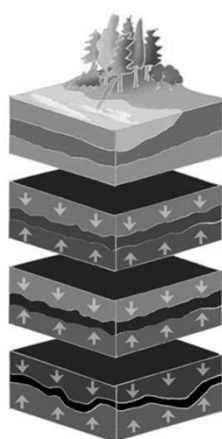


# САГОРЕВАЊЕ

## школска 2014/2015. година

### лабораторијске вежбе

## Угаљ, настанак, изглед



Велике шуме расту пре око 300 милиона година прекривајући већину површине Земље

Вегетација умире и ствара се тресет

Тресет се сабија између слојева и ствара се лигнит

Даље сабијање доводи до стварања каменог и мрког угља

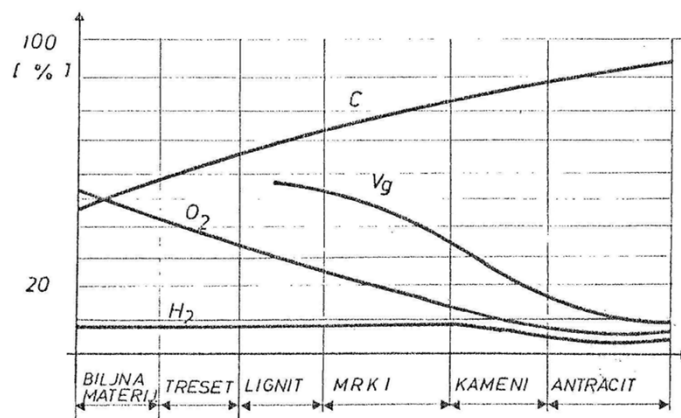
На крају, долази до стварања антрацита



Органска теорија настанка угља  
Гимбел (Gumbel) крај 19. века

Сагоревање Б, школска 2014/2015. година,  
лаб. вежба

## Промена састава при настанку угљева



Сагоревање Б, школска 2014/2015. година,  
лаб. вежба

## Подела угљева

- Мрки угљеви ( $C = 65-75\% \text{ m/m}$ )
  - Лигнит
  - Земљасти
  - Смоласти
- Камени угљеви ( $C = 75-90\% \text{ m/m}$ )
- Антрацити ( $C = 97-98\% \text{ m/m}$ )

Сагоревање Б, школска 2014/2015. година,  
лаб. вежба

## Биомаса



Сагоревање Б, школска 2014/2015. година,  
лаб. вежба

## Техничка и елементарна анализа чврстих горива

- Техничка анализа се врши термичким разлагањем горива и:
  - Заснива се на 2 критеријума:
    - испарљивости,
    - горивости.
  - Даје податке о особинама горива битним за примену.
- Елементарна анализа даје податке о хемијском саставу горива (колико у њему има C, H, O, N, S)

Сагоревање Б, школска 2014/2015. година,  
лаб. вежба

## Техничка анализа чврстих горива



Сагоревање Б, школска 2014/2015. година,  
лаб. вежба

## Основни подаци техничке анализе

- садржај укупне влаге,
- садржај грубе (равнотежне) влаге,
- садржај хигроскопске (аналитичке) влаге,
- садржај волатила,
- садржај коксног остатка,
- садржај минералних примеса,
- садржај коксног остатка,
- горња и доња топлотна моћ,
- боја и дужина пламена,
- понашање пепела на повишеним температурама.

Сагоревање Б, школска 2014/2015. година,  
лаб. вежба

## Влага

- баласт у гориву, крајње непожељна,
- смањује топлотну моћ,
- отежава паљење,
- повећава трошкове превоза и складиштења.

Сагоревање Б, школска 2014/2015. година,  
лаб. вежба

## Влага – врсте и порекло

- врсте:
  - груба,
  - хигроскопска,
  - конституциона.
- порекло:
  - при настанку горива,
  - за време процеса производње,
  - складиштење,
  - транспорт.

Сагоревање Б, школска 2014/2015. година,  
лаб. вежба

## Груба влага

- површинска, видљива голим оком,
- одстрањује се сушењем на ваздуху,
- други назив: равнотежна влага,
- доспева у гориво у свим фазама, од производње, преко транспорта, до складиштења.

Сагоревање Б, школска 2014/2015. година,  
лаб. вежба

## Хигроскопска влага

- налази се у порама горива, невидљива голим оком,
- одстрањује се загревањем на температуру преко 100 °C,
- други назив: аналитичка влага.

Сагоревање Б, школска 2014/2015. година,  
лаб. вежба

## Методе за одређивање садржаја влаге

- гравиметријске
  - груба влага (SRPS B.H8.341:1987),
  - хигроскопска влага (SRPS B.H8.311:1984, SRPS B.H8.390:1987).
- волуметријске
  - садржај влаге (SRPS ISO 1015:1994)

Сагоревање Б, школска 2014/2015. година,  
лаб. вежба

## Одређивање садржаја грубе влаге

- опрема: плитка посуда, вага тачности до 0,1 g.
- поступак: описан у приручнику
- израчунавање:

$$W_G = \frac{m_2 - m_3}{m_2 - m_1} \cdot 100 \quad (\% m / m)$$

где су:

