



**Univerza v Mariboru**  
**Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo**



# **Navodila za vaje pri predmetu** **Varnost dela**

**Zorka Novak Pintarič**

**Maribor, 2005/2006**

## Varnost dela – 1. vaja

### Priprava varnostnega lista

#### Namen vaje:

Namen vaje je pripraviti varnostni list za določeno substanco v skladu z zakonodajnimi zahtevami. Varnostni list pripravimo po priloženem vzorcu in mora vsebovati vse točke, ki so navedene.

## VARNOSTNI LIST

---

### 1. Identifikacija snovi/pripravka in podatki o dobavitelju

#### 1.1. Identifikacija snovi ali pripravka

Ime snovi, sinonimi:

Trgovsko ime:

#### 1.2. Podatki o dobavitelju

---

### 2. Sestava s podatki o nevarnih sestavinah

Nevarne komponente zmesi:

Formula:

Vsebnost:

Indeks število:

EC število:

CAS število:

Oznaka nevarnosti:

Glavni R-stavki:

Glavni S-stavki:

---

### 3. Ugotovitve o nevarnih lastnostih

Oznaka nevarnosti

Posebna nevarnost za človeka in okolje

---

---

**4. Ukrepi za prvo pomoč**

Pri vdihavanju  
Pri stiku s kožo  
Pri stiku z očmi  
Pri zaužitju

---

---

**5. Ukrepi ob požaru**

Primerna gasilna sredstva  
Nepripravljena gasilna sredstva  
Posebne nevarnosti pri gorenju  
Druga navodila v primeru požara

---

---

**6. Ukrepi ob nezgodnih izpustih**

Osebni varnostni ukrepi  
Okoljevarstveni ukrepi  
Postopek čiščenja razlite snovi

---

---

**7. Ravnanje z nevarno snovjo in skladiščenje**

Ravnanje  
Skladiščenje

---

---

**8. Nadzor nad izpostavljenostjo ter varnost in zdravje pri delu**

Splošni varnostni in higienski ukrepi  
Maksimalno dovoljena koncentracija (v ml/m<sup>3</sup> in v mg/m<sup>3</sup>)  
Osebna varnostna oprema  
    Zaščita dihal  
    Zaščita oči  
    Zaščita rok  
    Zaščita kože

---

---

**9. Fizikalne in kemijske lastnosti**

Izgled (agregatno stanje in barva):

Vonj:

pH:

Vrelišče (°C):

Tališče (°C):

Parni tlak pri temperaturi °C (mbar):

Relativna gostota hlapov glede na zrak (zrak = 1):

Relativna gostota glede na vodo (voda = 1):

Topnost v vodi:

Plamenišče (°C):

Vnetišče (°C):

Spodnja eksplozijska meja (vol %):

Zgornja eksplozijska meja (vol %):

---

**10. Obstočnost in reaktivnost**

Stabilnost

Pogoji, ki se jim je treba izogniti

Nezdružljive snovi

Nevarnost polimerizacije (da ali ne)

Nevarni produkti razkroja

---

**11. Toksikološki podatki**

Akutna toksičnost (opis, LD50)

Kronična toksičnost

---

**12. Ekotoksikološki podatki**

---

**13. Odstranjevanje**

(Uradni list RS, št. 84/98 in 45/00)

---

---

#### 14. Transportni podatki

Cestni in železniški promet (ADR/RID)  
Pomorski promet (IMDG)  
Letalski promet (ICAO/IATA)

(UN številka, razred, podrazred, naziv za transport...)

---

---

#### 15. Zakonsko predpisani podatki/podatki o predpisih

88/379/EEC in Uradni list RS, št. 73/99

Vsebuje:

Simboli za nevarnost:

R-stavki (z besedilom):

S-stavki (z besedilom):

---

---

#### 16. Druge informacije

---

Viri:

- <http://www.cdc.gov/niosh/ipcs/icstart.html>
- <http://www.hazchem.freeuk.com/unsin.htm>
- Kühn, Birett, Merkblätter Gefährliche Arbeitsstoffe (5)
- Sax N.I., Dangerous Properties of Industrial Materials, Reinhold Publishing Corporation, New York, 1957.
- R.P. Pohanish, Sittig's Handbook of Toxic and Hazardous Chemicals and Carcinogens, William Andrew Publishing, New York, 2002.
- Uradni list Republike Slovenije, št. 73, 1999.

## Varnost dela – 2. vaja

### Določanje temperature plamenišča za solventno rafinirano bazno olje

#### Namen vaje:

Namen vaje je določiti temperaturo plamenišča danega vzorca in opredeliti izvedbo vaje z varnostnega vidika.

#### Osnove:

Temperatura plamenišča je najnižja temperatura, pri kateri se vnamejo hlapci nad vzorcem, če se jim približamo s plamenom. Po odstranitvi plamena se gorenje ustavi, ker vzorec še ni segret na tako visoko temperaturo, ki bi zagotavljala zadostno količino hlapov za vzdrževanje gorenja.

Metode za določanje temperature plamenišča so standardizirane z različnimi standardi, npr. ASTM, BS, ISO, DIN ipd. Pri nekaterih metodah je vzorec v zaprti posodi (closed cup) pri drugih v odprti posodi (open cup). Najbolj znana je družina aparatov Pensky-Martens.

