

KAJ JE GORENJE?

Gorenje je eksoterma kemijska reakcija med gorljivo snovjo in oksidantom. Gorljiva snov mora biti segreta na temperaturo samovžiga. Začetek gorenja je zunanji vir vžiga ali spontani vžig. Sprošča se toplota.

KAJ JE EKSPLOZIJA?

Eksplozija je hitro sproščanje plina z visokim pritiskom v okolico. Ne gori o izvoru ali mehanizma, ki povzroča nastanek visokega pritiska plina.

POŽARNA PREVENTIVA?

Identifikacija nevarnosti:

- **ANALIZA TVEGANJA**

Produkt verjetnosti in posledic

- **UVEDBA PREVENTIVNIH UKREPOV**

1. **Organizacijski ukrepi** (Vprašamo se zakaj bi lahko prišlo do požara? Do požara pride predvsem zaradi malomarnosti (ni vzdrževanja).
2. **Načrt evakuacije**
3. **Požarni načrt**
4. **Izobraževanje uporabnikov objekta**

POŽARNA ZAŠČITA?

- **GRADBENO –TEHNIČNI POŽARNOVARSTVENI UKREPI**

1. Ognjenoodporni materiali, zaščita odprtin v stenah, tleh in stropih, vodotesnost stropa in ločitev požarnih sektorjev, sosednjih objektov in prostorov
2. Ustrezna preskrba z električno energijo
3. Prenosne naprave in oprema za gašenje (ročni gasilniki, CO2)

- **AKTIVNI POŽARNOVARSTVENI UKREPI**

1. sistemi in naprave za odkrivanje in javljanje (dimni detektorji, alaminiranje)
2. avtomatski sistemi za gašenje
3. sistemi za preprečevanje širjenja dima

HUJŠA NEZGODA?

Požar štejemo med hujše nezgode. Med hujše nezgode štejemo:

- požare
- eksplozije
- emisije toksičnih snovi

to so posledica nekontroliranih dogodkov v proizvodnem procesu v katerem se uporabljajo nevarne snovi in predstavljajo resno NEVARNOST za ljudi. Ljudi v proizvodnji ter okolici in OKOLJU.

NAŠTETE POSLEDICE HUJŠE NEZGODE?

- Žrtve
- Materialna škoda
- Prekinitev proizvodnje
- Negativni vplivi na okolje
- Ogrožen dobiček v prihodnosti

KATERE NEVARNOSTI GROZIJO LJUDEM V POŽARU in KAKŠNE SO POSLEDICE?

NEVARNOSTI	POSLEDICE
Ogenj in toplotna radiacija	Opekline
CO, toksični plin, pomanjkanje kisika, visoke koncentracije CO ₂ , dim	Zadušitev, zastrupitev
Porušitev objekta	Poškodbe, smrt

OPIŠITE TRIKOTNIK GORENJA?

Gorivo in oksidant se morata skupaj zmešati (spodnja in zgornja meja). Vir vžiga je meja, da pride do gorenja. Ogenj, ki gori daje toploto oksidantu in gorivu.

NAŠTEJTE OKSIDANTE?

- **KISIK** – zrak vsebuje 21vol % O₂

Lahko nastane pri razpadu oksidantov npr. K₂MnO₄, NaNO₃, KClO₃, H₂O₂

Lahko je vgrajen že v spojino npr. etilenoksid

- **KLOR, BROM**

Natrij v kloru in bromu, K v bromu

- **REDKE SNOVI GORIJO V ATMOSFERI CO₂, DUŠIK**

Npr. Mg, Ti, Zr v CO₂ in dušiku

NAŠTEJTE GORIVA?

- **PO AGREGATNEM STANJU**

Plinasta, trdna, tekoča (pri požarih gre največkrat za trdne snovi)

Produkt vodika je voda in produkt ogljika je CO₂

- **PO KEMIJSKI ZGRADBI**

1. **ORGANSKE SNOVI** (sestavljajo jih pretežno atomi: C, H, N, S, P)

Ogljikovodiki, zemeljski plin, nafta, derivati, premog, naravni in sintetični polimeri

2. **KOVINE** – večina jih gori, če so v obliki prahu, nekatere celo eksplozivno gorljive kovine se hitro vžgejo, če so v prahu ali tanki plasti Li, Na, K, Mg, Ca, Ti, Zn, Zr

3. **NEKOVINE** – vodik, fosfor, ogljik

NAŠTEJTE VIRE VŽIGA PO OBLIKI?

