

Sredstva i oprema za gašenje požara

Dr Emina Mihajlović, red. prof.
Nikola Mišić, asistent

Студијски програм: Заштита од пожара и Заштита на раду

Школска година: 2022/2023

Семестар: VI

Статус предмета: ОБАВЕЗАН и ИЗБОРНИ

- **Број ЕСПБ: 6**

- **Број часова активне наставе:**
 - **предавања – 2 часа**
 - **вежве – 2 часа**
 - **предавања са презентацијом**
 - **рачунске вежбе**
 - **практична настава**
 - **консултације**

Циљ предмета

- Стицање знања о:
 - врстама,
 - својствима средстава за гашење пожара,
 - механизмима гашења и
 - основама инжењерских прорачуна.

Исход предмета

- Поседовање знања за правилан избор и употребу средстава за гашење пожара у зависности од врсте гориве материје, врсте пожара и места где се она налази;
- поседовање вештина за израчунавање потребне количине средстава за гашење пожара.

Садржај рада

1. Упознавање студената са садржајем предмета, планом и програмом.
Основни термини и дефиниције
2. Гориве материје и састав гориве материје
3. Процеси гашења
4. Вода као средство за гашење
5. Пена као средство за гашење

Садржај рада

6. Пенила
7. Прах као средство за гашење
8. Врсте праха и начини добијања
9. Угљен диоксид као средство за гашење
10. Халони као средство за гашење

Садржај рада

10. Халони као средство за гашење
11. Нова инертна средства за гашење пожара
12. Нова хемијска средства за гашење пожара
13. Врсте нових средстава за гашење пожара
14. Пиротехнички генерисани аеросоли као средства за гашење пожара
15. Потписи

Оцена знања

Предиспитне обавезе	Поена
активност у току предавања и вежби	$5+5=10$
пројектни задатак	20
Колоквијуми I и II	$2 \times 15 = 30$
Укупно	60

Услов за излазак на испит освојених 30 поена
усмени (40 поена)



Univerzitet u Nišu
Fakultet zaštite na radu u Nišu

Emina Mihajlović,
Dragan Mladen,
Žarko Janković

PROCESI I SREDSTVA ZA GAŠENJE POŽARA



Niš, 2009.




УНИВЕРЗИТЕТ У НИШУ
ФАКУЛТЕТ ЗАШТИТЕ НА РАДУ У НИШУ
UNIVERSITY OF NIŠ
FACULTY OF OCCUPATIONAL SAFETY




Чарнојевића 10а
18106 Ниш, Србија
Телефон: (018) 529-701
Телефакс: (018) 249-962
Текући рачун: 840-1747666-77
ПИБ:100663853
МБ: 07226063

- Огласна табла за студенте ОСНОВНИХ АКАДЕМСКИХ СТУДИЈА
- Огласна табла за студенте МАСТЕР АКАДЕМСКИХ СТУДИЈА
- Огласна табла за студенте ДОКТОРСКИХ АКАДЕМСКИХ СТУДИЈА
- Огласна табла ЗА НАСТАВНО ОСОБЉЕ

- ПОЧЕТНА
- О ФАКУЛТЕТУ
- СИСТЕМ КВАЛИТЕТА
- НАСТАВНО ОСОБЉЕ
- СЕКРЕТАРИЈАТ
- КАТЕДРЕ
- ЛАБОРАТОРИЈЕ
- БИБЛИОТЕКА
- ИЗДАВАШТВО
- ПРУЖАЊЕ УСЛУГА ТРЕЋИМ ЛИЦИМА
- ПРОПИСИ И ПРАВНА АКТА
- НАУКА
- СТУДИЈЕ**
- СТУДЕНТСКЕ АКТИВНОСТИ
- ОГЛАШЕНИ ДОКУМЕНТИ
- АРХИВА ВЕСТИ

25.10.2022.

МЕЂУНАРОДНИ САЈАМ КЊИГА
 У периоду од 23.-30. октобра одржава се 65. Међународни сајам књига у Београду, под слоганом "Повратак написаних" као регионално највећа манифестација посвећена књизи која се бави промоцијом књижевног стваралаштва, издаваштва и образовања, културном разменом са иностранством и покретањем актуелних књижевних и друштвених питања.
[Детаљније...](#)

21.10.2022.

27th INTERNATIONAL CONFERENCE NOISE & VIBRATION
 На Факултету заштите на раду у Нишу је у периоду од 20. до 21. октобра 2022. године одржана 27. Међународна конференција "БУКА И ВИБРАЦИЈЕ" под покровитељством Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије. Организатори Конференције су били Факултет заштите на раду у Нишу и Машински факултет Универзитета „Политехника“ у Телишвару. Генерални спонзор Конференције је био дански произвођач мерне опреме Brüel & Кјær.
[Детаљније...](#)

Стари програм - Основне студије (ОС)

Стари програм - Магистарске студије (МС)

Студијски програми - 2014

Студијски програми - 2021

Докторске академске студије (ДАС)

Стручна пракса

Стипендије и конкурси

Основне академске студије (ОАС)

ОАС - Студијски програми - ЗНР и ЖЗ

Милутиновић, проф. др Снежана Живковић, проф. др Татјана Голубовић, проф. др Милош Милошевић, проф. др Драгана Милошевић, проф. др Драгана Милошевић, проф. др Тамара Рађеновић, учествовали су на 88th International Scientific Conference on Occupational Safety and Health (IOSH) која је одржана у Нишу у октобру 2022. године.

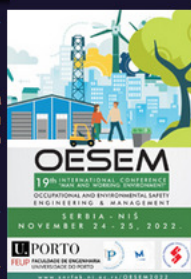
Презентација предмета

Распоред наставе

Распоред испита

Огласна табла (ОАС)

[Детаљније...](#)





ПРЕЗЕНТАЦИЈА ПРЕДМЕТА - ОСНОВНЕ АКАДЕМСКЕ СТУДИЈЕ (студијски програми акредитовани 2014. године)



СТУДИЈСКИ ПРОГРАМ
ЗАШТИТА НА РАДУ
акредитован 2014. године

1. година 2. година

3. година 4. година



СТУДИЈСКИ ПРОГРАМ
ЗАШТИТА ЖИВОТНЕ СРЕДИНЕ
акредитован 2014. године

1. година 2. година

3. година 4. година

ПРВА ГОДИНА - ЗАШТИТА НА РАДУ - СТАРИ СТУДИЈСКИ ПРОГРАМ - АКРЕДИТАЦИЈА 2014.



ПРЕЗЕНТАЦИЈА ПРЕДМЕТА - ОСНОВНЕ АКАДЕМСКЕ СТУДИЈЕ (студијски програми акредитовани 2021. године)



СТУДИЈСКИ ПРОГРАМ
ЗАШТИТА НА РАДУ
акредитован 2021. године

- 1. година
- 2. година
- 3. година
- 4. година



СТУДИЈСКИ ПРОГРАМ
ЗАШТИТА ЖИВОТНЕ
СРЕДИНЕ
акредитован 2021. године

- 1. година
- 2. година
- 3. година
- 4. година



СТУДИЈСКИ ПРОГРАМ
ЗАШТИТА ОД ПОЖАРА
акредитован 2021. године

- 1. година
- 2. година
- 3. година
- 4. година

ПРВА ГОДИНА - ЗАШТИТА НА РАДУ - НОВИ СТУДИЈСКИ ПРОГРАМ - АКРЕДИТАЦИЈА 2021.