#### Opis aparature:

Temperaturo plamenišča bomo določili z uporabo aparature po Marcussonu v odprti posodi. Aparatura je sestavljena iz grelne posode z električnim gretjem, ki je nameščena na trinožnem stojalu in napolnjena s peskom. Na grelno posodo je nameščeno držalo za keramični lonček, ki ga napolnimo z vzorcem. Aparaturo sestavlja tudi nosilec, v katerega vstavimo termometer ter gibljiva jeklena cevka, ki je priključena na dovod plina in služi kot vir plamenčka. Namesto nje bomo kot vir plamena uporabljali vžigalnik s podaljšano cevko.

Keramični lonček je označen z dvema črtama; do zgornje črne črte ga napolnimo z vzorci, ki imajo temperaturo plamenišča nižjo od 250 °C, do spodnje rdeče črte pa z vzorci, ki imajo temperaturo plamenišča višjo od 250 °C. Pri izvedbi vaje uporabljamo termometer z merilnim območjem od 40 °C do 260 °C.

V prostoru, kjer izvajamo merjenje temperature plamenišča, ne sme biti prepaha. Po možnosti naj bo prostor nekoliko zatemnjen, da lažje opazimo pojav plamena.

#### Izvedba vaje:

##### Priprava lončka:

Lonček dobro očistimo in sušimo v sušilniku pri 100 °C vsaj dve uri. Pred izvedbo meritve ga ohladimo.

##### Priprava vzorca:

Temperaturo plamenišča določamo vzorcem, ki še niso bili uporabljeni za nobeno drugo meritev. Vzorec mora biti čist in dobro premešan. Če vsebuje emulgirano vodo, moramo vodo odstraniti. Prav tako odstranimo sledi topila, s katerim smo čistili lonček.

#### Delo:

V lonček nalijemo vzorec do oznake. Pri tem pazimo, da ne omočimo stene nad oznako.

Lonček vstavimo v peščeno kopel. S previdnim obračanjem levo in desno ga potopimo v pesek, dokler rob ne nasede na nosilec. Nato ga pričvrstimo s privitjem posebnih ploščic. Pesek okrog lončka uravnamo tako, da bo vzorec v celoti v peščeni kopeli.

Termometer vstavimo v držalo in ga previdno potopimo do dna lončka. Nato ga dvignemo za približno 2 mm. Pričnemo s segrevanjem in vsako minuto zabeležimo temperaturo.

Ko je temperatura okoli 30 °C pod pričakovano temperaturo plamenišča, pričnemo s prehajanjem plamena vžigalnika preko lončka tik nad gladino vzorca. Prehod plamena ponovimo vsakič, ko temperatura naraste za 2 °C. Prehod plamena preko vzorca naj traja približno 1 s.

Ko dosežemo temperaturo plamenišča, zaslišimo ob prehodu plamenčka čez lonček rahel pok in opazimo majhen ogenj na gladini vzorca. Ogenj ugasne takoj, ko plamenček umaknemo. Prehod plamenčka nekajkrat ponovimo, nato prekinemo s segrevanjem in ugasnemo plin. Vključimo ventilator v digestoriju in počakamo, da se aparatura in vzorec ohladita.

**Meritve:**

Zapišite meritve čas – temperatura v tabeli.

Narišite diagram temperatura v odvisnosti od časa,  $T=f(t)$ , pri čemer je čas neodvisna spremenljivka ( $x$ ), temperatura odvisna spremenljivka ( $y$ ).

**Izračun:**

Izračunajte povprečno hitrost segrevanja v temperaturnih intervalih velikosti 20°C, npr. sobna temperatura do 40°C, 40°C do 60°C, 60°C do 80°C, 80°C do 100°C, 100°C do 120°C in tako naprej do konca meritev. Povprečno hitrost segrevanja izračunajte za vsak interval tako, da razliko temperatur delite z ustrezno razliko časov. Npr. v temperaturnem intervalu 80°C - 100°C je povprečna hitrost segrevanja:

$$\frac{100 - 80}{\Delta t_{80-100}} \left[ \frac{^{\circ}\text{C}}{\text{min}} \right]$$

kjer je  $\Delta t_{80-100}$  dolžina časovnega intervala (v min), v katerem temperatura naraste od 80 °C do 100 °C. Podobno izračunate hitrosti segrevanja za vse temperaturne intervale velikosti okoli 20 °C od sobne temperature do konca meritev.

**Rezultat:**

Navedite temperaturo plamenišča za vzorec; t.j. temperaturo, kjer ste prvič povsem očitno zaznali pok in ogenj na gladini vzorca.

**Opažanja:**

1. Opišite lokacijo izvedbe eksperimenta.
2. Opišite namestitev, oddaljenost in vrsto najbližjega gasilnega aparata.
3. Definirajte možne nevarnosti pri izvedbi vaje.
4. Opišite uporabljena zaščitna sredstva in druge ukrepe za varno izvedbo vaje.

**Poročilo o opravljeni vaji:**

Skupno poročilo o opravljeni vaji pripravi skupina treh študentov in ga odda najkasneje 1 teden po opravljeni vaji.

## Varnost dela – 3. vaja

### Sežigni test

Vaja je sestavljena iz dveh delov. V prvem delu preskušamo gorljivost referenčnih substanc pri sobni temperaturi. Drugi del vaje pa zajema test o hitrosti gorenja teh substanc.

