

mišljenja i komentari

Poštovani čitatelji,

Početkom svibnja 2003. godine u redakciju je stiglo pismo prof. dr. sc. Zorana Gomzija s Fakulteta kemijskog inženjerstva i tehnologije u Zagrebu, u kojemu sustavno navodi svoje primjedbe na rad X. Idrizija i sur. Mehanizmi reakcija čvrstog i kapljevito reaktanta, objavljenog u našem časopisu (Kem. Ind. 52 : 3 (2003) str. 103–120). To pismo, kao i odgovor prof. dr. sc. Janekovića (sada u mirovini), jednog od autora članka, donosimo uz nebitna skraćivanja.

Zaključkom redakcije sa sastanka održanog 12. svibnja 2003. odlučeno je da se postupa na ovaj način kako bi se potakla argumentirana stručna rasprava koja će sigurno doprinijeti i kvaliteti radova koji će se objavljivati u našem časopisu.

Dobro je možda istaknuti da su i mentor i recenzenti ovoga rada profesionalno obavili velik i odgovoran posao – ne samo pri ocjeni rada nego i u nastojanjima da što kvalitetniji rad ugleda svjetlost dana. Putem takvih postupaka vidljiva je želja redakcije da pomogne autorima pri konačnom oblikovanju rada za tisak.

Zagreb, 28. 4. 2003.

Uredništvu časopisa "Kemija u industriji"
(dr. sc. Danko Škare)

U časopisu Kem. ind. broj 3 od 2003. god. objavljen je članak "Mehanizmi reakcija čvrstog i kapljevito reaktanta" autora X. Idrizija i sur., u kojem se, po mojem mišljenju nalazi niz grešaka. Smatram da recenzenti ovog rada nisu ispunili svoju ulogu te da se rad nije trebao u ovom obliku objaviti u časopisu. U nekoliko točaka pokušat ću sažeti svoje primjedbe.

1. Rad je svrstan u kategoriju preglednih radova što podrazumijeva kritički osvrt na nedavno objavljene radove iz tog područja s odgovarajućom sintezom i zaključkom o sadašnjim istraživanjima. Svega toga u navedenom radu nema. Dovoljno je spomenuti da je u navedenoj literaturi samo jedan rad objavljen nakon 1990. god.(!), dok je većina citiranih radova objavljena između 1940. i 1970.

2. Da li postoji neki opravdani razlog za uvrštenje dijela "Određivanje raspodjele veličina zrna – kratki osvrt", ne znam, no sigurno je da se to u pregledni rad ne uklapa.

3. Opća je primjedba na stil i terminologiju čitavog rada koji nisu na odgovarajućoj znanstvenoj razini.

4. U radu postoji čitav niz tvrdnji i objašnjenja koji su, najblaže rečeno, dvojbeni. S tim u svezi navodim nekoliko primjera:

4.1. Prvi pasus u Uvodu je čitav loše i netočno napisan. Reakcije čvrsto – kapljevito istražuju se već čitavo stoljeće (kao i ostale vrste reakcija!) i nije se tek od nedavno "povećalo zanimanje istraživača za to područje". Nadalje, ne može se reći da je "Istraživanje heterogenih reakcija zamršeno i, za razliku od homogenih reakcijskih sustava, ne daje jednoznačne, o podrijetlu uzorka neovisne rezultate". Što to uopće znači?

4.2. U odjeljku "Tipovi heterogenih reakcija" cijeli niz tvrdnji je dvojben. Npr., što znači rečenica: "Osim toga, istraživač mora razmotriti i reakcije u graničnom sloju." U kojem graničnom sloju, kakove reakcije?

Dalje, što znače rečenice: "Usprkos tome, još su uvijek česti pokušaji da se kinetika, opiše jednadžbom brzine reakcija n -tog reda. Takav je pristup dopustiv samo za neke slučajeve jednostavnih reakcija, što znači da za većinu realnih reakcija potrebne informacije možemo dobiti samo iscrpnim matematičkim, topokemijskim proučavanjem vjerodostojnog modela"? Očigledno je da autori ne poznaju pojam ukupne brzine (eng. *global rate* ili *overall rate*).

Dalje, u sljedećem pasusu: Što znači rečenica "Prema tome, kinetičar koji istražuje heterogene reakcije suočen je s temeljnim problemom: koncentracija, važno sredstvo za definiranje zakona

brzine reakcije, nije odveć korisna ako nije osigurana jednostavna metoda za njeno mjerenje." Ovome ne treba komentara!

4.3. Posebno loše je napisan odjeljak "Teorijski temelji interakcije kapljevito i polidisperznog čvrstog reaktanta". Autori uvode pojmove "interakcija" i "polidisperznost" koji ostaju potpuno nerazjašnjeni. Tumačenje prijenosa tvari kroz granični sloj je neprihvatljivo. Što znače npr. rečenice: "U otopini se, bez obzira na udaljenost od graničnog sloja, ne ustaljuje konstantna koncentracija. U tom slučaju vrijedi II. Fickov zakon difuzije." Očigledno je da autori nisu upoznati s općepoznatom činjenicom da je drugi Fickov zakon u stvari bilančna jednadžba za tvar koja difundira kroz mirujuću (stagnantni) sloj uz granicu faza. Tumačenje nastajanja graničnog sloja s miješanjem nije primjereno. Jed. (1) nije dobro napisana. Potreban je znak parcijalne derivacije a u članu na desnoj strani jednadžbe potrebna je druga derivacija koncentracije po prostornoj koordinati, a ne prva.