- **ODPRTI PLAMEN**

Varjenje, rezanje, plinski gorilniki, peči, širjenje požara iz soseščine, cigarete, vžigalice

- **ISKRE**

Okvare na električnih kablilih in napravah, statična elektrika (pride pri obdelavi plastičnih mas), strela, iskre mehanskega izvora (trenje), iskre kemijskega izvora (saje v dimniku)

- **VROČA TELESA – VISOKA TEMPERATURA**, ki povzroča, da so gorljive zmesi nad tem. Samovžiga

Zunanji viri toplote, električna grelna telesa, boljeri, radiatorji, ogrevalni sistemi, vroče, oljne in peščene kopeli

Nezadostno hlajenje pri eksoternih procesih reakcije higroskopskih snovi v vodo

NAŠTEJTE VIRE VŽIGA PO VRSTI ENERGIJE?

- **KEMIJSKE**

Toplota zgorevanja, spontano segrevanje (eks. reakcija), eksotermni razkroj, raztapljanje

- **ELEKTRIČNI**

Uporovno in dielektrično ogrevanje, visokonapetostni kabli, oblok, statična električna, strela

- **MEHANSKI**

Trenje(toplota, iskre), komprimiranje plinov

- **JEDRSKI**

OD ČESA JE ODVIŠEN POTEK GORENJA?

Je odvisen od številnih dejavnikov:

- **LASTNOSTI MATERIALA**

Kemijske lastnosti, agregatno stanje, fizično stanje, površina, vlažnost

- **POGOJI V OKOLJU**

Prostorska razporeditev goriva, velikost prostora, stenske talne obloge, stropi, prezračevanje in odvod toplote

- **ŠIRJENJE PLAMENA**

Gorljivost materiala

KAJ JE SPODNJA MEJA VNETLJIVOST?

SMV – je najnižja koncentracija hlapov v zraku, pod katero se plamen v prisotnosti vira vžiga ne širi.

KAJ JE ZGORNJA MEJA VNETLJIVOSTI?

ZMV – je najvišja koncentracija hlapov v zraku, nad katero se plameni ne širijo. Za večino snovi sta podobni tudi meji eksplozivnosti SME in ZME, ki ju težje zanesljivo določimo.

KAJ JE TEMPERATURA SPONTANEGA VŽIGA?

Je najnižja temperatura, pri kateri nastopi vžig pod predpisanimi preskusnimi pogoji brez zunanega vira vžiga. (snov se segreje, zaradi poteka eksotermne reakcije – samosegrevanja).

KAJ JE TEMPERATURA PLEMENIŠČA?

Je najnižja temperatura na katero mora biti snov segreta, da se izločeni hlapi pod predpisanimi pogoji ob prisotnosti plamena hipno vžgejo (gorenje poneha, ko zunanji vir odstranimo).

KAJ VPLIVA NA SMV, ZMV (RAZLAGA)?

Odvisne od:

- **koncentracije kisika ali inertnih plinov** (nižja koncentracija kisika, področje vnetljivosti se oži - izrazit vpliv na ZMV; manjši na SMV, pomembna je vrsta inertnega plina – različne toplotne kapacitete, ob dodatku halonov- še kemijska inhibicija)
- **temperature**
- **tlaka** (vpliv tlaka na spremembo ZME zemeljskega plina pri 28°C)
- **energije vira vžiga**

RAZLOŽITE RAZLIKO MED TOPLOTO DOVEDENO PRI V=KONSTANTEN IN ENTALPIJO?

- **VOLUMEN** - Če je V konstanten, sistem ne opravlja dela. Specifična toplota je potrebna, da se 1g segreje za 1°C pri konstantni temperaturi. Sprememba notranje energije je enaka sproščeni oziroma porabljeni toploti.

- ENTALPIJA – je odvisna od začetnega in končnega stanja. Sprememba toplote, je toplota pri konstantnem tlaku in notranje toplote ne moremo imeti direktno. Entalpija bo enaka notranji energiji takrat, kadar ni velike spremembe prostornine (trda snov v trdo snov).

RAZLOŽITE RAZLIKO MED ENTALPIJO IN PROSTO ENTALPIJO?