#### Namen vaje:

Je preizkušanje vnetljivosti in gorljivosti substanc po naslednjih kriterijih:

- ali lahko produkt sploh zagori?
- se lahko ogenj razširi?
- poteka reakcija s plamenom ali brez?
- kakšna je hitrost gorenja?

### 1.1 Gorljivost pri sobni temperaturi

#### 1.1.1 Oprema za oba dela vaje

- Električno ogrevalna nitka iz platine do 1000 °C
- Toplotno odporna plošča
- Podpora
- Specialna posoda za vzorec
- Posoda za vzorec
- Štoparica
- Ravnilo
- Žličke

#### 1.1.2 Substance

##### Standardne substance

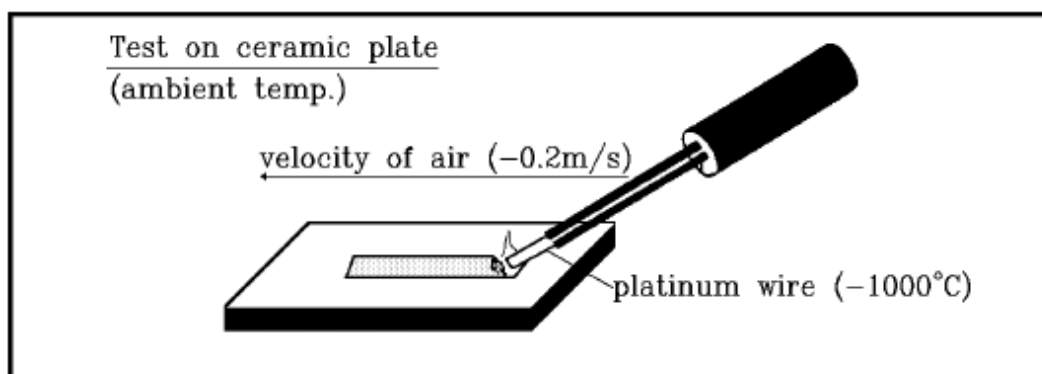
- Natrijev klorid
- Vinska kislina
- D + Laktoza
- 4-Amino-5-hidroksi-2,7-naftalen dižveplova kislina
- Žveplo

##### Nestandardne substance

- Dekstrin
- Cis-1,2,3,6 tetrahidroftalni anhidrid
- 2-diazo -1-naftol-4-anhidrid žveplove kisline



### 1.1.3 Skica



Slika1: Gorljivost pri sobni temperaturi

### 1.1.4 Postopek: Gorljivost pri sobni temperaturi

- Nasipajte testni material na keramično ploščo v obliki traku, ki naj bo dolg približno 2 cm in širok 1 cm.
- Prižgite napravo in nastavite z nastavljamim gumbom tok na 0,6 A. Ta tok bo približno enak toku 30 A skozi platinasto žičko.
- Vstavite žarečo platinasto nitko za 5 sekund v testni material na enem koncu traku. Ne segrevajte materiala do konca, ampak samo 5 sekund!
- Standardne substance uvrstite v ustrezne razrede gorenja in opišite svoja opažanja.

Obnašanje med gorenjem je ocenjeno ustrezno s potekom reakcije. Ocenitev gorljivosti je klasificirana sledeče:

Tabela 1: Rezultati gorenja

		razred gorenja
ni gorenja	ni širjenja ognja	1
kratko gorenje, viden dim		2
lokalno gorenje ali plamen brez širjenja ognja		3
žarenje z iskrami ali počasno razpadanje s plamenom	razširitev ognja	4
Gorenje z vidnimi mehurčki ali počasno tiho gorenje s plamenom		5

- Postopek ponovite še z dvema nestandardnima substancama iz točke 1.1.2 in ju uvrstite v ustrezna razreda gorenja iz zgornje tabele.

## 1.2 Hitrost gorenja

Razred gorenja v tabeli 1 karakterizira miren vžig produkta plus pojav in razširitev plamena, ampak ni podatka o tem, kako hitro se ogenj razširi. S tem se ukvarja ta test.

