

KOKONAISLÄMMÖN MÄÄRITYS POMMIKALORIMETRILLÄ

Teoria

Lämpöarvo on polttoaineominaisuus, joka ilmoittaa täydellisesti palamisessa vapautuvan lämpöenergian. Kiinteiden ja nestemäisten polttoaineiden kohdalla lämpöarvo ilmoitetaan tavallisesti megajouleina polttoainekiloa kohti MJ/kg. Kaasumaisilla polttoaineilla lämpöarvo ilmoitetaan yleensä megajouleina tilavuusyksikköä eli kuutiometriä kohti. Tällöin yksikkönä käytetään MJ/m³.

Lämpöarvo määritetään kalorimetrisesti eli polttamalla tunnettu määrä polttoainetta puhtaassa hapessa ja mittaamalla vapautuva energiamäärä.

Pommikalorimetriä käytetään kemiallisissa reaktioissa vapautuvien tai kuluvien lämpömäärien määrittämiseen. Määrittäminen tapahtuu sijoittamalla tarkoin mitattu näytemäärä pommiin, joka täytetään hapella ja suljetaan. Pommi upotetaan tunnettuun vesimäärään, joka on lämpöeristetyssä astiassa. Mitataan alkulämpötila T₁, jonka jälkeen palamisreaktio aloitetaan sähkösytytyksellä. Vapautunut lämpöenergia nostaa veden lämpötilan loppuarvoon T₂. Lasketaan kokeessa vapautunut lämpömäärä.

Astiavakion määrittäminen

Ensin määritetään kalorimetrille ominainen suure, astiavakio. Tämä tehdään sellaisen yhdisteen avulla, jonka lämpömäärä tunnetaan. Astiavakion määrittämisessä käytetään bentsoehappoa. Astiavakio lasketaan kaavasta:

$$W = \frac{H \cdot m}{t}$$

missä: W = kalorimetrin astiavakio, cal / °C
H = bentsoehapon lämpöarvo, cal / g (= 6318 cal/g)
m = näytteen massa, g
t = todellinen lämpötilan nousu, °C

Astiavakion määrittäminen suoritetaan samoin kuin näytteen lämpöarvon määrittäminen, ks. kohta mittauksen suoritus.

Näytteen lämpöarvon määrittäminen

Näytteenä käytetään esimerkiksi puristettua turve-, ruokohelpi- tai puubrikettiä tai biodieseliä. Lämpöarvon mittaus suoritetaan käytännössä, kuten on kerrottu kohdassa mittauksen suoritus. Näytteen kokonaislämpö lasketaan kaavasta:

$$H_g = \frac{t \cdot W}{m}$$

missä: H_g = näytteen kokonaislämpö cal / g
 W = kalorimetrin astiavakio, cal / °C
 m = näytteen massa, g
 t = todellinen lämpötilan nousu, °C

Mittauksen suoritus

Pommin kokoaminen

1. Punnitse näyte (esim. bentsoehappotabletti tai turvebriketti) ja aseta se näytekuppiin (kuvat 1 ja 2).
2. Aseta näytekuppi pommin päässä olevaan elektrodirenkaaseen (kuva 2).



