

# MW 22.10.04

Jakieś narzekanie na stan nauki, pogoń za publikacjami, anegdoty

Dawne zastosowania węgla:

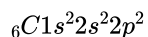
- Zgazowywanie węgla (dalej rozwijane w RPA)
- Koksowanie

Przełomy w nauce o materiałach węglowych:

1. Fluoreny
2. Nanorurki
3. Grafeny

## Węgiel

Węgiel kopalny: kamienny (en.coal) i brunatny (en.lignite)



Izotopy:  $^{12}C$  (98,892%),  $^{13}C$  (1,108%)

Hybrydyzacje:  $sp^3$ ,  $sp^2$ ,  $sp$

## Geneza złóż węgla

Pramateria roślinna -> Torf (56-62%) -> Węgiel brunatny (65-78%) -> Węgiel kamienny (78-92%) -> Antracyt (>92%)

Antracyt jest ważny w produkcji materiałów węglowych ale nie grafitu.

W produkcji grafitu wykorzystuje się koks.

Zakłady węglowe - Racibórz, Nowy Sącz.

## Model struktury chemicznej węgla bitumicznego

Model struktury węgla wg Wisera - wielki schemat rozgałęzionej cząsteczki >100 atomów

Budowa węgli kamiennych:

- C - 78-90%
- H - 6-2.5%
- O - 14-3%
- S ~1%
- N ~1,5%

Pak węglowy - same pierścienie aromatyczne (chyba)

## Materiały węglowe

### Konwencjonalne

Konstrukcyjne materiały węglowe i wyroby węglowe - bloki, włókna, kompozyty.

Porowate materiały węglowe (węgle aktywne) - pyłowe, ziarnowe, monolity, włókna

(Monolity=drobny pył + lepiszcze)

Węgla aktywne - duża powierzchnia właściwa (rzędu  $\frac{m^2}{g}$ )