- ENTROPIJA – je merilo za stopnjo nereda.

Nered in entropija naraščata

- s številom delcev
- s temperaturo, ker se pri višji T gradniki gibljejo hitreje
- če nastane iz trdne tekoča oziroma iz tekoče plinasta snov
- če pri plinski reakciji nastane več molekul

entropija idealnega kristala katerokoli snovi pri 0K je nič!

- PROSTA ENTALPIJA

Uporabno merilo za oceno smeri, nekega procesa.

Proces poteka spontano, spontano poteka obratni proces, je ravnotežno stanje.

Entalpija je toplota, ki jo dovedemo pri konstantnem tlaku.

$G = \Delta H - T \cdot \Delta S$

KAKO SE SPREMINJA ENTALPIJA MED GORENJEM OGLJIKOVODIKOV?

Pri gorenju v kisiku- zelo visoke temperature, kemijsko ravnotežje.

Gorenje vodika: $2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}(\text{g})$

Pri normalnih zgorevalni temperaturi vodika nastaja voda. Pri zelo visokih temperaturah (nad 3000K) del vode razpade, nastajata vodik in kisik, poteka obratna reakcija, ki je endotermna.

KAKO JE DEFINIRANA PROSTA ENTALPIJA, KAJ LAHKO SKLEPAMO IZ NJENE VREDNOSTI?

ENTALPIJA – je odvisna od začetnega in končnega stanja. Sprememba toplote, je toplota pri konstantnem tlaku in notranje toplote ne moremo imeti direktno. Entalpija bo enaka notranji energiji takrat, kadar ni velike spremembe prostornine (trda snov v trdo snov).

Notranja energija sistema se manjša, zato gre za eksotermne procese.

KAKO LAHKO UPORABIMO TEMPERATURO PLAMENA?

Temperaturo plamena potrebujemo za izračun:

- hitrosti gorenja
- hitrosti širjenja plamena
- vžiga gorljivih snovi v okolici
- oceno SMV
- škode na izpostavljenih stvareh
- odziva termičnih javljslniku požara
- odziva avtomatskih sprinklerskih sistemov

toplota, ki nastaja pri gorenju: $Q(\text{g}) = m_{\text{zraka}} \cdot \Delta H = m_{\text{O}_2} \cdot \Delta H$

izračun temelji na porabi kisika.

KAKO IZRAČUNAMO HITROST SPROŠČANJA TOPLOTE, KATERA ENAČBA SE UPORABLJA PRI PRESKUSNIH MATERJALOV? ZAKAJ JE TO ZELO POMEMBNA VELIČINA?

Najpomembnejše merilo za potek gorenja. Podatek se rabi pri izračunih v inženirskih metodah za oceno višine plamena, verjetnosti požarnega preskoka v prostoru in maksimalnih temperatur v prostoru.

Enačba:

PO KATERI MEHANIZMIH POTEKA PRENOS TOPLOTE? V KATERI FAZI POŽARA SO POMEMBNI MEHANIZMI?

Mehanizmi:

- PREVAJANJE (KONDUKCIJA) je prenos toplote skozi trdo snov (zid, stena) in za prevajanje rabimo trdo snov ali tekočo snov.
- PRSTOP (KONVEKCIJA) je potek z mešanjem snovi (radiator) plinaste ali tekoča snov.
- SEVANJE (RADIACIJA) je prenos toplote z elektromagnetnim valovanjem. Ne rabimo nekega media. V vakumu prevajanja ni, sevanje pa je. Infrardeče sevanje barva je pokazatelj temperature.

POŽAR – prevajanje je najbolj intenzivno pri nizki temperaturi. Konvekcija je pomembna pri prenosu požara pri temperaturi okrog 100°C (srednji temperaturi). Sevanje je pri višji temperaturi najbolj pomembno.

RAZLOŽITE MEHANIZEM GORENJA VODIKA IN METANA V PLINASTI FAZI?

VODIK – $2\text{H}_2 + \text{O}_2 - \text{H}_2\text{O}$

Dejansko potekajo reakcije med radikali, prostimi atomi in molekulami. Od poteka reakcije je odvisno od, če zmes gori ali eksplodira. Pomembno je odvajanje sproščene toplote in potek radikalskih reakcij

VERIGE

METAN – koncentracija radikalov je stalno visoka, ker sproti nastajata. Hitrost oksidacije metana je sorazmerna koncentraciji prostih atomov in radikalov. Koncentracija prostih atomov in radikalov je odvisna od začetne reakcije in zaključka verižnih reakcij.