Kuva 1

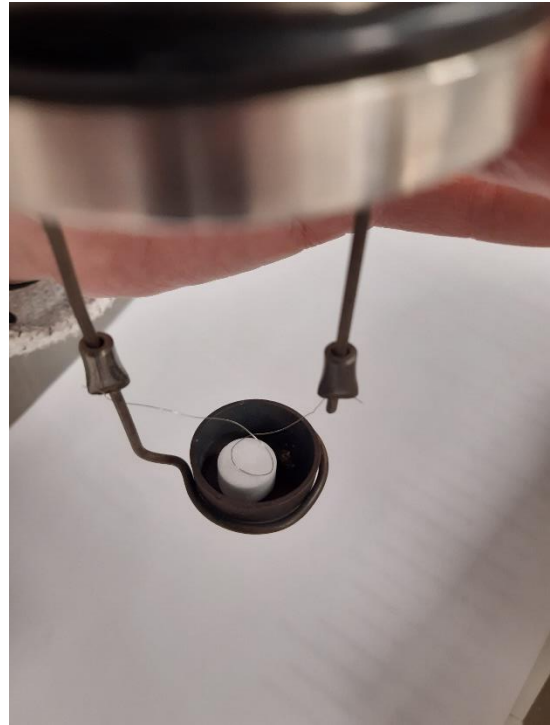


Kuva 2

3. Leikkaa sytytyslankaa väh. 10 cm:n pala ja kiinnitä se molemmista päistä elektrodeihin (kuva 3).
4. Taivuta lanka siten, että lanka osuu näytteeseen näytteen päältä tai näyttekupin pohjalle siten, että saat näytteen pysymään sen päällä (kuva 4).



Kuva 3



Kuva 4

5. Laita pommin pohjalle n. 1 ml ionivaihdettua vettä (kuva 5).



Kuva 5

6. Aseta pommin kansiosa paikoilleen ja ruuvaa kiristysrenkas kiinni (kuva 6).
7. Ruuvaa pommin tyhjennysventtiili kiinni (kuva 7).

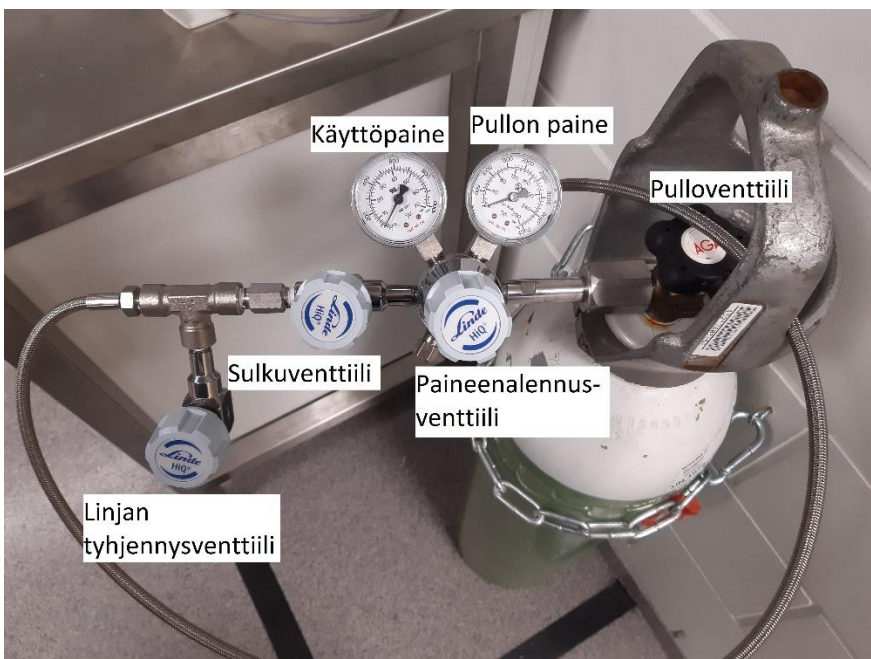


Kuva 6



Kuva 7

Pommin täyttö hapella



Kuva 8

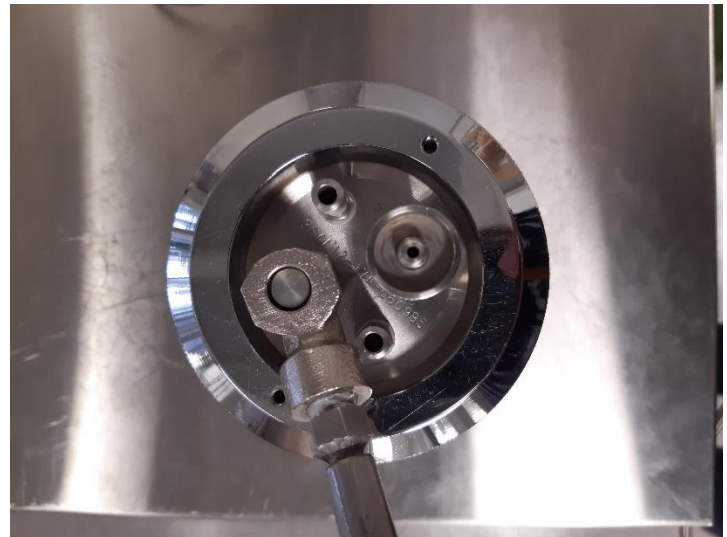
1. Tarkista, että paineenalennusventtiili ja sulkuventtiili ovat kiinni
2. Tarkista, että happipullostasta tulevan kaasuntäyttöletkun O-renkaat ovat paikoillaan (kuva 9) ja kiinnitä kaasuntäyttöletku pommissa olevaan kaasunsyöttöventtiiliin (kuvat 10 ja 11)