МАТЕМАТИКА

I predavanje

Opšti pojmovi

Opšti pojmovi

*Zadatak inženjera zaštite na radu i zaštite od požara je da preduzme sve neophodne **preventivne** mere zaštite, kako pri projektovanju objekata i tehnoloških procesa, tako i pri njihovoj eksploataciji i da ako do požara dođe brzo, planski, stručno i organizovano preduzme sve **represivne** mere i **sredstva** u cilju zaštite ljudi i materijalnih dobara.*

Definicija procesa sagorevanja, kontrolisani i nekontrolisani procesi sagorevanja

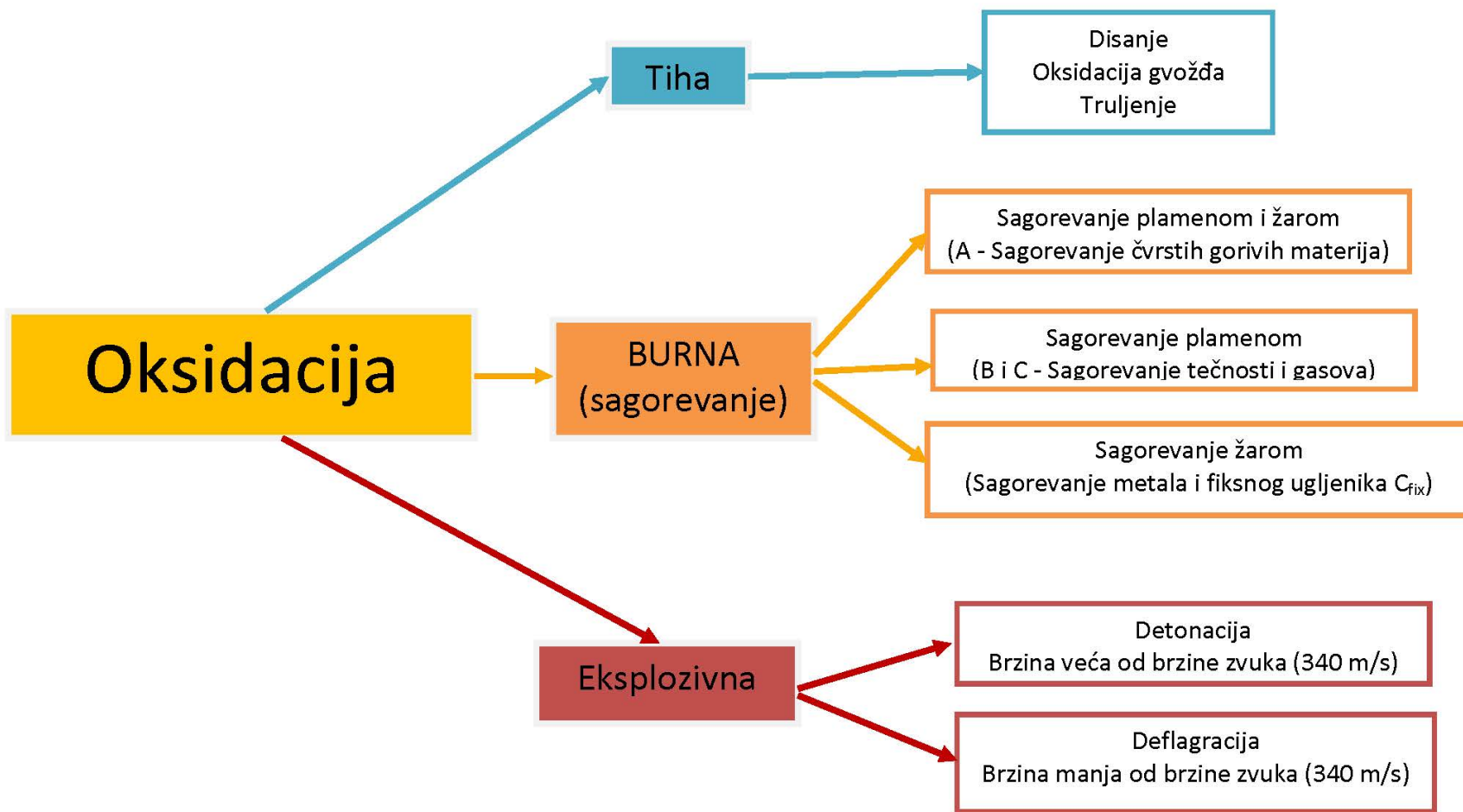
Sagorevanje je u stvari proces oksidacije, tj. spajanja zapaljive materije sa kiseonikom iz vazduha ili nekim drugim oksidansom, pri čemu se iz zapaljive materije oslobađa hemijski vezana toplota.

U idealnom slučaju sagorevanjem nastaju:

- oksidi,
- nesagorivi ostatak i
- odgovarajuća količina toplote,

a u realnom slučaju pored navedenog pojavljuju se i

- produkti nepotpunog sagorevanja.



Sam proces sagorevanja prati čitav niz fizičkih, hemijskih, termičkih i strujnih procesa. U opštem slučaju to su:

- proces strujanja gorive materije i vazduha,
- prenos toplote,
- prenos mase,
- promena agregatnih stanja i
- termičko razlaganje ugljovodoničnih jedinjenja prisutnih u čvrstim gorivima i dr.

Da bi otpočeo proces oksidacije, neophodno je aktivirati molekule reagujućih materija, što se u praksi najčešće postiže dovođenjem određene količine toplotne energije.

Pri dovoljnoj količini toplotne energije međumolekularne veze u molekulima zapaljive materije slabe, što ima za posledicu raspadanje molekula na atome, od kojih kasnije nastaju novi molekuli. U stvaranju novih molekula aktivnu ulogu igra kiseonik iz vazduha, čiji se molekuli takođe aktiviraju.

Klasifikacija procesa sagorevanja

Proces sagorevana se **po osnovi organizacije procesa** može da podeli na:

- kontrolisane i
- nekontrolisane procese.

Požar je nekontrolisani proces sagorevanja!

Podela procesa sagorevanja **prema broju i vrsti faza u sistemu** izvršena je na sledeći način:

- **homogeni i**
- **heterogeni procesi.**

Podela procesa sagorevanja **prema kvalitetu sagorevanja** izvršena je na sledeći način:

- **potpuni i**
- **nepotpuni procesi.**

Kao merilo kvaliteta sagorevanja uzima se prisutnost nepotpunih produkata sagorevanja.

Potpuni procesi sagorevanja su oni kod kojih se svi gorivi elementi koji uđu u proces nalaze u produktima u obliku *pravih produkata* CO_2 , SO_2 , H_2O i *uslovnih* O_2 i N_2 .

- Nepotpuni procesi sagorevanja su oni koji u produktima sagorevanja pored produkata potpunog sagorevanja sadrže i CO , H_2 , C_mH_n , C_{fix} i inertnu komponentu N_2 . Količina toplote dobijena potpunim procesom sagorevanja veća je nego nepotpunim.

Podela procesa sagorevanja **po**
savršenosti je:

- **savršeni i**
- **nesavršeni procesi.**

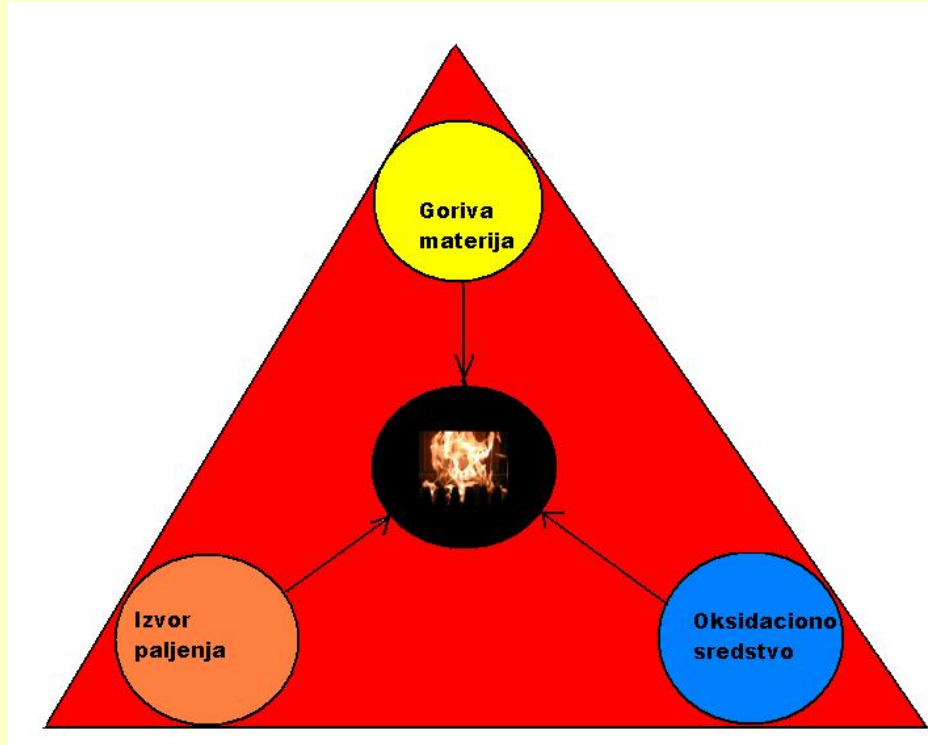
Požarni trougao

Požar je kompleksna fizičko-hemijskih pojava, čiju osnovu čini nestacionarni proces sagorevanja, koji se odigrava u vremenu i prostoru i za čije je odvijanje neophodno prisustvo:

- gorive materije,
- oksidatora i
- izvora paljenja.