### 1.2.1 Skica

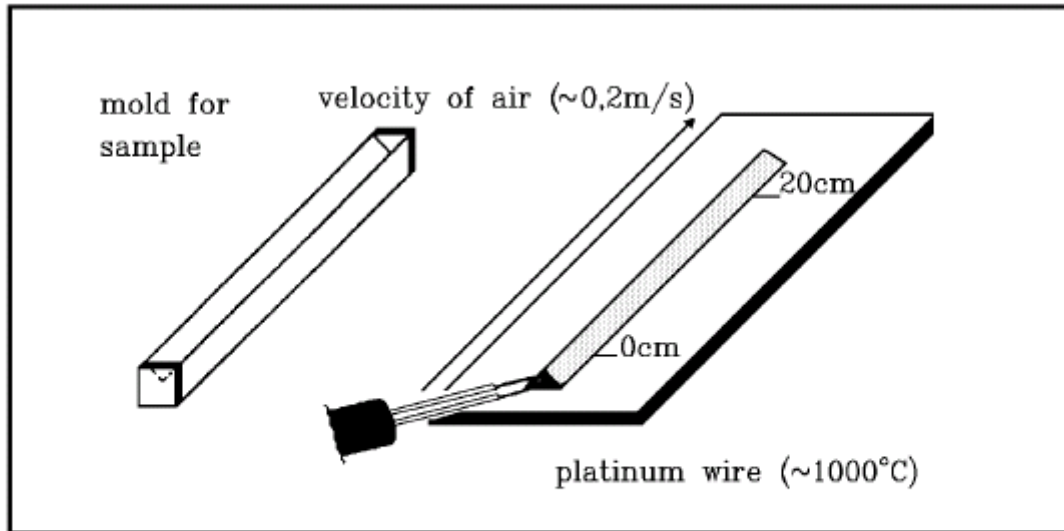


Figure 3: Burning rate test

### 1.2.2 Postopek: Hitrost gorenja

- Delamo z eno substanco iz 4. ali 5. razreda gorenja. Premislite, zakaj ne delamo s substancami iz nižjih razredov gorenja.
- S pomočjo specialnega kalupa nasipamo na negorljivo podlago material v obliki 25 cm dolge črte.
- Ta trak s pomočjo platinaste goreče žice na enem koncu prižgemo.
- S štoparico merimo čas, ki je potreben, da zgore 20 cm traku. Pazite, da začnete meriti čas šele, ko je zgorelo 3 cm traku.
- Produkt je klasificiran kot hitro vnetljiv z visoko hitrostjo gorenja, če je potrebno manj kot 90 sekund, da trak materiala zgore.

### Poročilo o opravljeni vaji

Skupno poročilo o opravljeni vaji pripravi skupina treh študentov in ga odda najkasneje 1 teden po opravljeni vaji.

Poročilo vsebuje namen vaje, opis eksperimentalnega dela in rezultate, ki jih podate v naslednjih tabelah:

Tabela 2: Primer podajanja rezultatov za gorljivost snovi

standardne substance	razred gorenja	Opažanja
NaCl	1	

Tabela 3: Primer podajanja rezultatov za hitrost gorenja

standardne substance	Visoka hitrost gorenja
NaCl	Ne

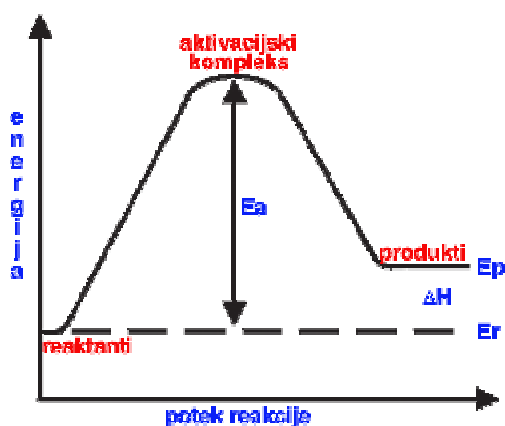
Podajte čas, v katerem je zgorel 20 cm trak izbrane snovi.

## Varnost dela – 4. vaja

### Termični razpad snovi

Večina produktov postane nestabilna pri temperaturah višjih od določene vrednosti. Pri tem pride do kemijskega razpada produkta, ki je lahko eksotermen ali endotermen. Pri endotermni reakciji se toplota porablja, zato je energija produktov večja kot energija reaktantov oz. sprememba entalpije je pozitivna ( $\Delta H > 0$ ). Iz varnostnega vidika so eksotermne dekompozicije veliko nevarnejše od endotermnih, zato se bomo pri izvedbi eksperimentalnega dela omejili na endotermni razpad.

Pri endotermni dekompoziciji hidratov in hidroksidov se izloči voda in govorimo o dehidraciji, ki je analogna izparevanju. Pri dekompoziciji karbonatov se izloči  $\text{CO}_2$ .



#### 2.1 Namen vaje

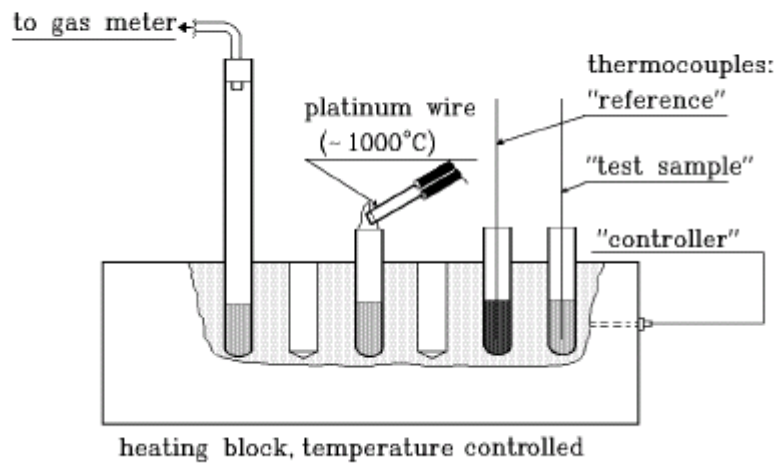
- Ugotavljanje temperature, pri kateri pride do termičnega razpada testnih substanc
- Ugotavljanje vpliva materiala, iz katerega je embalaža ali procesna oprema, na razpad testne substance.

Za referenčno substanco si izberemo grafit, ker ima stabilno strukturo in prenese velike temperature.