$m_1$ (g) –	маса празне посуде
$m_2$ (g) –	маса посуде са узорком пре сушења
$m_3$ (g) –	маса посуде са узорком после сушења

Сагоревање Б, школска 2014/2015. година,  
лаб. вежба

## Одређивање садржаја хигроскопске влаге

- опрема: стаклена посуда са поклопцем, вага тачности до 0,0001 g, сушница (температуре 105-110 °C), ексикатор.
- поступак: описан у приручнику
- израчунавање:

$$W_{\text{Ha}} = \frac{m_2 - m_3}{m_2 - m_1} \cdot 100 \quad (\% \text{ m / m})$$

где су:

$m_1$ (g) –	маса празне посуде
$m_2$ (g) –	маса посуде са узорком пре сушења
$m_3$ (g) –	маса посуде са узорком после сушења

Сагоревање Б, школска 2014/2015. година,  
лаб. вежба

## Одређивање садржаја укупне влаге

- Укупна влага се одређује као збир свих врста влаге у посматраној маси горива (у аналитичкој то је само хигроскопска, у радној је хигроскопска и груба):

$$W_{\text{uk}} = W_{\text{G}} + W_{\text{Hr}} \quad (\% \text{ m / m})$$

$$W_{\text{Hr}} = \frac{100 - W_{\text{G}}}{100} W_{\text{Ha}} \quad (\% \text{ m / m})$$

где су:

$W_{\text{Ha}}$ (% m / m) –	хигроскопска влага у аналитичкој маси
$W_{\text{Hr}}$ (% m / m) –	хигроскопска влага у радној маси

Сагоревање Б, школска 2014/2015. година,  
лаб. вежба



## Пепео – минералне примесе

- баласт у гориву, крајње непожељан,
- смањује топлотну моћ,
- повећава трошкове превоза и складиштења,
- утиче на ефикасност сагоревања,
- изазива зашљакивање и прљање површина за размену топлоте.

Сагоревање Б, школска 2014/2015. година,  
лаб. вежба

## Одређивање садржаја пепела

- опрема: порцеланска посуда, аналитичка вага тачности до 0,0001 g, муфолна пећ (температуре до 1100 °C), ексикатор
- поступак: описан у приручнику
- израчунавање:

$$A = \frac{m_3 - m_1}{m_2 - m_1} \cdot 100 \quad (\% \text{ } m / m)$$

где су:

$m_1$ (g) –	маса празне посуде
$m_2$ (g) –	маса посуде са узорком пре жарења
$m_3$ (g) –	маса посуде са узорком после жарења

Сагоревање Б, школска 2014/2015. година,  
лаб. вежба

## Волатили – гориве испариве материје

- који гасови: највише CO, H<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>
- шта раде:
  - олакшавају паљење,
  - убрзавају сагоревање,
  - продужавају пламен.
- млађи угљеви имају већи садржај волатила него старији.

Сагоревање Б, школска 2014/2015. година,  
лаб. вежба

## Одређивање садржаја волатила

- опрема: посуда од ватросталног стакла или порцеланска, аналитичка вага тачности до 0,0001 g, муфолна пећ (температуре до 900 °C), ексикатор
- поступак: описан у приручнику
- израчунавање:

$$V_a = \frac{m_2 - m_3}{m_2 - m_1} \cdot 100 - W_{\text{Ha}} \quad (\% m / m)$$

где су:

$m_1$ (g) –	маса празне посуде
$m_2$ (g) –	маса посуде са узорком пре загревања
$m_3$ (g) –	маса посуде са узорком после загревања

Сагоревање Б, школска 2014/2015. година,  
лаб. вежба

## Коксни остатак

- неиспариви део горива,
- сагорева полако и дуго,
- ослобађа највећи део топлоте коју гориво садржи.

Сагоревање Б, школска 2014/2015. година,  
лаб. вежба

## Одређивање садржаја коксног остатка

- опрема: посуда од ватросталног стакла или порцеланска, аналитичка вага тачности до 0,0001 g, муфолна пећ (температуре до 900 °C), ексикатор
- поступак: описан у приручнику
- израчунавање:

$$K = \frac{m_3 - m_1}{m_2 - m_1} \cdot 100 (\% m / m)$$

где су:

$m_1$ (g) –	маса празне посуде
$m_2$ (g) –	маса посуде са узорком пре загревања
$m_3$ (g) –	маса посуде са узорком после загревања

Сагоревање Б, школска 2014/2015. година,  
лаб. вежба

## Резултати мерења

- на основу претходно датих формула и ових резултата, израчунати одговарајуће величине:

- груба влага:

$$m_1 = 0,5245 \text{ kg}, m_2 = 3,5023 \text{ kg}, m_3 = 2,6532 \text{ kg}$$

- хигроскопска влага:

$$m_1 = 26,2346 \text{ g}, m_2 = 26,8532 \text{ g}, m_3 = 26,7643 \text{ g}$$

- пепео:

$$m_1 = 16,0010 \text{ g}, m_2 = 17,1230 \text{ g}, m_3 = 16,9243 \text{ g}$$

- волатили и коксни остатак:

$$m_1 = 12,9960 \text{ g}, m_2 = 14,0300 \text{ g}, m_3 = 13,5643 \text{ g}$$

Сагоревање Б, школска 2014/2015. година,  
лаб. вежба