U slučaju da jedan od tri navedena uslova: prisustvo gorive materije, oksidansa i odgovarajućeg izvora paljenja, nije ispunjen, proces gorenja ne može da otpočne. Izvor paljenja ima ulogu da izazove proces gorenja, stvori potreban broj aktivnih čestica koje započinju mehanizam reakcije gorenja, a kasnije njegovu ulogu preuzima toplota koja nastaje pri sagorevanju. **Zaustavljanje procesa sagorevanja**, iz tih razloga, treba tražiti u eliminisanju gorive materije ili oksidansa, zatim hlađenju gorive materije ispod temperature zapaljivosti ili na neki drugi način kao što je, na primer, vezivanje aktivnih čestica (antikatalitički postupak).

Procesom sagorevanja početno stanje (reagujućih materija) se prevodi u novo konačno stanje (produkata sagorevanja). Sistem može biti homogen (kada se sastoji samo iz jedne faze) ili heterogen (kada se sastoji iz dve ili više faza).



Prisustvo zapaljive materije, oksidansa i izvora paljenja podrazumeva neophodne uslove za nastajanje požara. Međutim, postojanje neophodnih uslova ne znači da će do požara uvek da dođe. Na primer, u stambenim objektima skoro uvek ima zapaljivog materijala (nameštaj, odeća i sl.), oksidansa (kiseonik iz vazduha), a veoma često i izvora paljenja (plamen šibice i upaljača pri paljenju cigarete, zagrejene ploče električnih šporeta, plamen gasnih peći sl.), ali, po pravilu do požara retko dolazi.

Da bi došlo do požara, potrebno je da se steknu i uslovi kao što su neposredni kontakt između navedenih neophodnih uslova i neprekidan dotok oksidacionog sredstva, kao i udaljavanje obrazovanih produkata iz zone sagorevanja. Pomenuti uslovi pripadaju grupi dodatnih uslova za odigravanje procesa nekontrolisanog sagorevanja – požara.

- **Znači, požar je proces nekontrolisanog sagorevanja koji se odvija izvan, za tu svrhu, predviđenog mesta tj. prostora, mimo volje čoveka. Pored materijalnih gubitaka, praćen je i ugrožavanjem fizičkog integriteta čoveka što često rezultira ljudskim žrtvama.**
- Svaki požar je praćen oslobađanjem odgovarajućih produkata sagorevanja. Kada se govori o produktima sagorevanja, obično se misli na gasovite i čvrste materije, pri čemu se ne sme zanemariti oslobođena toplotna energija.

Da bi gašenje požara bilo uspešno, potrebno je izabrati adekvatno sredstvo, odnosno odgovarajući mehanizam gašenja. Zbog toga je neophodno poznavati dobro svaki element požarnog trougla.

Gorive materije i goriva

Pod gorivim materijama podrazumevaju se one supstance koje podvrgnute procesu sagorevanja daju materijalne produkte sagorevanja i određenu količinu toplote i svetlosti.

Pod gorivom se podrazumevaju samo one gorive materije koje pri procesu sagorevanja pored materijalnih produkata sagorevanja daju takvu količinu toplote koja može ekonomično da se koristi za zagrevanje ili da se pretvori u mehaničku i električnu energiju. Da bi se neka goriva materija koristila kao gorivo ona mora da zadovolji sledeće uslove:

- da se pri njenom sagorevanju u kratkom vremenu dobija znatna količina toplotne energije,
- da je ima na nalazištima u dovoljnoj količini,
- da je njena eksploatacija laka i ekonomična,
- da sadrži male količine balasta,
- da ne menja sastav pri transportu i uskladištenju,
- da je sa stanovišta zaštite od požara i eksplozija bezbedna,
- da ima prihvatljivu cenu i
- da su joj produkti sagorevanja netoksični.

Sastav gorive materije

Gorivu materiju čine:

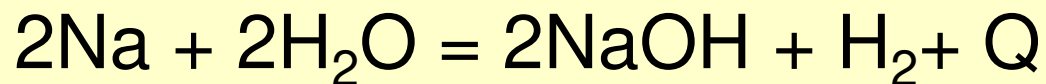
- organska i
- neorganska jedinjenja i elementi.

Neorganska jedinjenja su najčešće nesagorljiva. Međutim, neka su goriva (npr. svi metali osim plemenitih), a neka burno učestvuju u procesu sagorevanja kao što su oksidaciona sredstva (jedinjenja Cl, KNO_3 ,...).

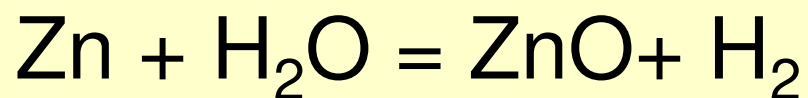
Gorivi elementi su:

- C –ugljenik, u gorivoj materiji može da bude slobodan i vezan u obliku organskih jedinjenja. Potpunim sagorevanjem nastaje ugljendioksid (CO_2) pri čemu se oslobodi količina toplote od 33,829 MJ/kg, a nepotpunim sagorevanjem ugljenmonoksid (CO).
- H_2 –vodonik se u gorivim materijama javlja vezan u čvrstom obliku kao sastojak organskih jedinjenja i čist u gasovitim obliku. Sagorevanjem gradi vodu pri čemu se oslobodi količina toplote od 142,014 MJ/kg.
- S –sumpor u gorivoj materiji može da bude u čistom stanju i vezan u obliku organskih i neorganskih jedinjenja. Sumpor gori kada je čist, organski i piritni. Sagorevanjem sumpora oslobađa se količina toplote od 9,295 MJ/kg i dobija SO_2 i SO_3 .
- P –fosfor, sagoreva u P_2O_5 pri šemu se oslobodi količina toplote od 24,57 MJ/kg;
- **Mnogi metali su lakše ili teže (pod posebnim uslovima) zapaljivi.** Prah nekih metala (Fe, Co, Ni, Zn, Al, Cr, ...) je samozapaljiv (pirofori metali). Metali sagorevanjem grade okside pri čemu se oslobađa određena količina toplote. Npr. Al (30,88 MJ/kg), Zn (5,34 MJ/kg), Mg (27,75 MJ/kg), Na (8,99 MJ/kg), ...

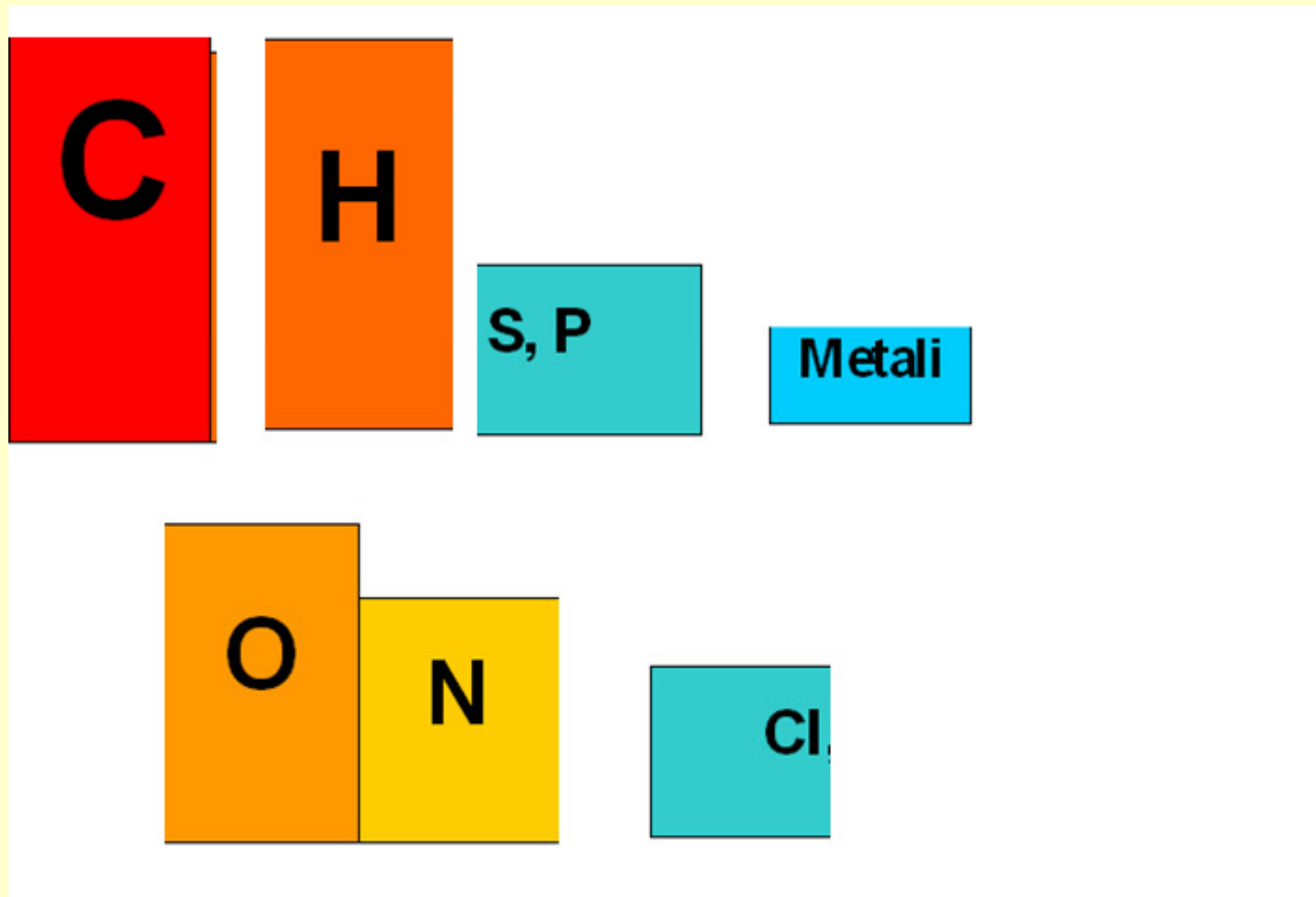
Neki metali i njihova jedinjenja i kad negore, **na atmosferskoj temperaturi, reaguju sa vodom** pri čemu nastaje vodonik i velika količina toplote usled koje se upale npr.:



Neki drugi pak, **na povišenim temperaturama reaguju sa vodom** pri čemu nastaje vodonik, što je veoma opasno sa stanovišta nastanka i razvoja požara npr. Na t = 300 °C



Goriva jedinjenja su po svom sastavu organska jedinjenja **i metali**



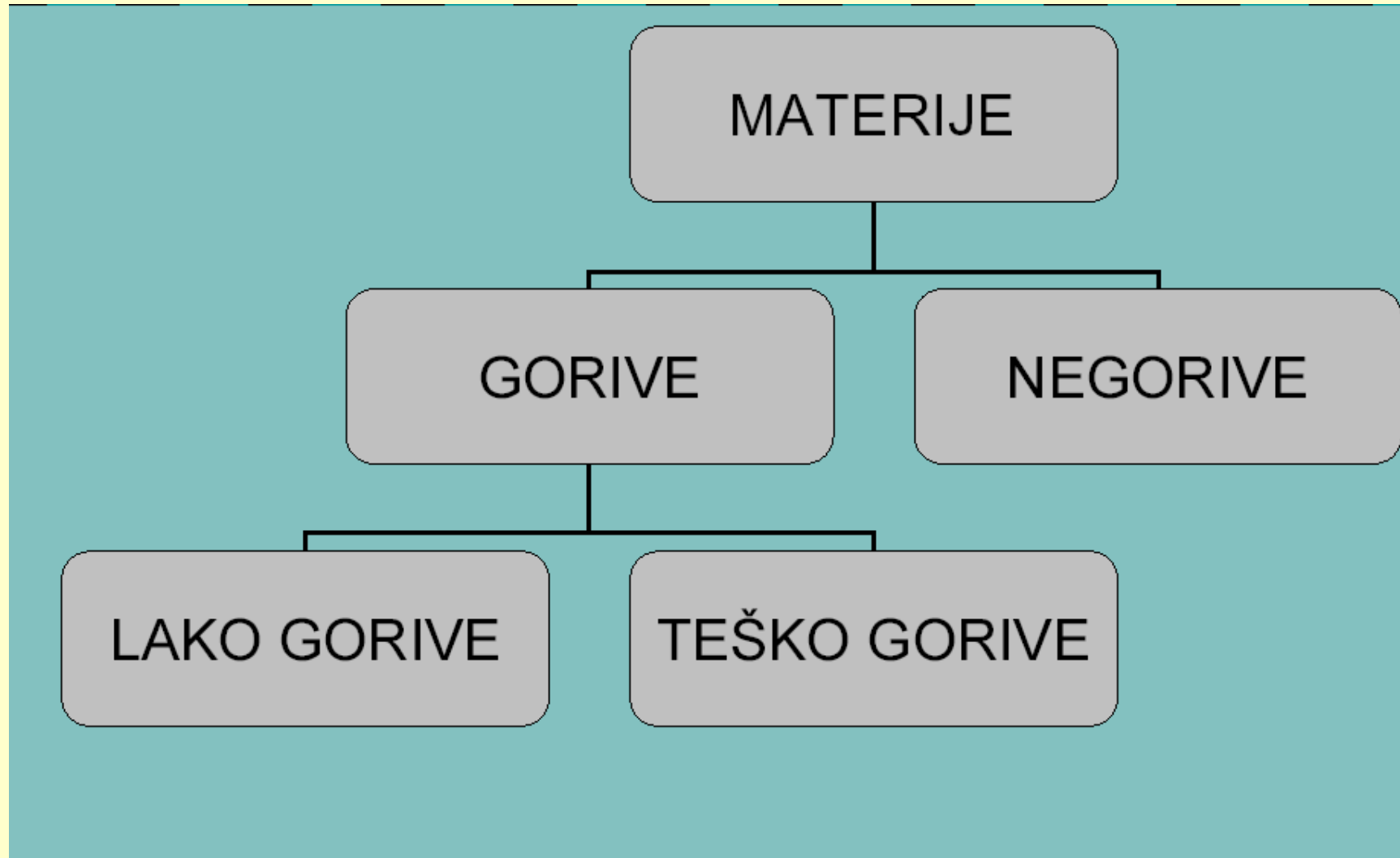
Osnovne osobine organskih jedinjenja su:

- nestabilna pri zagrevanju,
- bez prisustva vazduha razlažu se, krajnji produkt je C,
- uz prisustvo vazduha gore, krajnji proizvod CO_2 i H_2O ,
- imaju nisku tačku topljenja i ključanja,
- većina se nerastvara u vodi,
- rastvaraju se u organskim rastvaračima i
- većina neprovodi električnu struju, ubrajaju se u neelektrolite.

Organska jedinjenja se dele na:

- Ugljovodonike;
- Alkohole;
- Aldehide i ketone;
- Organske kiseline;
- Estre, masti, sapune;
- Ugljene hidrate;
- Monosaharide;
- Disaharide;
- Skrob;
- Celulozu i
- Belančevine.

Podela materija prema gorivosti



Oksidacione supstance (oksidaciona sredstva ili oksidansi)

Oksidaciona supstanca, je ona koja prima elektrone od druge supstance tokom hemijske reakcije. Prisustvo oksidacione supstance povećava opasnost od požara, pa se one osim u hemiji i fizičkoj hemiji izučavaju i u oblasti zaštite od požara.

- Oksidacione supstance se često koriste za ubrzavanje procesa sagorevanja u pirotehnici i kod termitskih smeša. Osim toga koriste se u procesima beljenja, dezinfekcije, za prečišćavanje vode, u proizvodnji organskih jedinjenja, u medicini i td.

Kiseonik

- Kiseonik je gas bez boje, ukusa i mirisa. Kiseonik ne gori, ali inicira lako paljenje drugih materija. On stupa u reakciju skoro sa svim poznatim elementima, osim sa inertnim gasovima (argonom, neonom, kriptonom, i dr.) stvarajući okside. Slabo se rastvara u vodi. Ima šest poznatih izotopa:
 - tri stabilna i
 - tri radioaktivna , sa poluživotom od 74 s, 126 s i 29,4 s.

Kiseonik

- Javlja se u tri alotropska oblika:
- kao atomski kiseonik O,
- dvoatomski O₂ i
- ozon O₃.

Kiseonik

- Kiseonik je najrasprostranjeniji element u prirodi. Sastavni je deo zemljine kore, okeana i mora, reka i vazduha. Veći deo kiseonika nalazi se u obliku jedinjenja. Suv vazduh sadrži 20,9 zapreminkih % i 23 masenih % kiseonika. Veliki deo atmosferskog kiseonika troši se na disanje i sagorevanje, ali je njegova koncentracija u vazduhu konstantna što je posledica oslobađanja kiseonika u procesima fotosinteze.
- Kiseonik gradi jedinjenja gotovo sa svim hemijskim elementima, sa izuzetkom plemenitih gasova.