Kuva 9



Kuva 10



Kuva 11

3. Avaa happipullo. Tarkista, että paineensäätöventtiilin mittari näyttää pullon paineen ja sulkuventtiilin mittari näyttää nolaa.
4. Avaa sulkuventtiili.
5. Säädä kaasupullostta 5 bar paine pommiin kääntämällä paineenalennusventtiilistä myötäpäivään (kuva 12).



Kuva 12

6. Sulje kaasupullon venttiili ja päästä VAROVASTI paine pois pommista avaamalla pommin tyhjennysventtiili (kuva 13). Tämä tehdään siksi, että saadaan ilma pois pommista. Paineiden mittareissa pitäisi laskea nolleaan. Tämän jälkeen sulje pommin tyhjennysventtiili.



Kuva 13

7. Avaa kaasupullon venttiili ja täytä pommi hapella 30 bar paineeseen säätämällä paineenalennusventtiilistä (kuva 14).



Kuva 14

8. Sulje kaasupullon venttiili.
9. Avaa linjan tyhjennysventtiili ja odota, että paine on laskenut nolnaan molemmissa mittareissa (kuva 15)

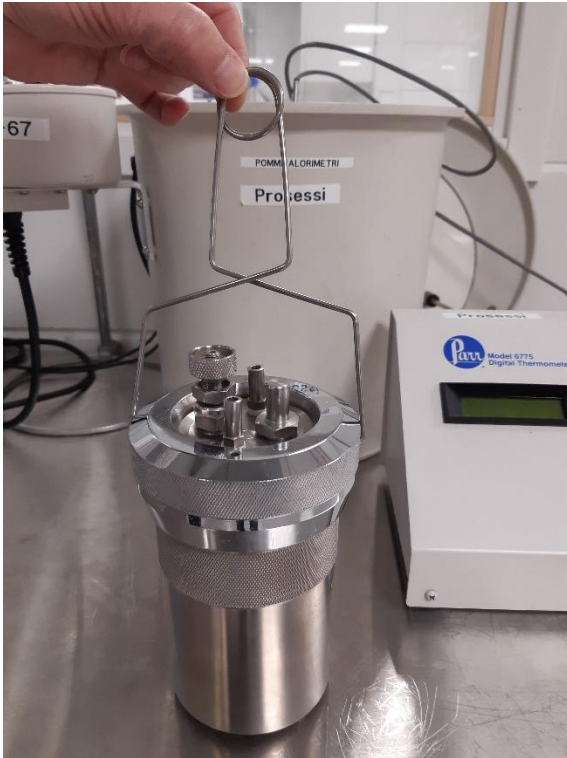


Kuva 15

10. Irrota kaasunsyöttöletku pommista. Tee tämä varovasti ja hitaasti. Työparin kannattaa pitää pommin alaosasta kiinni, kun toinen irrottaa letkun.
11. Sulje sulkuventtiili ja paineenalennusventtiili.

Kalorimetrin täyttö

1. Mittaa kalorimetrin sankoon n. 20-21 °C vettä tarkasti 2,0 kg
2. Aseta sanko kalorimetriin. Huom! Astian pohjalla on merkit siitä, miten päin sanko kuuluu.
3. Aseta pommi sankoon pihtien avulla (kuva 16). Varo heilauttamasta pommia, ettei näyte siirry pommin sisällä pois koskettamasta sytytyslankaa.



Kuva 16

4. Kun pommi on kokonaan veden alla, kiinnitä sytytysjohtimet (kuva 17) pommin kanteen. Varo ettet läikytä vettä sangosta.

