany obsadzone od nieobsadzonego

w metalach. Przerwa energetyczna.

P – półprzewodniki dziury

N – –||– elektrony

9.3

$$^{24}_{11}Na \rightarrow {}^{0}_{-1}e + {}^{24}_{12}Mg + \nu_e$$

$$A_w = \frac{A}{V} \rightarrow A = A_w \cdot V$$

$$-\frac{dN}{dt} = N \cdot \lambda$$

$$\int_{N_0}^{N} \frac{dN}{N} = -\int_0^t \lambda dt$$

$$\ln N' \Big|_{N_0}^{N} = -\lambda t$$

$$\ln N - \ln N_0 = \ln \frac{N}{N_0}$$

$$\ln \frac{N}{N_0} = -\lambda t$$

9.4

$$^{235}_{92}U + ^{1}_{0}n \rightarrow ^{93}_{36}Kr + ^{140}_{56}Ba + 3\,^{1}_{0}n$$

$$N_U = n \cdot N_A = \frac{m_v}{M_U} \cdot N_A$$

$$E_U = \Delta E \cdot \frac{m_v}{M_U} N_A$$

$$Q_S = c_S \cdot m \rightarrow m = \frac{Q_S}{c_S} = \frac{E_v}{c_S}$$

$$m = \frac{\Delta E \cdot \frac{m_v}{M_U} \cdot N_A}{c_S}$$

$$Q_L = Q_0 + Q_T \qquad Q_0 = m_L \cdot c_W \cdot \Delta T$$

$$Q_T = m_L \cdot c_t$$

$\longrightarrow$

$$m_L = \frac{Q_L}{c_w \cdot \Delta t + c_t} = \frac{E_v}{c_w \cdot \Delta t + c_t} = \frac{\Delta \varepsilon \cdot \frac{m_v}{m_u} \cdot N_a}{c_w \cdot \Delta t + c_t}$$

$$V_L = \frac{m_L}{\rho_L} = \frac{\Delta \varepsilon \cdot \frac{m_u}{m_v}}{\rho_L \cdot c_w \cdot \Delta t + c_t}$$