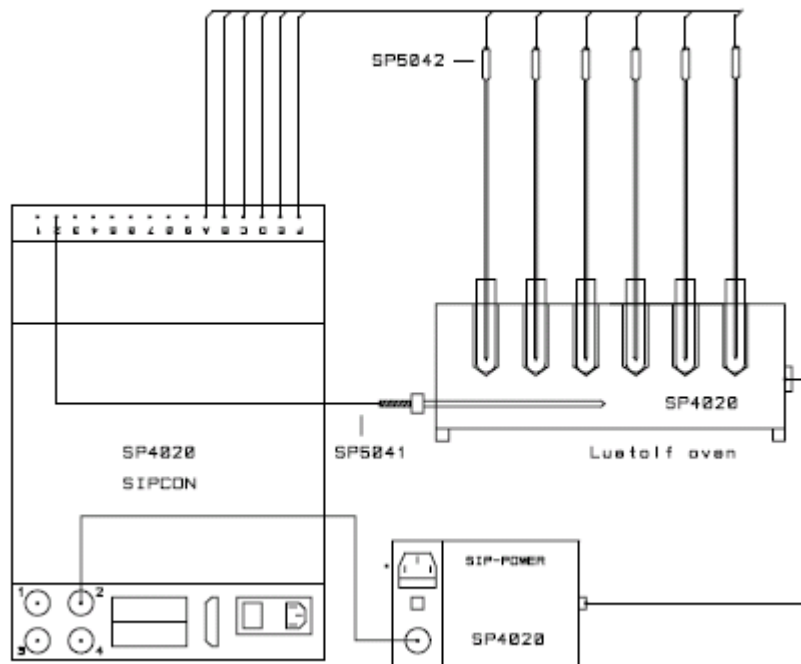
#### 2.2 Oprema

- Električni grelnik z luknjami za testne epruvete (Lütolfova pečica)
- Regulator za temperaturo (SIPCON)
- Kovinski armirani železni termočlen v stekleni cevki, ki je s tem zaščiten pred korozijo
- Računalnik in miška
- Tehnica
- Testne epruvete
- Posodice za tehtanje
- Disketa, ki jo prinesete seboj

### 2.3 Slika aparature



Slika 2.1: Pečica po Lütolfu



Slika 2.2: Pečica po Lütolfu povezana z regulacijskim sistemom SIPCON

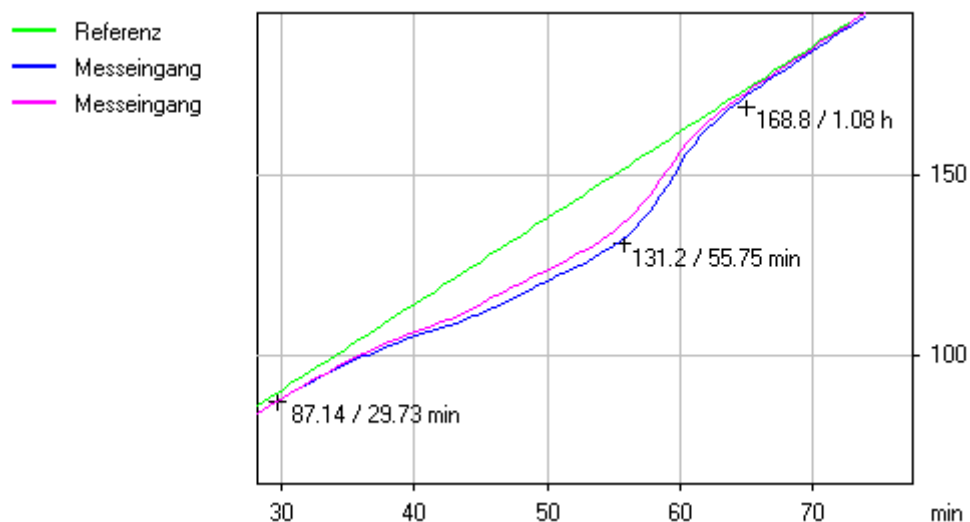
## 2.4 Uporabljene substance

- Grafit - referenčna substanca, ki služi za primerjavo
- Pralni prašek – preiskovana substanca
- Sredstvo za odstranjevanje madežev – preiskovana substanca
- Železo v prahu – material, ki ga vsebuje procesna oprema in vpliva na temperaturo dekompozicije

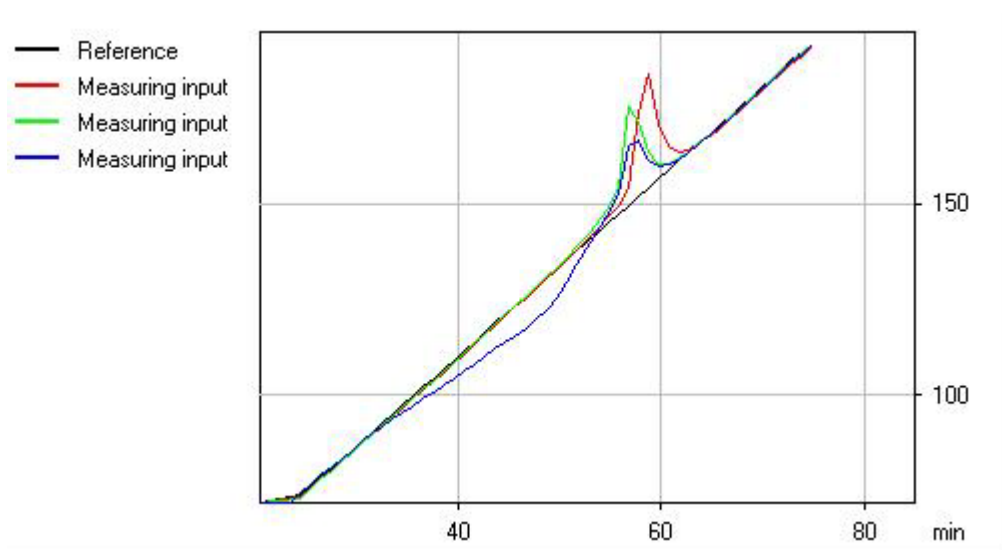
## 2.5 Postopek:

### 2.5.1 Priprava aparature in vzorcev

- V prvo epruveto dajte približno 1 cm referenčne substance, t.j. grafita in jo postavite v hladno peč. V nadaljnje epruvete dajte po 2 g ustrezne testne substance po navodilih asistenta.
- V vsako od epruvet vstavite termočlen. Termočlen je v stekleni cevki in je tako zaščiten pred korozijo. V epruveto naj bo vstavljen tako, da je merilna konica oddaljena enako od obeh strani epruvete, t.j. na sredini.
- Povežite aparature med seboj, kot kaže slika 2.2. Na regulatorju za temperaturo so mesta 1 do 4 rezervirana za kontrolni člen (C), mesto 5 za referenčni člen (R), ostala mesta pa so za merilni člen (M).
- Endotermnost se kaže v tem, da temperaturna krivulja testne substance ne preseže krivulje referenčnega materiala, kot prikazuje slika 2.3. Pri eksotermnem razpadu temperaturna krivulja testne substance preseže krivuljo referenčnega materiala (slika 2.4).



Slika 2.3: Endotermni razpad

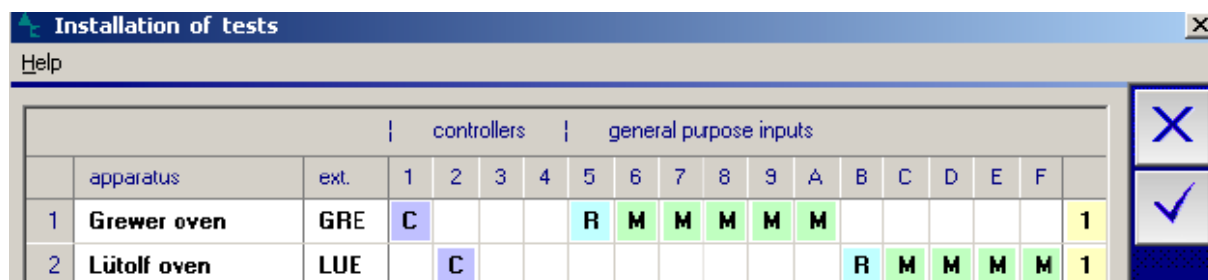


Slika 2.4: Eksotermni razpad

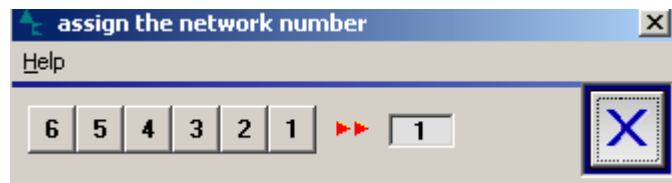
### 2.5.2 Nastavitev programa Sipcon

- a. Zaženite bližnjico na namizju (Sipcon)
- b. Kliknite na ikono Tools, izberite Sistem Installation ter ustrezno izpolnite polja. To pomeni, da črke vpišete tako, kot ste povezali merilne člene z regulatorjem temperature:
  - C za regulator temperature (izberete eno mesto od 1 do 4)
  - R za referenčno substanco grafit (mesto 5)
  - M za oba vzorca (izberete dve mesti od 6 do 9)

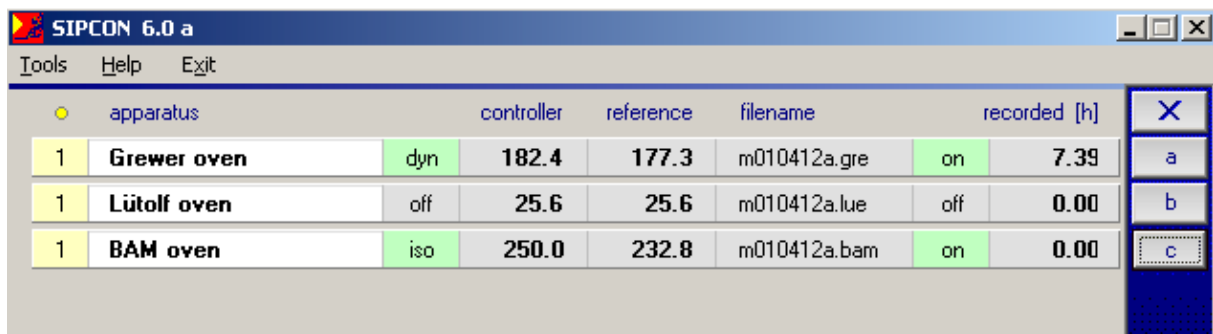
Vsak ukaz potrdite s kljukico. Primer je prikazan na spodnji sliki pod številko 2.



- c. Ponovno kliknete ikono Tools in izberete Assign number ter izberete številko 1, tako kot kaže spodnja slika. Število 1 pomeni, da smo povezani z zelenim regulatorjem za temperaturo (SIPCON).