Kiseonik

- Reakcija oksidacije praćena je izdvajanjem toplote i svetlosti.
- Oksidacija hranjivih supstanci u ćelijama živih organizama je izvor životne energije.
- Višak kiseonika, ili njegov manjak ima štetan uticaj na ljudsko zdravlje.
- Nedostatak kiseonika dovodi do usporavanja oksidacionih procesa u organizmu, što dovodi do oštećenja mozga i centralnog nervnog sistema. Manjak kiseonika može da se javi u rudnicima, kanalizaciji, dubokim iskopima, bunarima i slabo provetrenim prostorijama.
- Višak kiseonika može da se javi kad se koristi oprema za disanje prilikom letenja na velikim nadmorskim visinama ili pri ronjenju na velikim dubinama. Udisanje veće kolićine kiseonika izaziva upalu pluća, krvarenje, usporava procese metabolizma, što može da bude fatalno za ćoveka.

Kiseonik

- Tečan kiseonik je bledo plavičasta tečnost, vrlo isparljiva, nešto teža od vode, bez mirisa, nezapaljiva, ne proizvodi toksične pare i lako se pokreće. Tečan kiseonik je magnetičan i njega privlači magnet na skoro isti način kao i gvožđe.
- Dobija se iz vazduha (zapreminski udeo u vazduhu je 0,21, a maseni 0,23). On predstavlja elementarni uslov za život, a u procesu sagorevanja je jedan od dva reaktanta, tako da se bez njega ovaj proces ne može odvijati. Jedini se sa svim elementima, osim sa inertnim gasovima, gradeći okside. Tako, neki elementi, kao fosfor i magnezijum reaguju sa kiseonikom već na standardnoj temperaturi^[1], dok plemeniti metali oksidišu na veoma visokim temperaturama.
- Svi gorivi materijali u čistom kiseoniku sagorevaju mnogo burnije nego na vazduhu, a temperatura paljenja im se snižava. Zapaljivi materijali poput mazivih masti i ulja u čistom kiseoniku imaju brzine sagorevanja koje odgovaraju opsegu eksplozivnih brzina.

^[1] Standardne uslove definišu standardni pritisak i standardna temperatura: $P = 101325 \text{ Pa}$; $T = 298 \text{ K}$ ($25 \text{ }^{\circ}\text{C}$)

Hemijska oznaka	O ₂	
Molarna masa	32,00 kg/kmol	
Gustina kod 0 °C i 1013 mbar	1,43 kg/m ³	
Temperatura ključanja na 1013 mbar	-182,9 °C	
Temperatura topljenja	- 218,9 °C	
Entalpija isparavanja	214 kJ/kg	
Kritični parametri	Temperatura: -118,38 °C Pritisak 50,80 bar	
Zapreminska masa tečnosti na temperaturi ključanja	1,14 kg/l	
Zapreminska masa tečnosti u funkciji od temperature za dvofazni sistem	-200 °C	1226 kg/m ³
	-180 °C	1129 kg/m ³
	-160 °C	1013 kg/m ³
	-140 °C	867 kg/m ³
	-120 °C	560 kg/m ³
Odnos tečnost - gas (tečnost na temperaturi ključanja, gas na 21 °C i 1 013 mbar)	1/860,6	
Specifična toplota na konstantnom pritisku kod opsega pritiska od 0 do 1 bar na:	-100 °C	0,909 kJ/kg K
	- 50 °C	0,903 kJ/kg K
	0 °C	0,909 kJ/kg K
	25 °C	0,913 kJ/kg K
	100 °C	0,934 kJ/kg K
Odnos c _p /c _v na 21 °C i 1013 mbar	1,4	
Rastvorljivost u vodi na 0 °C (zapremina gasa /1 zapremina vode)	1,32	

Kiseonik

Dobijanje

- Najveći broj komercionalnih postupaka zasniva se na razlaganju vazduha, utečnjavanju i rektifikaciji atmosferskog vazduha. Manje količine se dobijaju elektrolizom vode uglavnom kao nus proizvod pri dobijanju vodonika, jer je ovaj način proizvodnje znatno skuplji.

Primena i oblici isporuke

- Glavne primene kiseonika proističu iz njegovih osobina da omogućava život i aktivno učestvuje u procesu sagorevanja. Intenziviranje procesa sagorevanja npr. u industriji čelika, kod zavarivanja i rezanja. Osim toga kiseonik pospešuje biološke procese npr. razgradnju štetnih materija u uređajima za prečišćavanje. U medicini se pored terapijskih namena koristi i za reanimaciju (pri prestanku disanja) i u anesteziji u kombinaciji sa drugim gasovima. U čistom obliku koristi se kao medicinski kiseonik za olakšavanje disanja.

Kiseonik

Skladištenje i transport

- Kiseonik se u gasovitom obliku prevozi i uskladištava u čeličnim bocama pod pritiskom (**boja boca je plava**) ili duboko rashlađen utečnjen u vakuumom izolovanim rezervoarima.
- Transport se obavlja, kada je kiseonik komprimovan, u čeličnim bocama pod pritiskom od 150 do 200 bar, a kada je tečan transportuje se i skladišti u dobro izolovanim kriogenim rezervoarima, sa pritiskom koji ne prelazi 20 bar. Način skladištenja i transporta zavisi od potrošnje korisnika. Sitni potrošači i razbacana potrošna mesta snabdevaju se kiseonikom iz pojedinačnih čeličnih boca. Srednji potrošači, sa koncentrisanom potrošnjom unutar fabričkih pogona snabdevaju se preko podstanica i razvodnih mreža. Na taj način se kiseonik dovodi do potrošača sa potrebnom količinom i pritiskom. Distribucija do podstanica vrši se pojedinačnim čeličnim bocama ili paletama boca.

Kiseonik

Bezbednost

- Kiseonik, u gasnom agregatnom stanju, povoljno deluje na ljudski organizam i nema toksično dejstvo. Ipak, u terapeutske svrhe, treba da se daje samo uz nadzor kvalifikovanog medicinskog osoblja.
- Reakcija oksidisanja u čistom kiseoniku je veoma burna tako da se sagorljive materije daleko lakše pale i burnije sagorevaju u vazduhu obogaćenom kiseonikom nego u normalnom atmosferskom vazduhu. Proces sagorevanja je brži, a dobijeni gas je na višoj temperaturi. Mnoge materije koje u vazduhu u normalnim uslovima ne gore u prisustvu kiseonika uz najmanju varnicu ili umerenu toplotu buknu u plamen.

Potencijalna opasnost pri radu sa tečnim kiseonikom potiče uglavnom od osobina što se:

- tečni kiseonik nalazi na vrlo niskoj temperaturi ($-183\text{ }^{\circ}\text{C}$) i
- veoma male količine tečnosti vrlo brzo pretvaraju u velike količine gasa.

Kiseonik

Do požara i eksplozije u prisustvu kiseonika može da dođe ako se:

- Organske materije (ulja, masti, asfalt, tkanine, drvo, hartija i dr.) izlože tečnom kiseoniku. Doći će do burnog sagorevaja, nakon svega nekoliko minuta u dodiru sa njim.
- Porozne organske materije: ugalj, treset, čađ i druge natope tečnim kiseonikom pri čemu postaju lako eksplozivne.
- Nagradi smeša zapaljivih gasova, npr. acetilena i kiseonika,
- Opiljci gvožđa - ostaci od vara i čestice šljake pri određenoj brzini strujanja kiseonika budu poneseni strujom kiseonika. Tada predstavljaju mehanički izvor varnice, koja je dovoljna da izazove požar ili eksploziju.

Kiseonik

- Pri rukovanju kiseonikom moraju da se preduzmu sve mere opreza, i to bilo da se nalazi u gasovitom ili tečnom stanju. Pored svih mera bezbednosti, koje važe i za druge tehničke gasove, posebno mora da se vodi računa da u kontaktu sa njim ne smeju da budu zapaljive materije, naročito mazivna ulja i masti, kao i izvori paljenja. Kada je upitanju tečni kiseonik (s obzirom da mu je temperatura veoma niska - 183 °C) u kontaktu sa kožom može prouzrokovati veoma teške povrede slične opekotinama. Zato treba izbegavati direktan dodir kože sa tečnim kiseonikom i nositi zaštitnu opremu.

Azotna kiselina, neorganski nitrati

Čista azotna kiselina ili pomešana sa sumpornom kiselinom je jako oksidaciono sredstvo i može da izazove spontano paljenje gorivih materijala.

Svi neorganski nitrati su jake oksidacione supstance koje mogu da izazovu ne samo požar već i eksploziju ako se pomešaju sa sagorljivim materijalima u vidu praha.

Peroksidi

Vodeni rastvori koji sadrže više od 60% vodonik peroksida, H_2O_2 , učestvuju u procesu sagorevanja. U čistom obliku vodonik peroksid je opasna nestabilna sirupasta tečnost. Rastvori u kojima se nalazi više od 90% vodonik peroksida burno se razlažu u prisustvu nečistoća koje potiču od metala, soli metala ili zapaljive prašine. Peroksidi barijuma, BaO_2 , kalijuma, K_2O_2 i natrijuma, Na_2O_2 su izrazito jaka oksidaciona sredstva i dovode do burnog sagorevanja.

