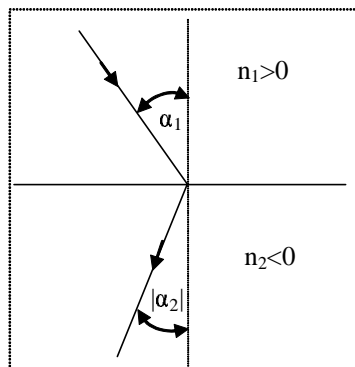


Zadanie 1

Pewne sztucznie wytworzone materiały mogą mieć w wąskim zakresie częstotliwości fal elektromagnetycznych ujemny współczynnik załamania (dla mikrofal są to metamateriały utworzone z układów drutów a dla światła widzialnego tzw. kryształy fotoniczne). Przy przejściu z ośrodka o współczynniku załamania $n_1 > 0$ do ośrodka o współczynniku załamania $n_2 < 0$ jest spełnione zwykle prawo załamania $n_1 \sin \alpha_1 = n_2 \sin \alpha_2$, przy czym $\alpha_2 < 0$ – patrz rysunek.



a) Mały przedmiot umieszczono w odległości a_p od płaskorównoległej płytki o grubości d wykonanej z materiału o współczynniku załamania równym -1 . Rozważmy obraz utworzony przez promienie, które przeszły przez płytkę. Znajdź jego położenie, powiększenie i ustawienie (tzn. czy jest on odbity, obrocony...). Dla jakich a_p rozważany obraz jest rzeczywisty?

b) Mały przedmiot umieszczono w punkcie o współrzędnych $(a_p, -b_p, 0)$ (gdzie $a_p > 0, b_p > 0$). Obszar przestrzeni spełniający równania $x > 0, y > 0$ jest wypełniony ośrodkiem o współczynniku załamania równym -1 . Znajdź położenie, powiększenie i ustawienie obrazu tego przedmiotu, utworzonego przez promienie, które wyszły z obszaru o $n = -1$. Z jakich miejsc można zobaczyć ten obraz? Rozważ tylko promienie w płaszczyźnie $z = 0$.

W obu przypadkach narysuj bieg różnych promieni wybiegających z przedmiotu i przechodzących przez obszar o $n = -1$.

Współczynnik załamania przestrzeni poza płytką (w pkt. a)) i poza obszarem $x > 0, y > 0$ (w punkcie b)) jest równy 1.

Zadanie 2

Na prostym, poziomym odcinku drogi przeprowadzono testy samochodu. Ustalono, że minimalna droga hamowania tego samochodu od $v_{100} = 100 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ do $0 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ wynosi $l = 40\text{m}$.

Obliczyć minimalny czas osiągnięcia przez spoczywający początkowo samochód prędkości v_{100} , przy założeniu, że samochód może w każdej chwili w pełni wykorzystywać moc swojego silnika. Zakładamy, że warunki są dokładnie takie same jak w powyższym teście.

Samochód ma (wraz z kierowcą) masę $m = 1000\text{kg}$, moc silnika $P = 50\text{kW}$, oraz napęd i hamulce na wszystkie koła. Pomijamy opór powietrza, opory toczenia i wszystkie opory układu przeniesienia napędu. Nawierzchnia drogi była taka sama w każdym punkcie rozpatrywanego odcinka testowego. Samochód ma system optymalnie dobierający siłę hamowania każdego koła oraz układ optymalnie rozkładający moc silnika na każdą z osi.

Zadanie 3

Rozważmy prostopadłościenną taflę lodu o wymiarach $a \times b \times h$, gdzie $a \gg h, b \gg h$. Tafla ta przesuwa się z prędkością v po płaskiej, poziomej powierzchni.

a) Jakie jest największe v , przy którym tafla nie zacznie się topić. Tafla porusza się w takich warunkach, że temperatura jej górnej powierzchni jest równa $T_{ot} = -10^\circ\text{C}$.

Współczynnik przewodnictwa cieplnego lodu jest równy $\lambda = 2,3 \frac{\text{W}}{\text{m}\cdot\text{K}}$, natomiast powierzchnia, po której przesuwa się tafla, nie przewodzi ciepła. Współczynnik tarcia suchej powierzchni lodu o tę powierzchnię jest równy $f = 0,1$. Obliczenia wykonaj dla (i) $a = 0,3\text{m}, b = 0,3\text{m}, h = 0,02\text{m}$, (ii) $a = 2\text{m}, b = 2\text{m}, h = 0,1\text{m}$ (fragment kry) oraz dla (iii) $a = 30\text{m}, b = 30\text{m}, h = 2\text{m}$ (oderwany fragment lodowca w górach).

Gęstość lodu jest równa $\rho_L = 900 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$, a przyspieszenie ziemskie $g = 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$.

Współczynnik przewodnictwa cieplnego danego ośrodka jest zdefiniowany następująco:

Rozważmy dwie równoległe, odległe o Δx warstwy ośrodka, o powierzchni S każda (patrz rysunek). Jeśli temperatury warstw wynoszą odpowiednio T_1 i T_2 , to

$$\lambda = \frac{Q/\Delta t}{S} \frac{\Delta x}{|T_2 - T_1|},$$

gdzie Q jest ilością ciepła przepływającego w ciągu czasu Δt od warstwy cieplejszej do chłodniejszej.