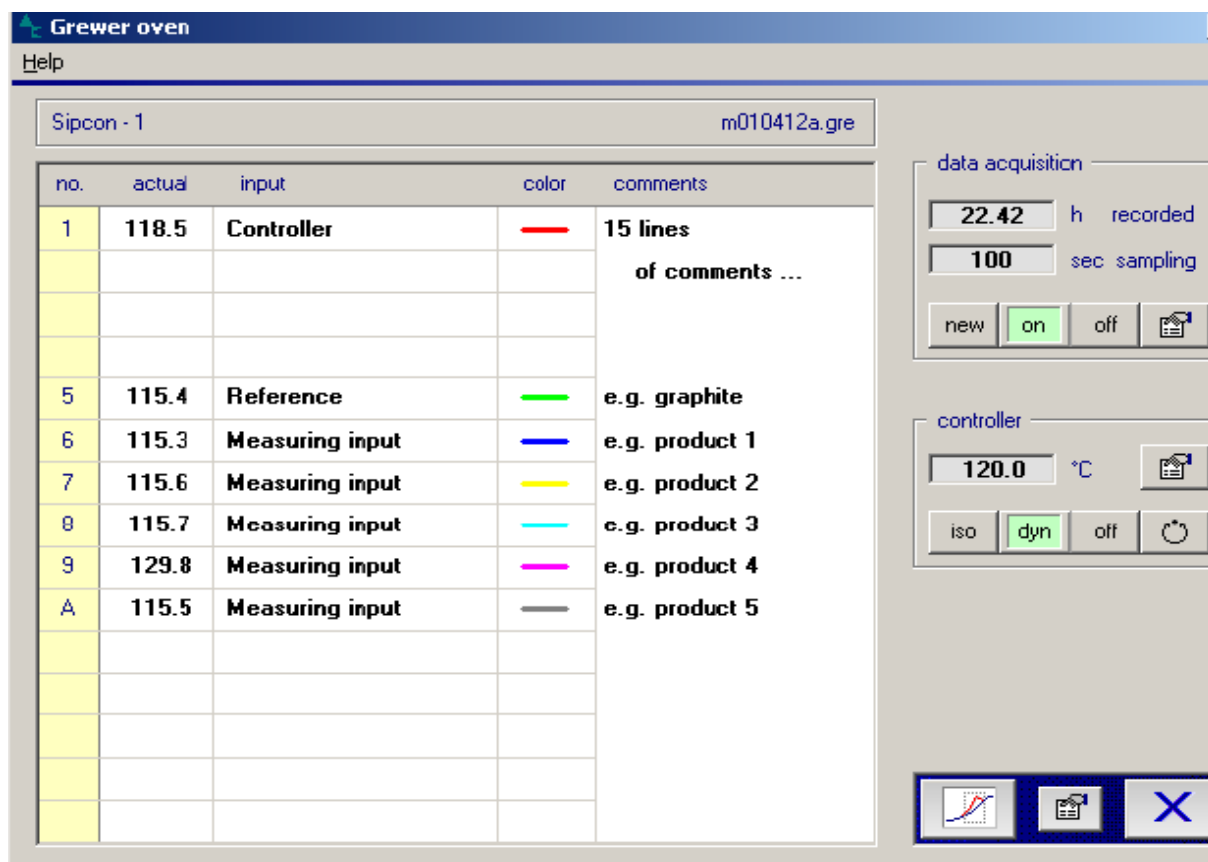
- d. Zdaj kliknite na črko a, da se vam odpre novi meni, ki ga prikazuje spodnja slika. V našem primeru bo navedena samo ena vrstica, ker imamo priključeno samo eno peč (peč po Lütolfu)



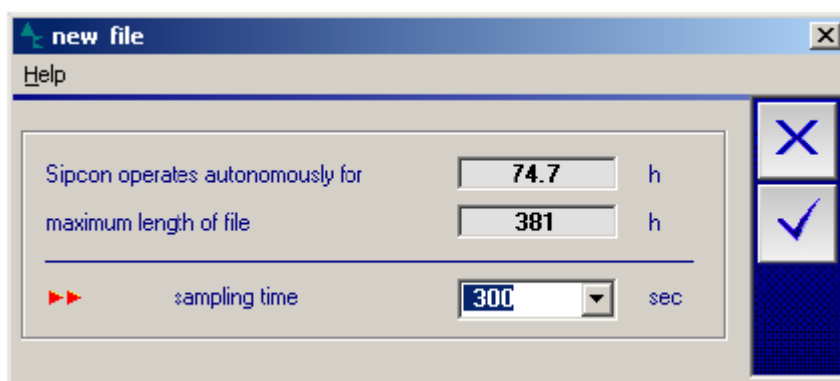
	apparatus	controller	reference	filename	recorded [h]			
1	<b>Grewer oven</b>	dyn	182.4	177.3	m010412a.gre	on	7.39	a
1	<b>Lütolf oven</b>	off	25.6	25.6	m010412a.lue	off	0.00	b
1	<b>BAM oven</b>	iso	250.0	232.8	m010412a.bam	on	0.00	c



