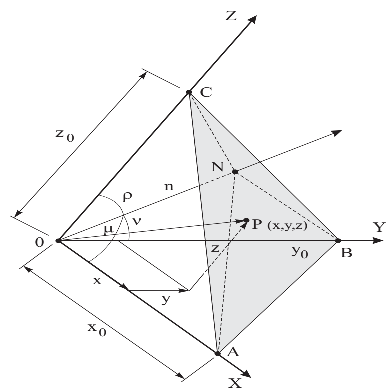
# Wskaźniki Millera

**Zadanie 1**

Rozważmy dowolny nieortogonalny układ współrzędnych. Niech płaszczyzna (niekoniecznie sieciowa) przecina osie tego układu w punktach A, B i C. Wykaż, że jej równaniem jest

$$x \cos \mu + y \cos \nu + z \cos \rho = n, \qquad (*)$$

gdzie $n$ jest długością odcinka $ON$ leżącego na prostej normalnej do płaszczyzny wyznaczonej przez punkty $A$, $B$, $C$, przechodzące przez początek układu współrzędnych, a $\mu$, $\nu$ i $\rho$ są kątami pomiędzy wspomnianą normalną, a osiami układu.




**Zadanie 2**

Wykaż, że równanie płaszczyzny (*) z poprzedniego zadania (Zadanie 1) można zapisać jako:

$$\frac{x}{x_0} + \frac{y}{y_0} + \frac{z}{z_0} = 1,$$

gdzie $x_0$, $y_0$ i $z_0$ są odcinkami odcinanymi przez płaszyznę $ABC$ z poprzedniego zadania na kolejnych osiach układu współrzędnych.

**Zadanie 3**

Dwie proste przechodzące przez początek układu współrzędnych, o różnych kierunkach $[u_1 v_1 w_1]$ i $[u_2 v_2 w_2]$ wyznaczają jednoznacznie płaszczyznę przechodzącą przez początek układu współrzędnych. Wykaż, że jej równaniem jest:

$$h\frac{x}{a} + k\frac{y}{b} + l\frac{z}{c} = 0, \qquad (**)$$

gdzie $a$, $b$, $c$ są długościami wektorów prymitywnych sieci, a liczby $h$, $k$, $l$ dane są wzorami:

$$h = v_1 w_2 - v_2 w_1,$$

$$k = w_1 u_2 - w_2 u_1,$$

$$l = u_1 v_2 - u_2 v_1.$$

**Zadanie 4**

Wykaż, że wszystkie płaszczyzny sieciowe równoległe do płaszczyzny danej równaniem (**) z poprzedniego zadania (Zadanie 3) można zapisać jako:

$$x \cos \mu + y \cos \nu + z \cos \rho = n,$$

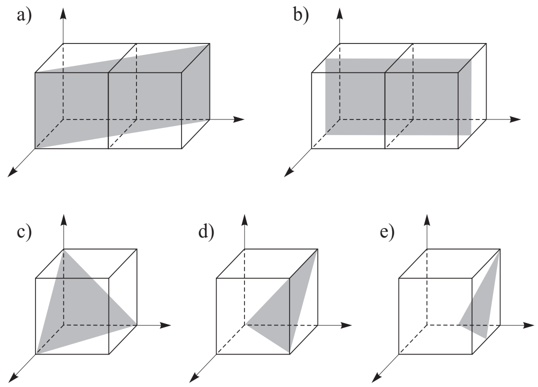
gdzie $n$ jest liczbą całkowitą (dodatnią lub ujemną).

**Zadanie 5**

Podaj interpretację geometryczną współczynników $h$, $k$ i $l$ z Zadania 3. Trójkę liczb całkowitych $h$, $k$, $l$ nazywamy wskaźnikami Millera płaszczyzny i zapisujemy jako $(hkl)$.

**Zadanie 6**

Wyznacz wskaźniki Millera płaszczyzn, które odcinają na osiach krystalograficznych odcinki: a) $a/2$, $b/2$, $c$; b) $3a/4$, $b$, $-c/8$; c) $a$, $b/4$, $7c/8$; d) $2a$, $5b$, $14c$.




**Zadanie 7**

Wyznacz wskaźniki Millera $(hkl)$ płaszczyzn przedstawionych na rysunku powyżej.

**Zadanie 8**

Naszkicuj, w przypadku sieci regularnej prostej, następujace płaszczyzny: (100), (111), (220), (201), (210), $(\overline{1}\overline{1}1)$.

**Zadanie 9**

Kryształ tetragonalny ma parametry $a = 3$Å, $b = 3$Å i $c = 7$Å.

a) Naszkicuj kilka komórek elementarnych i zaznacz płaszczyzny o wskaźnikach Millera (321), (110) i (011).

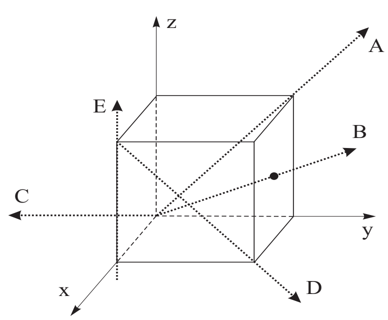
b) Znajdź kąty pomiędzy parami kierunków: [110] i $[1\overline{1}0]$, [110] i [101] oraz [010] i [111].

**Zadanie 10**

Wyznacz wskaźniki Millera płaszczyzny zawierającej następujące punkty sieci: $\mathbf{r_1} = \mathbf{a} - \mathbf{b}$, $\mathbf{r_2} = 2\mathbf{a} + \mathbf{c}$ i $\mathbf{r_3} = 3\mathbf{b} + \mathbf{c}$.

**Zadanie 11**

Podaj wskaźniki kierunków A, B, C, D i E pokazanych na rysunku.




**Zadanie 12**

Dla sieci regularnej udowodnij, że kierunek $[hkl]$ jest prostopadły do płaszczyzny o tych samych wskaźnikach $(hkl)$. Znajdź odległość między sąsiednimi płaszczyznami równoległymi.

**Zadanie 13**

W sieci regularnej wyznacz wskaźniki Millera płaszczyzny równoległej do wektorów $3\hat{\mathbf{x}} + \hat{\mathbf{z}}$ oraz $\hat{\mathbf{y}}$.