Peroksid kalijuma i natrijuma burno reaguju sa vodom, pri čemu oslobađaju kiseonik uz stvaranje toplote. Ako je prisutan sagorljiv materijal u takvim slučajevima može da dođe do požara.

Hlorati

- Hlorati su jaka oksidaciona sredstva, zagrevanjem lako otpuštaju kiseonik, čak lakše nego nitrati. Smeša sitnog zapaljivog materijala u kontaktu sa hloratima može spontano da se upali i čak eksplodira.
- Natrijum hlorat, NaOCl_3 je jako oksidaciono sredstvo koje se razlaže na $172\text{ }^{\circ}\text{C}$ i može da bude eksplozivno u kontaktu sa gorivim materijama.

Perhlorati

- Amonijum perhlorat, NH_4ClO_4 , barijum perhlorat, $\text{Ba}(\text{ClO}_4)_2$, kalijum perhlorat, KClO_4 i natrijum perhlorat, $\text{NaClO}_4 \times \text{H}_2\text{O}$, su tipične industrijske soli perhlorne kiseline, koja je i sama po sebi jak oksidans koji može lako da izazove požar, pa čak i eksploziju u kontaktu sa gorivim materijama. Perhlorati imaju jedan atom kiseonika više nego hlorati, ali grubo rečeno imaju slične osobine. Oni su eksplozivni u kontaktu sa koncentrovanom sumpornom kiselinom.

Ostali oksidansi

- Kalijum bromat, KBrO_3 , koji se često koristi u frizerskim salonima je jako oksidaciono sredstvo koje sa stanovišta zaštite od požara takođe može da bude jako opasno. Takođe izrazito su opasni: kalijumpersulfat, kalijumpergamanat i hromtrioksid u čijem prisustvu se lako pale drvo, papir i pamuk.
- Oksidacione supstance nisu zapaljive same po sebi i u odsustvu zapaljivih materija ili redukcionih sredstava ne mogu da izazovu požar. Zbog toga one ne smeju da se skladište blizu organskih materijala, praha metala i redukcionih sredstava i ne smeju da dođu u kontakt sa vodom

Zapaljivost

- Zapaljive materije su one materije koje se pod normalnim uslovima (temperatura 20 °C i pritisak 101325 Pa) mogu zapaliti pod uticajem izvora paljenja. Po uklanjanju izvora paljenja, zapaljive materije nastavljaju da gore sve do svog potpunog sagorevanja.

Zapaljivost

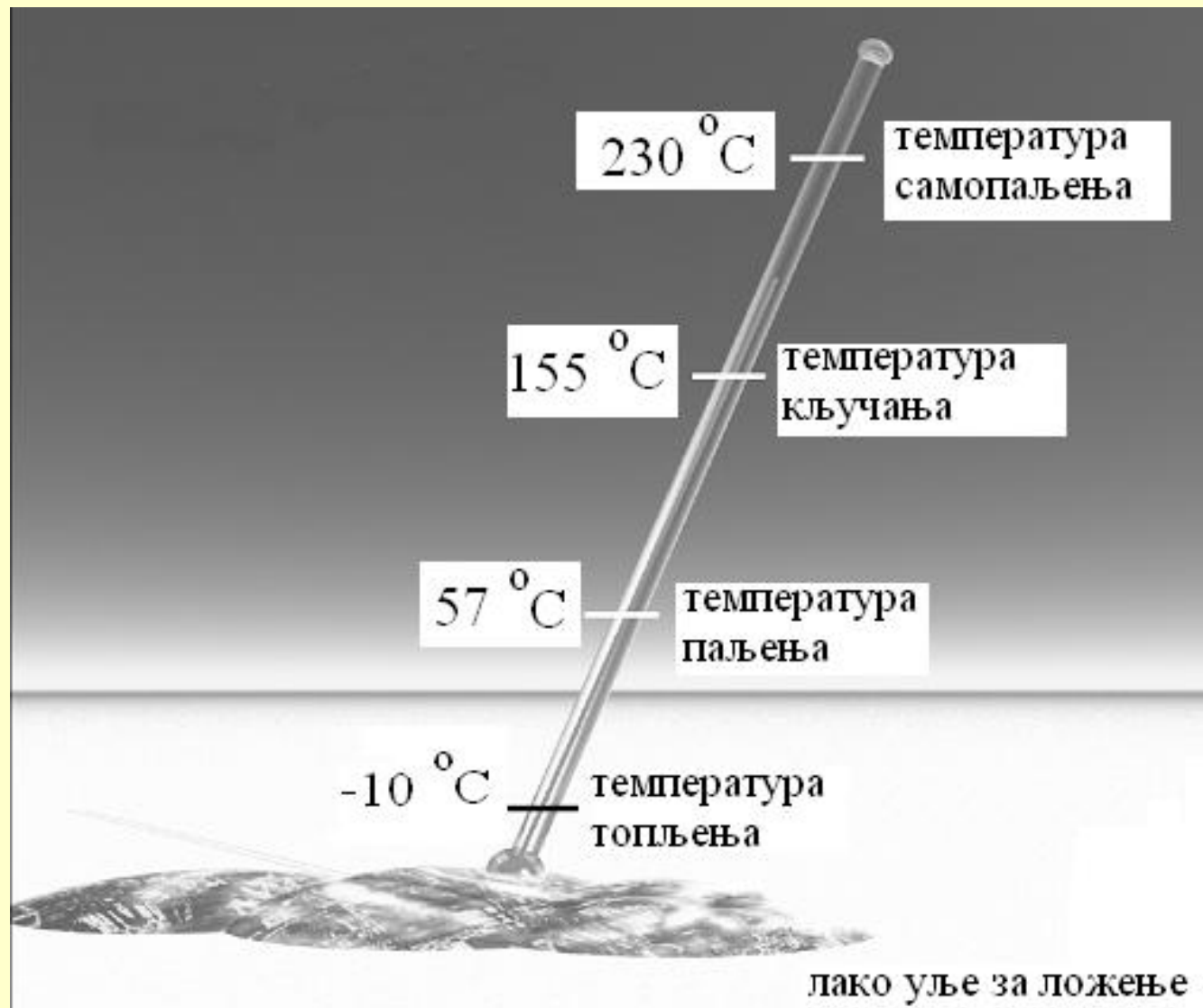
- Temperatura tinjanja
- Temperatura paljenja

Zapaljivost

- Temperatura paljenja tečnog goriva
- Temperatura bljeska

Temperatura samopaljenja

Zapaljivost



Granice zapaljivosti (eksplozivnosti)

- Donja granica eksplozivnosti – DGE je najmanja koncentracija zapaljivog gasa, pare ili magle u vazduhu, kod koje postoje uslovi za eksplozivno sagorevanje.
- Gornja granica eksplozivnosti GGE je najveća koncentracija zapaljivog gasa, pare ili magle u vazduhu kod koje još uvek postoje uslovi za eksplozivno sagorevanje



Izvori paljenja

Opšti izvori koji dovode do iniciranja paljenja, pa i požara i eksplozija su:

- samozagrevanje i samopaljenje,**
- zagrejane površine,**
- hemijske reakcije,**
- električna struja,**
- statički elektriciteti,**
- iskre mehaničkog porekla,**
- toplota trenja**
- prirodne pojave i**
- otvoreni plamen.**

Paljenje

- Paljenje se najčešće definiše sledećim karakteristikama:
- koncentracionim granicama paljenja:
 - gornja (maksimalna koncentracija zapaljivog gasa u smeši sa vazduhom) i
 - donja (minimalna koncentracija zapaljivog gasa u smeši sa vazduhom);
- temperaturom paljenja:
 - temperatura paljenja zapaljive materije predstavlja najnižu temperaturu na kojoj se ta materija, u obliku gasa, pare, magle ili prašine, pomešanih sa vazduhom (oksidatorom), može zapaliti uz pomoć odgovarajućeg spoljašnjeg izvora.
 - temperatura paljenja tečnog goriva (plamište), je ona temperatura tečnog goriva pri kojoj se iznad površine tečnog goriva obrazuje dovoljna količina parne faze tako da se nakon njenog paljenja i sagorevanja nastavi proces sagorevanja tečnog goriva.
- indukcionim periodom, periodom kašljenja paljenja, tj. vremenom od inicijalizacije paljenja do pojave paljenja.