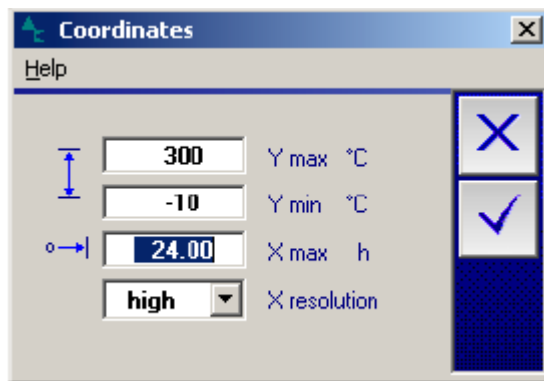
- e. Tukaj lahko nastavite barvo črte, lahko pripišete komentar in nastavite ostale parametre tako, da kliknete na oznako, kjer je narisana roka. Najboljše je, da barvo za kontrolni člen spremenite na brezbarvno in to tako, da kliknete na samo črto in izberete brez barve.



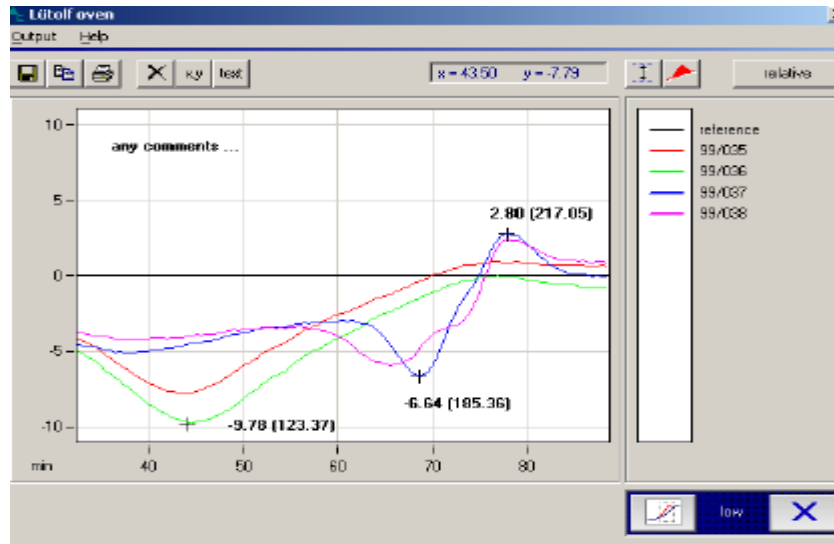
- f. V naslednjem koraku izberete ukaz new in nastavite čas med dvema zaporednima meritvama - sampling time na 60 s. Ostali parametri naj ostanejo nespremenjeni. Primer je prikazan na sliki.



- g. Nato vstavimo podatke za controller tako, da kliknemo na rokico in nastavimo končno vrednost final value na 200 °C in hitrost segrevanja na 2,4 °C/min. Nastavimo še koordinate za risanje grafa tako, da kliknemo spet rokico spodaj, kjer je označen graf. Maksimalno temperaturo nastavimo na 250 °C in maksimalni čas na 2 h ter kliknemo kljukico. Ostalih parametrov ne spreminjamo.



- h. Za začetek segrevanja kliknemo na ikono dyn in zatem na ikono on. Oznaka dyn nam pove, da gre za dinamični test, oznaka on pa označuje začetek eksperimenta. Ostali parametri ostanejo nespremenjeni.
- i. Potek eksperimenta zasledujemo tako, da spremljamo graf, ki ga dobimo s klikom na ikono graf. Posamezne dele grafa lahko povečamo, tako da jih označimo in kliknemo ikono z lupo. V povečanem merilu je možno spremljati absolutne vrednosti časa in temperature vseh vzorcev in referenčne substance, pa tudi odstopanja temperature vzorcev od temperature referenčne substance bodisi pri danem času ali pri dani temperaturi. Eksperiment lahko spremljamo tudi tako, da spremljamo trenutne izmerjene temperature, ki jih dobimo, če pritisnemo tipko X spodaj desno. Pojavi se nam slika, kot je prikazana v točki e), na kateri so izmerjene temperature vidne v drugem stolpcu z imenom actual.
- j. Ko je dosežena končna vrednost temperature (final value), zaključimo eksperiment s klikom na tipki off v območju »controller« in »data acquisition«.
- k. V oknu povečanih grafov (kot je opisano v točki i) lahko po končanem eksperimentu prenesemo graf v Wordov dokument in od tod na disketo. Graf najprej opremimo s komentarji in pomembnimi točkami, ki jih vnesemo z uporabo ikone xy. Pri tem se z miško postavimo na točko, katere podatke želimo in dvakrat kliknemo miško. Ko je graf pripravljen za prenos, kliknemo ikono drugo po vrsti od leve proti desni (copy to clipboard), kot kaže naslednja slika. Odpremo Wordovo datoteko in prenesemo graf z ukazom paste (ctrl v).



### Poročilo o opravljeni vaji

Skupno poročilo o opravljeni vaji pripravi skupina treh študentov in ga odda najkasneje 1 teden po opravljeni vaji. Poročilo vsebuje namen vaje, opis eksperimentalnega dela, priložen diagram in rezultate, v katerih

- primerjate diagram segrevanja grafita in vzorcev testnih substanc,
- navedete temperaturni in časovni interval dekompozicije,
- razložite morebitna pozitivna ali negativna odstopanja testnih substanc od grafita.