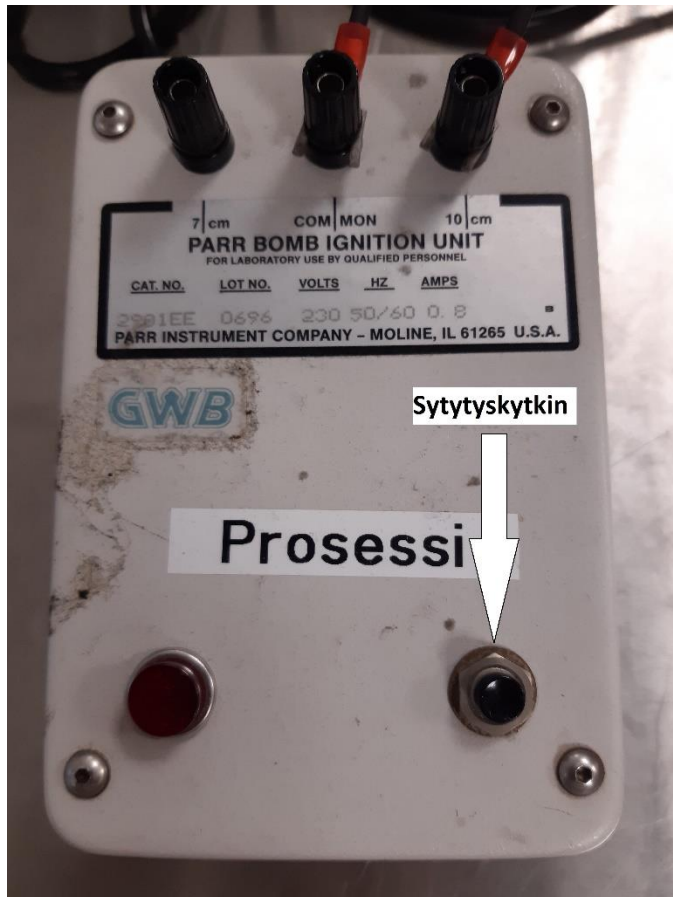


Kuva 17

5. Aseta kalorimetrin kansi paikoilleen, laita lämpömittarin anturi ja yhdistä sekoitussauva moottoriin hihnalla tai kuminauhalla.
6. Anna sekoittajan pyöriä 5 min ja sen jälkeen lue lähtölämpötila, T_1 .

Pommin räjäytys

1. Räjähdytä pommi painamalla sytytyskytkintä räjäytysyksikössä (Kuva 18). Räjähdytysketkellä on seistävä mahdollisimman kaukana pommista (selin pommiin, työpari katsoo, että merkkivalo välähtää). Nappia pidetään alhaalla niin kauan, että punainen merkkivalo syttyy, yleensä tähän menee vain noin $\frac{1}{2}$ sekuntia, mutta nappi tulee vapauttaa viimeistään 5 sekunnin kuluttua.



Kuva 18

Lämpömittarin lukeminen

1. Mittaa lämpötilat 45, 60, 75, 90 ja 105 sekunnin kuluttua räjäytyksestä.
2. Tämän jälkeen minuutin välein, kunnes lämpötilan nousu tasaantuu ja saat kahdella peräkkäisellä kerralla saman lämpötilan.
3. Listaa lämpötilat alla olevaan taulukkoon.

	Bentsoehappo	Turvebriketti
Näytteen massa (g)		
Veden massa (g)		
Alkulämpötila °C		
Räjäytys		
Lämpötila 45 s		
60 s		
75 s		
90 s		
105 s		
2 min		
3 min		
4 min		
5 min		
6 min		
Lämpötilan muutos °C		

Jälkityöt (Viimeisen lämpötilan lukemisen jälkeen)

1. Pysäytä sekoittajan moottori ja nosta kansi jalustalleen.
2. Pyyhi lämpömittari ja sekoitussauva puhtaalla liinalla.
3. Nosta pommi pois ja irrota sytytysjohtimet.
4. Päästä paine HITAASTI pois pommista avaamalla VAROVASTI tyhjennysventtiili.
5. Pura pommi ja nosta pommin kansi jalustalleen.
6. Tutki onko näytteen palaminen ollut täydellistä.
7. Irrota sytytyslangan jäänteet elektrodeista.
8. Huuhdo näyteastia