Brzina sagorevanja

Sam proces sagorevanja kao lančana reakcija definiše se brzinom hemijske reakcije sagorevanja. Na brzinu sagorevanja utiču:

- koncentracija pojedinih komponenata i reaktanata,
- temperatura,
- pritisak,
- površina reaktanata,
- prisustvo katalizatora,
- zračenje.

Katalizatori, inhibitori i retardanti

Katalizatori ubrzavaju proces sagorevanja. Kada koče proces sagorevanja onda su to negativni katalizatori ili inhibitori. U slučaju da kidaju lanšane reakcije i prekidaju sagorevanje nazivaju se retardanti.

Vrste požara

- U zavisnosti od niza uticajnih faktora požare možemo podeliti prema:
 - vrsti gorive materije,
 - mestu nastanka,
 - veličini i obimu i
 - fazi razvoja.

Podela prema vrsti gorive materije

- **Prema vrsti gorive materije**, požare možemo razvrstati na požare klase A, B, C, D i F (požare čvrstih, tečnih, gasovitih materija, požare metala i ulja i masti u kuhinjama).
- Sam proces sagorevanja: čvrstih, tečnih i gasovitih materija se razlikuje, pa će se samim tim razlikovati i proces gašenja.

Sagorevanje čvrstih gorivih materija

Proces sagorevanja *čvrstih gorivih materija* odvija se kroz sledeće faze:

- fazu zagrevanja,
- fazu sušenja (isparavanja vlage prisutne u materiji),
- fazu obrazovanja i sagorevanja volatila i
- sagorevanje koksnog ostatka.

Sagorevanje *tečnih gorivih materija*

Sagorevanje gorivih gasova

Gasovita goriva sagorevaju samo pri homogenim hemijskim reakcijama.

Podela prema mestu nastanka

Prema mestu nastanka, požari mogu da budu na **otvorenom i zatvorenom prostoru**. U požare na otvorenom prostoru svrstavaju se požari šuma, poljski požari, požari otvorenih skladišta itd. Pod požarima u zatvorenom prostoru smatraju se najčešće požari u zgradama, proizvodnim halama, u jednoj ili više prostorija ili u šupljinama konstrukcije zgrada. **Požari u rudnicima, tunelima i drugim oknima su požari zatvorenih prostora**, ali pod određenim uslovima usled eksplozije i rušenja, mogu da postanu požari otvorenih prostora. Razvoj požara otvorenih i zatvorenih prostora je potpuno različit, pa će i mehanizmi gašenja biti različiti.

Podela prema veličini požara

- **Prema veličini požari** mogu da budu mali, srednji, veliki, blokovski i požarne oluje.

Faze razvoja požara

Posmatrajući fazu razvoja požara, požari mogu da se izdiferenciraju u tri faze:

- fazu razvoja,
- razbuktvavanja i
- dogorevanja.

Faza razvoja

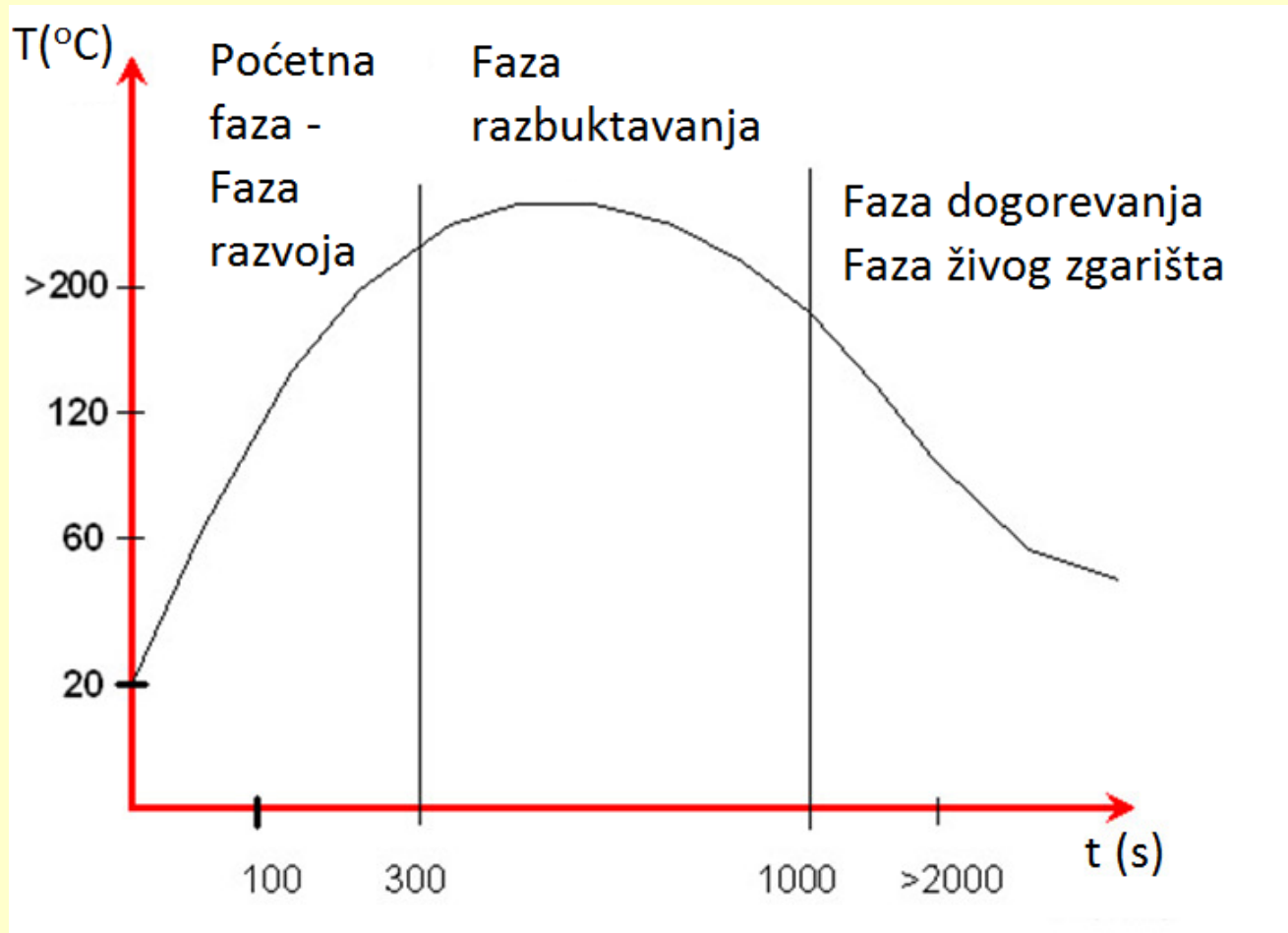
Za prvu fazu, fazu razvoja, karakterističan je mali intenzitet, relativno niska temperatura i mali prostor zahvaćen požarom. U ovoj početnoj fazi, sagorevanje je nepotpuno sa većom količinom dima, čađi i toksičnim, nepotpunim gasovitim produktima sagorevanja.

Faza razbuktavanja

Sledeću, razbuktalu fazu karakteriše sagorevanje 80% i više gorive materije, postizanje maksimalnih temperatura sagorevanja i mogućnost širenja požara na okolne objekte i površine.

Dogorevanje

Treća faza dogorevanja nastupa posle sagorevanja većeg dela gorive materije, karakteriše je opadanje temperature i postepeno gašenje požara. Za ovu fazu su opasna mesta sagorevanja bez plamena, sa žarom, jer usled akumulacije toplote na tim mestima postoji mogućnost ponovnog rasplamsavanja požara ako u okolini ima još gorivog materijala.



Osnovna pravila razvoja požara

1. Razvoj požara u zatvorenom prostoru

- Postepeno povećanje temperature i zagrevanje svih predmeta, uz strujanje toplog vazduha naviše
- Velika količina toplog, užarenog vazduha
- Porast pritiska i pucanje prozorskog stakla, rušenje zidova, vrata
- Nastanak trenutnog sagorevanja gasova u vidu plamena i naglog širenja požara
- Mogućnost zagrevanja nosećih konstrukcija i gubitka nosećih svojstava
- Mogućnost širenja požara po komunikacijama u objektu (hodnici, stepenište, liftno okno, ventilacioni otvori) i spoljnim putevima (kroz prozor)

Osnovna pravila razvoja požara

2. Razvoj požara na otvorenom prostoru

- Prisutna dovoljna količina vazduha
- Prisustvo vetra
- Mogućnost oslobađanja velike količine toplote, zbog prisutne količine gorive materije; dolazi do intenzivnog strujanja vazduha, stvaranja vakuuma u žarištu kada dolazi do "požarne oluje" (nedostatak vazduha)

Faktori koji utiču na ponašanje i razvoj požara na otvorenom prostoru

**Glavni faktori koji utiču na ponašanje i razvoj požara
su:**

- **gorivi materijal**
- **vremenske prilike**
- **topografija**

- **Požarni sektor je deo objekta odeljen PP pregradama određene otpornosti od ostalih delova objekta, sa ciljem ograničenja požara na manju površinu**

Otpornost prema požaru se meri minutama.