Prosti vodikov atom je najpomembnejši reaktivni delec, ker koncentracija radikalov zelo naraste, če intenzivno poteka reakcija razvejanja verige. Prosti kisikov atom sodeluje pri nastanku novih radikalov. Inhibicija oksidacije v plinasti fazi – delci, ki reagirajo s prostim vodikom in tvorijo manj reaktivne radikale in molekule (HBr in HCl v plamenih).

RAZLOŽITE POMEN PROSTIH VODIKOVIH ATOMOV ZA POTEK GORENJA?

Kemijska reakcija v plinasti fazi poteka zaradi trkov prostih atomov in prostih radikalov. Radikali so visoko reaktivni fragmenti molekul (v plamenu). So delci z neparnim številom valenčnih elektronov.

V plamenu nastajajo radikali. Radikali so prosti delci, so nestabilni in so zelo reaktivni.

Kako nastane

Iz molekule vodika nastaneta 2 molekule vodika.

RAZLOŽITE KAKO SNOVI, KI VSEBUJEJO HALOGENE, ZAVIRAJO GORENJE?

Haloni so halogenirani vodiki. Na vodik so vezani brom, fluor, klor, ki so uspešna gasila.

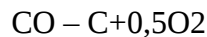
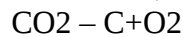
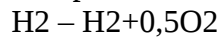
ZAKAJ LAHKO NASTANE PRI GORENJU METANA CO IN METANOL KLJUB ZADOSTNI KOLIČINI KISIKA?

Metanal in CO vedno intermediata pri gorenju metana. Metanal nastane iz metila. CO nastane iz metanala. CO₂ nastane le iz CO

CO in metanal sta lahko prisotna med produkti gorenja. Kljub pribitku kisika, če se plamen ohladi, preden se oksidirata.

KATERE KEMIJSKE REAKCIJE NE UPOŠTEVAMO PRI IZRAČUNU ADIABATNE TEMPERATURE PLAMENA? NAPIŠITE NEKAJ REAKCIJ? KAKO VPLIVAJO NA IZRAČUN?

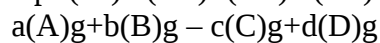
Ne upoštevamo razpad vode in CO₂.



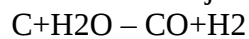
Pri rezultatu ne dobimo prave temperature, ampak jo izračunamo. Pri pravi temperaturi plamena, ki ga izmerimo pa pride do izgub.

KAKO JE DEFINIRANA RAVNOTEŽNA KONSTANTA K_p ZA SPLOŠNO REAKCIJO? OD ČESA JE K_p ODVISEN?

$$K_p = (P_c)^c \cdot (P_D)^d / (P_A)^a \cdot (P_B)^b$$



konstanta kemijskega ravnotežja je odvisna od temperature. K_p se ne spremeni.



Pri 25°C se ne bo nič zgodilo, pri 1100K pa je konstanta K_p je 10

K_p je odvisen od množine snovi, tlaka, prostornine, temperature.

KAKO VPLIVA NA RAVNOTEŽJE ZUNANJA SPREMEMBA (MNOŽINA SNOVI, TLAK, PROSTORNINA, TEMPERATURA)?

Vpliv zunanje spremembe na kemijsko ravnotežje ocenimo kvalitativno. Sistem se odzove tako, da absorbira vpliv spremembe (poskuša uničiti).

MNOŽINA SNOVI – sprememba množine reaktantov ali produktov. K_p se ne spremeni.

Povečanje ene koncentracije – spremembe vseh koncentracij in potek reakcije v določeno smer, da se ponovno vzpostavi ravnotežje.

Povečanje reaktantov – nastane več produktov

Povečanje produktov – produkti razpadejo, reaktanti se povečajo

Zmanjšanje produktov – zmanjšanje reaktantov zreagirajo

TLAK IN PROSTORNINA – če bomo povečali tlak ali prostornino bo nastalo manj snovi.

K_p se ne spremeni.