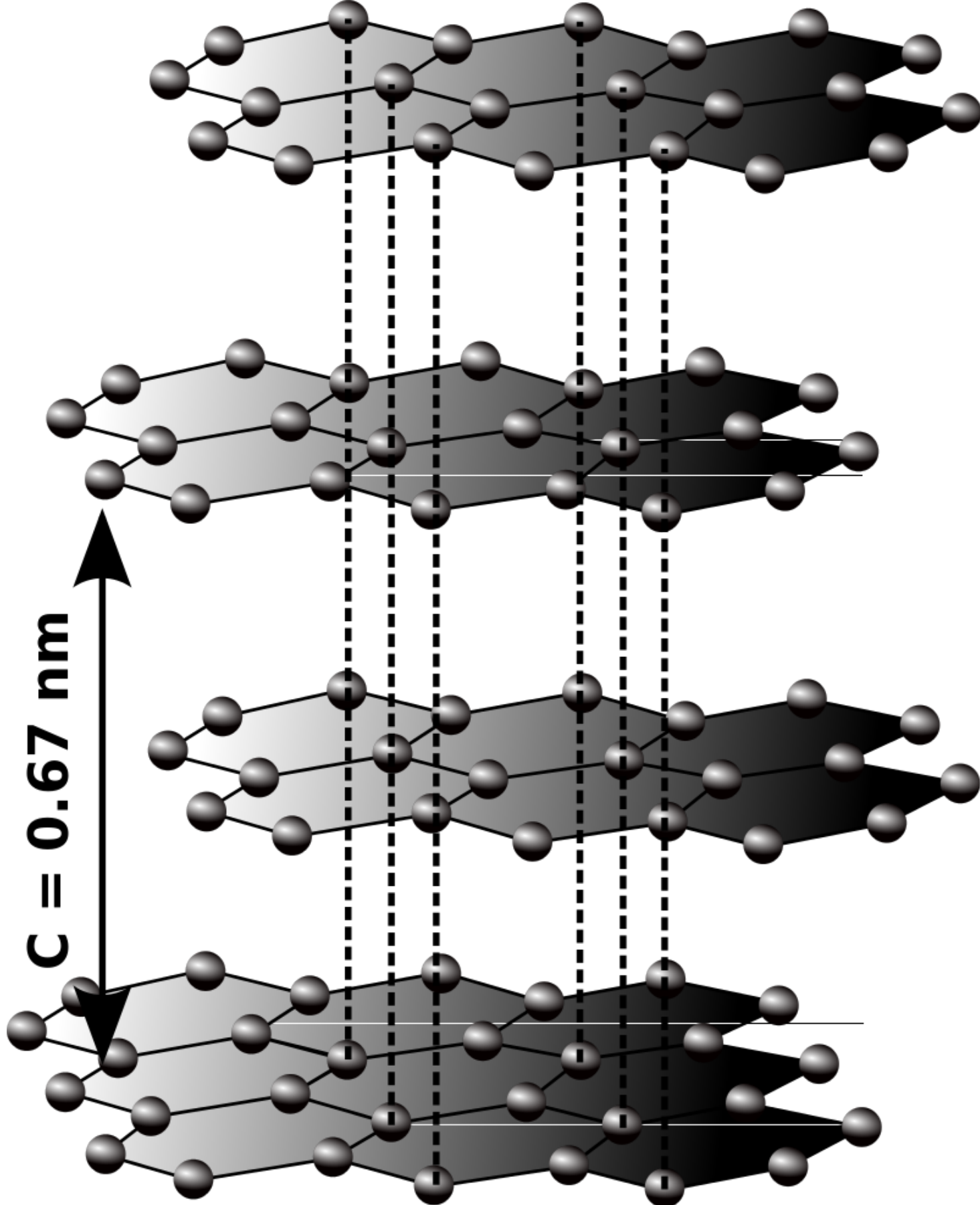
## Nanostruktury węglowe

Fulereny, nanorurki, grafen, nanocebulki, nanorożki, itd...

### Odmiany alotropowe węgla

- Diament (sp<sup>3</sup>)
- Grafit (sp<sup>2</sup>)
- Karbin (sp)
- Fuleren (C<sub>60</sub>, sp<sup>2.28</sup> [?])

Rysunek struktury grafitu - ważny. warstwy sąsiednie przesunięte względem siebie



Gęstość grafitu -  $2.26 \text{ g/cm}^3$ .

Pomiędzy warstwami grafitu działają siły Van-der-Waalsa.

|"Takie życie, w takim kraju żyjemy" - o tym, że Polska nie jest potęgą grafenową

## Nieoczywiste hybrydyzacje

Mieszane stany atomów węgla ( $sp^3+sp^2+sp$ ):