- **Požarno opterećenje je količina toplote koja se oslobodi pri potpunom sagorevanju materijala, po jedinici površine prostora.**

Sredstva za gašenje

Najbolje je svaki požar ugaziti u početnom stadijumu. Uspeh brzog lokalizovanja i gašenja požara zavisi od raspoloživih sredstava za gašenje, opreme i obučenosti ljudi. Kao najčešća sredstva za gašenje požara koriste se: voda, pena, inertni gasovi...

Sredstva za gašenje požara su materije koje dovedene u kontakt ili prostor sa zapaljenom materijom trajno prekidaju proces gorenja.

Sredstva za gašenje

Da bi sredstva bila prihvatljiva i da bi mogla odgovoriti svojoj nameni i upotrebi moraju da ispunjavaju određene uslove i to:

- da gase efikasno, što znači da sa što manjom količinom ugase određen požar,
- da su upotrebljiva za gašenje većeg broja materija,
- da su postojana pri čuvanju i skladištenju,
- da su bezopasna po zdravlje ljudi i da nestvaraju materijalnu štetu,
- da su termostabilna,
- da im je upotreba jednostavna,
- da ih ima dovoljno,
- da su jeftina i
- da, po mogućnosti, nisu provodnici električne energije.

Sredstva za gašenje

Izbor sredstava za gašenje i način njihove upotrebe zavisi, većim delom, od:

- sadržaja materije, tj. od hemijskog sastava gorive materije,
- veličine i količine materije koja gori,
- veličine i jačine požara,
- količine toplote i toplotnog zračenja i
- prostora gde je požar nastao.

Efikasnost sredstva za gašenje

- Potrebna količina sredstava za gašenje požara zavisi od efikasnosti sredstva za gašenje. **Efikasnost sredstva za gašenje definisana je minimalnom količinom sredstva neophodnom za uspešno gašenje tipskog žarišta požara.**
- U slučaju primene sredstva zapreminskog gašenja pod sposobnošću gašenja podrazumeva se utrošak sredstva na jedinicu zapremine (kg/m^3) ili na jedinicu mase gorivog materijala (kg/kg).
- Intenzitet utroška sredstva može se odrediti kao njihov maseni utrošak u vremenu na jedinici štíčene površine ili zapremine ($\text{kg}/\text{m}^2\text{s}$ i li $\text{kg}/\text{m}^3\text{s}$).

Intenzitet utroška sredstva može se prikazati u oblicima :

$$I_v = \frac{G_f}{t_g \cdot V} \qquad I_A = \frac{G_f}{t_g \cdot A} \qquad (1)$$

gde je :

I_v - intenzitet utroška sredstva na jedinicu štićene zapremine $\left[\frac{kg}{m^3 s} \right]$,

I_A - intenzitet utroška sredstva na jedinicu štićene površine $\left[\frac{kg}{m^2 s} \right]$,

G_f - stvarni utrošak sredstva za gašenje požara $[kg]$,

t_g - vreme gašenja $[s]$,

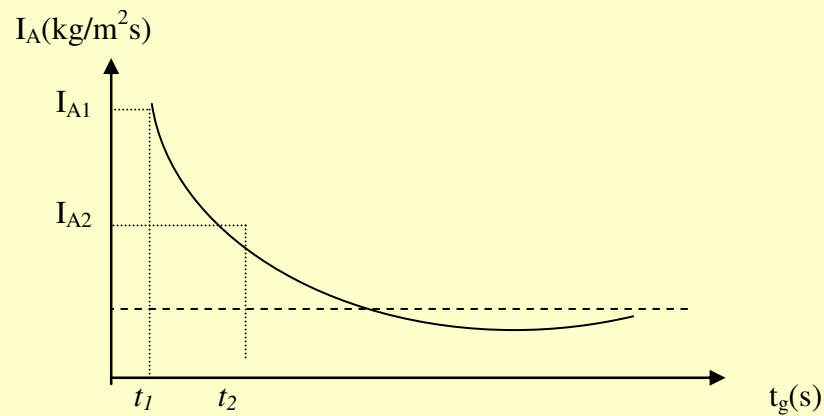
V - zapremina štićenog prostora $[m^3]$ i

A - površina gašenja $[m^2]$.

Sredstva za gašenje požara moguće je upotrebljavati duže vreme u malim količinama (manjim intenzitetom od potrebnog) i da se potroše raspoložive količine sredstva, a da se požar ne ugasi.

Utrošak većih količina sredstava za gašenje požara zahteva znatan utrošak sredstava i angažovanje većih snaga i tehnike i može dovesti do većih materijalnih šteta. Povećanje intenziteta utroška sredstava za gašenje dovešće do skraćivanja vremena gašenja, mada i tu postoji granica kada se bez obzira na intenzitet utroška sredstava vreme gašenja ne smanjuje. Takođe ne sme se zanemariti ni cena sredstva za gašenje.

Zavisnost vremena gašenja od intenziteta utroška sredstva



Podela sredstava za gašenje požara

Podela sredstava za gašenje požara može da se izvrši prema:

- mahanizmu gašenja,
- agregatnom stanju,
- nameni i
- načinu dobijanja

Prema mehanizmu gašenja na sredstva koja deluju:	Hlađenjem (voda, neke vrste pene),	
	Ugušivanjem (pena, prah, ugljendioksid inergen, FM 200, argon, pesak)	
	Antikatalitički (haloni, prah i neke vrste pena) haloni povučeni iz upotrebe zbog razgradnje ozonskog omotača.	
	Kombinovanim dejstvom na proces gorenja. Međutim, za svako sredstvo za gašenje požara karakteristično je jedno dominirajuće dejstvo. Tako na primer, osnovno dejstvo gašenja vodom je hlađenje-oduzimanje toplote, penom izolacija, ugljendioksidom razređivanje, a halonima i prahom inhibicija.	
Prema agregatnom stanju	Čvrsta (pesak, zemlja, prah ...)	
	Tečna (voda)	
	Gasovita (CO ₂ , pena, para, haloni)	
Prema načinu dobijanja	Prirodna	
	Industrijska	
Prema nameni po SRPS-u ZCO.OO3 za gašenje požara tipa 1979, povučen 1994.	A (požari čvrstih materijala)	Voda
	B (požari zapaljivih tečnosti)	Pena
	C (požari zapaljivih gasova)	Prah, CO ₂ , Nova inertna i hemijska sredstva
	D (požari metala)	Prah
	F (požari ulja i masti)	Hemijska sredstva
	→požari elektrišnih postrojenja (E)	CO ₂ , Pirotehnički generisani aerosol

Podelu sredstava za gašenje požara prema nameni definiše **SRPS EN 2:2011**, po kome se požari razvrstavaju u pet osnovnih vrsta (klasa) požara - prema gorivim materijama koje mogu biti zahvaćene požarom.
To su požari klase A, B, C, D i E.

Klase požara	Sredstva za gašenje
A-požari čvrstih gorivih materija	Voda Pena, prah, haloni, CO ₂
B-požari zapaljivih tečnosti	Pena Prah, haloni, CO ₂
C-požari zapaljivih gasova	Prah, haloni, CO₂ za hlađenje voda i pena
D - požari metala	M prah , suvi pesak
F - požari masti i ulja u kuhinjama	Aparati za gašenje specijalnom sapunastom penom dobijenom alalne mešavine sa masnim kiselinama Voda-ne

Podela sredstava za gašenje požara prema mehanizmu gašenja:

- rashlađujuća,
- zagušujuća,
- antikatalitiška i
- kombinovana.

Podela sredstava za gašenje požara prema agregatnom stanju:

- čvrsta,
- tečna i
- gasovita.

Podela sredstava za gašenje požara prema nameni, odnosno SRPS ZCO.003:

- A (požari čvrstih materija),
- B (požari zapaljivih tečnosti),
- C (požari zapaljivih gasova) i
- D (požari metala i električnih postrojenja)
- F (požari masti i ulja), **SRPS EN 2:2011**,
Klasifikacija požara

Podela sredstava za gašenje požara prema načinu dobijanja

- prirodna i
- industrijska.

Požar ulja u kuhinji