Povečanje tlaka (zmanjšanje prostornine) – več produktov

Zmanjšanje tlaka (povečanje prostornine) – več reaktantov

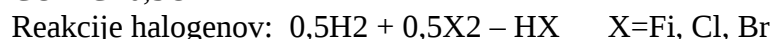
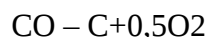
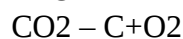
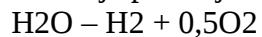
SPLOŠNO- če se prostornina ravnotežne zmesi zmanjša, reakcija poteče v smer nastanka več je množine plinov.

TEMPERATURA – pri tej reakciji se toplota sprošča. Reakcija poteče pri nizki temperaturi

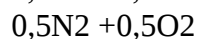
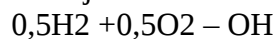
KATERE RAVNOTEŽNE REAKCIJE SO POMEMBNE PRI VIŠJIH TEMPERATURAH V PLAMENU?

Pri visokih temperaturi plamena poteka disociacija molekul H₂O, CO₂, CO, O₂ in H₂.

Reakcije potekajo med prostimi atomi. Kemijsko ravnotežje nam pove, kako razpade.



Nastajata OH in NO



Vse snovi so v plinastem stanju.

NAŠTEJTE IN RAZLOŽITE RAZLIKE MED PREDHODNO PREMEŠANIM PLAMENOM IN DIFUZIJSKEM PLAMENOM?

- PREDHODNO PREMEŠAN PLAMEN
 - v gorilnikih najprej mešanje, potem gorenje – ločeni coni
 - hitrost gorenja je odvisna od hitrosti kemijske reakcije.
 - v predhodno premešanem plamenu potekajo 3 reakcije:
 1. CONA PRED GRETJA – temperatura vnetljive zmesi se od začetne temperature dvigne do temperature vžiga. Temperatura vžiga je temperatura , pri kateri se zmes vname in je značilna za posamezni gorljiv plin.
 2. REAKCIJSKA CONA – temperatura naraste od temperature vžiga do končne temperature plamena. V tej coni poteka večina zgorevanja-verižna reakcija radikalov in je vidni del plamena.
 3. CONA OB PLAMENU – vsebuje končne produkte gorenja. Visoka temperatura plinov z oddaljenostjo pada.
- DIFUZIJSKI PLAMEN (prevladuje v požaru)
 - gorivo in kisik se mešata med gorenjem
 - gorivo in oksidant sta ločena, gorenje poteka na mestu, kjer se mešata
 - hitrost plamena je odvisna od hitrosti mešanja plinov in ne od hitrosti oksidacije

RAZLOŽITE TOPLOTNE IZGUBE PRI GORENJU PREDHODNO PREMEŠANEM PLAMENU?

- PRENOS TOPLOTE S KONVEKCIJO – prevladujejo pri gorenju v cevi
- TOPLOTNO SEVANJE – zanemarljive pri gorenju v cevi, pomembne v odprtem prostoru, če plamen ni v stiku s trdno podlago.
 1. POSREDNE – prevajanje v cono ob plamenu in sevanju plinastih produktov gorenja.
 2. DIREKTNE – sevanje iz reakcijske cone v manjši meri, ozka reakcijska cona in nizka koncentracija sevajočih delcev (CO₂ in H₂O).

KAJ VPLIVA NA TOPLOTNE IZGUBE ZARADI KONVEKCIJE V PREDHODNO PREMEŠANEM PLAMENU? RAZLOŽITE POJEM RAZDALJA OHLADITVE?

- prevladujejo pri gorenju v cevi
- lahko jih izračunamo s formulo $Q=h(T_{pl} - T_o)*\pi*D*\sigma/\pi*D^2/4$
- izgube nastanejo zato, ker cev pobira temperaturo goreče snovi
- pride do toplotnih izgub na stene

RAZDALJA OHLADITVE – je tista maksimalna razdalja, ki še omogoča širjenje plamena po kakršnikoli mešanici goriva in oksidanta.

KAJ OMOGOČA MEŠANJE ZRAKA Z GORIVOM V DIFUZIJSKEM PLAMENU?

Poteka v dveh mehanizmih:

1. »JET« (curek) – mešanje zaradi začetnega zagonskega momenta goriva (primer- gorenje plina, ki izhaja iz cevi).
2. VZGONSKI PLAMEN – mešanje zaradi vzgona. Gorivo nima izrazitega zagonskega momenta (primer- gorenje trdnih snovi in tekočin).