- Antracyt
- Koks

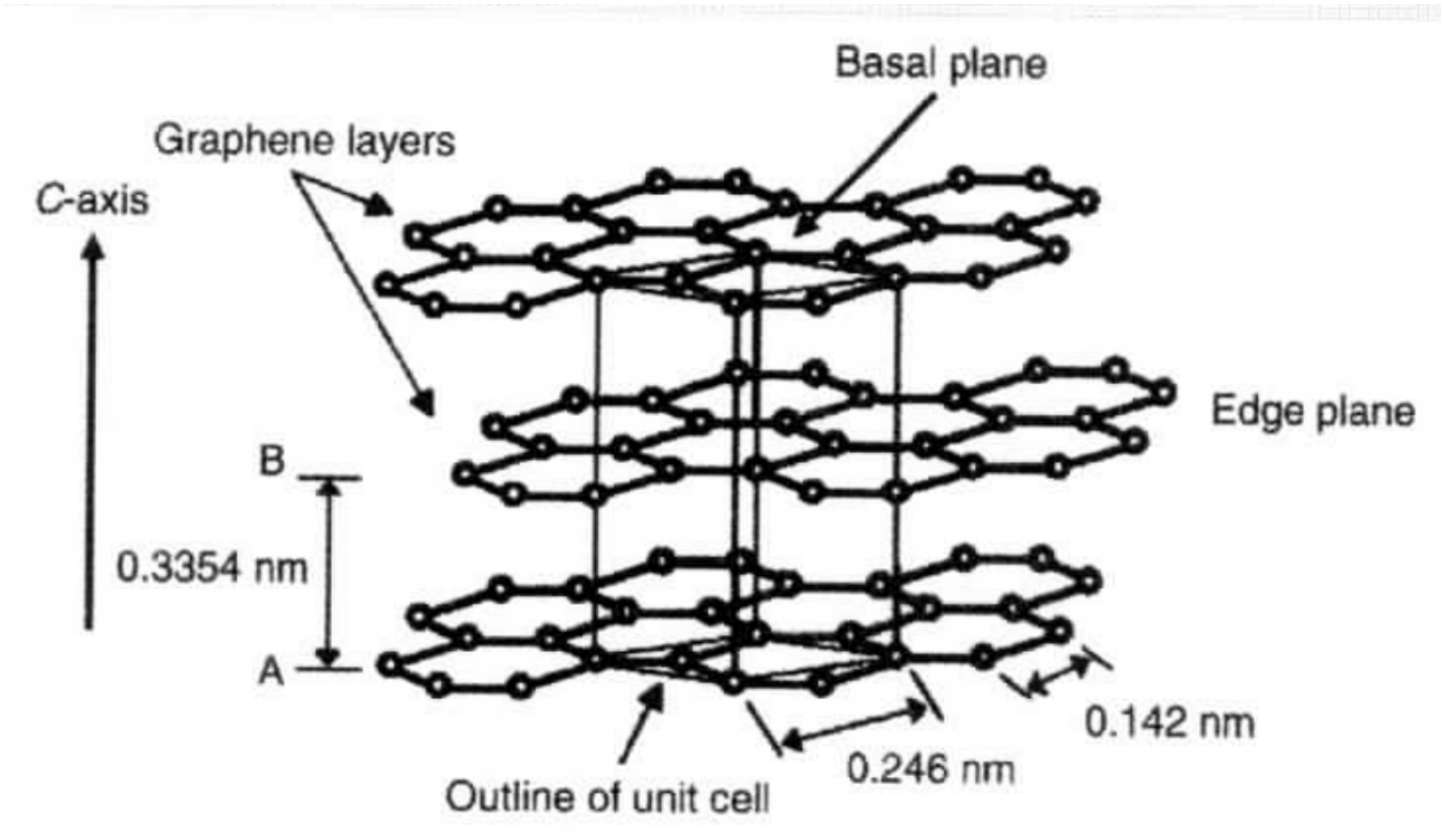
- Węgiel aktywny
- Sadza węglowa
- Węgiel pirolityczny
- Włókna węglowe
- Węgiel amorficzny - powstaje m.in. w procesach katalitycznych

Pośrednie stany atomów węgla ( $sp^m$ ,  $1 < m < 3$ ,  $m \neq 2$ )

- Fulereny
- Nanowłókna węglowe
- Nanorurki węglowe

Struktura heksagonalna grafitu

ponownie rysunek - ponowny przykład przerysowania, ważne! odległość między warswtami 0.3354nm



Struktura ABAB - stabilna dominująca  
Struktura ABCABC - metastabilna

Właściwości alotropów węgla

| Odmiana alotropowa | Długość wiązania [nm] | Gęstość [ $g/cm^3$ ] | Temperatura sublimacji [ $^{\circ}C$ ] |
|--------------------|-----------------------|----------------------|--|
| Diament            | 0.1545                | 3.52                 | -                                      |
| Grafit             | 0.1421, 0.3354        | 2.26                 | 3650                                   |
| C60                | 0.145, 0.140          | 1.67                 | ~400                                   |

Anizotropia właściwości fizycznych i mechanicznych grafitu

| Właściwości                      | Jednostka | równoległa | prostopadła |
|----------------------------------|-----------|------------|-------------|
| Przewodnictwo cieplne            | W/m K     | >2000      | 10          |
| Rozszerzalność cieplna, $\alpha$ | 1/K       | 10e-6      | 26.3 e-6    |

| Właściwości                 | Jednostka          | równoległa | prostopadła |
|-----------------------------|--------------------|------------|-------------|
| Wytrzymałość na rozciąganie | GPa                | 20         | -           |
| Moduł Younga                | GPa                | 1020       | 36.3        |
| Oporność elektryczna        | $m\Omega \cdot cm$ | 0.1        | 3000        |

**Procesy termiczne - produkcja materiałów węglowych i grafitowych**

...