4.4. Nije jasna rasprava o difuziji i reakciji počevši od jed. (2) do zaključno jed. (10). Poznato je da su reakcija na površini čvrstog reaktanta i prijenos reaktanta iz kapljevite faze do te površine slijedni procesi. Ukupna brzina zavisi od brzine površinske reakcije i od brzine prijenosa (ako ne postoji unutarfazna difuzija!). U graničnim slučajevima ukupna brzina se svodi ili na brzinu prijenosa ili na brzinu reakcije na površini. O tim temeljnim pojmovima postoji zaista opsežna literatura. Vidi npr. klasično djelo R. B. Bird, E. W. Stewart and E. N. Lightfoot, "Transport Phenomena", J. Wiley, N. Y., 1960.

Pristupačno napisano je npr. u udžbeniku H. Scott Fogler, "Elements of Chemical Reaction Engineering", Prentice Hall, 1999, poglavlje External Diffusion Effects on Heterogeneous Reactions, str. 686–736.

4.5. Previše bi trebalo za analizu svih nejasnoća i netočnosti u čitavom radu. Od svega, na kraju treba spomenuti Zaključak u kome se komentira samo o interakciji aluminijeva hidroksida i 2,4-pentadiona. A kako je napisan dovoljno je citirati samo jedan ulomak: "Miješanje reakcijske smjese mora biti djelotvorno i u svim pokusima jednako. Kad zbog stvaranja sloja produkata ili međuprodukata na površini čvrstog reaktanta, bude prekinut izravan dodir reaktanta, održavanje tvorbe produkta zahtijeva znatnu pokretljivost zrna čvrstog reaktanta, a brzine su često kontrolirane difuzijom kapljevito reaktanta kroz spomenutu barijeru".

O svemu ostalom što bi trebalo biti glavna tema članka nema riječi!

Ovo je pismo napisano Uredništvu časopisa, kojem ostavljam slobodu da ga objavi u cijelosti ili da u dogovoru sa mnom postupa drugačije. U svakom slučaju očekujem mišljenje Uredništva o mojem komentaru!

Prof. dr. sc. Zoran Gomzi

Dr. sci. Danko Škare,
glavni urednik časopisa
»**Kemija u industriji**«
10000 Zagreb
Berislavićeva ul. 6
U Zagrebu, 8. srpnja 2003.

Poštovani dr. Škare,

primivši Vaše pismo od 13. svibnja 2003. s primjedbama prof. dr. Zorana Gomzija na moj rad: Xhemil Idrizi i sur., »*Mehanizmi reakcija čvrstog i kapljevitog reaktanta*«, i pročitavši primjedbe prof. Gomzija, pomislio sam da se o njima može raspravljati i da ne moraju biti posve točne, ali da radu ipak nedostaje sustavnost i logička cjelovitost. I kad je, nakon popravaka koje su zahtijevali recenzenti, rad prihvaćen za tisak, nisam njime bio zadovoljan jer sam znao da smo ga mogli i morali mnogo bolje napisati. Naime, da bi pregled ove vrste bio uistinu informativan, mogući mehanizmi heterogenih reakcija moraju biti predloženi jasnim crtežima, teorijski protumačeni i osvijetljeni dobro proučenim primjerima. Ipak, treba reći da je naš rad plod znatnog truda, i to je, vjerojatno, bio glavni razlog što su ga recenzenti naposljetku prihvatili.

Moj pristup prigovorima prof. Zorana Gomzija temelji se na spoznaji da je, kad nema društvenih mehanizama koji ljudskoj taštini priječe ugrožavanje općeg dobra, istina jedino oružje u borbi za moralno zdravlje društva. Tako sam uvijek mislio i, u suglasju s tim, postupao, a to ću potkrijepiti uvjerljivim dokazom.

Ovo je prigoda da se ponovno istakne stupnjevitost moralnih vrijednosti. Znamo da neki moralni zahtjevi imaju prednost u odnosu na druge. Poslati nedorađeni rad u tisak, po mom je mišljenju manje zlo od, na primjer, činjenice da g. Xhemil Idrizi, jedan od autora članka, nije magistrirao. A on je eksperimentalni rad na temi: »*Interakcija γ -aluminijeva hidroksida i 2,4-pentandiona*« započeo 1981. Oko 1985. njegov je magistarski rad u biti bio dovršen. Neka poštovani čitatelj ne brza sa zaključkom, jer je vrlo vjerojatno da će pogriješiti.

Sada ću odgovoriti na prigovore prof. Zorana Gomzija.

1. Po mojem mišljenju pregled ne mora nužno biti kritički osvrt na nedavno objavljene radove. Dakako, takav je pregled mnogo vredniji od općenitog prikaza nekog područja, ali je za nj potrebno višegodišnje bavljenje tim područjem. U pisanju našega rada oslanjali smo se (recenzenti su to primijetili) ponajprije na rad Jaroslava Šestáka, direktora Instituta za fiziku čvrstog stanja u Pragu, i Gunnara Berggrena, objavljenog kao pregled u *Thermochemica Acta* 1971, 3, 1–12. U granicama naših mogućnosti nastojali smo da naš rad bude barem nešto bolji.

2. Odlomak »*Određivanje raspodjele veličina zrna – kratak osvrt*« ušao je nepažnjom: rad je, zapravo, 'opći' dio magistarske radnje Xhemila Idrizija. Prvotna namjera bila je prikazati utjecaj razdiobe veličina zrna na kinetičke karakteristike reakcija. Od toga se odustalo zato što je u vrijeme kad smo se bavili tim istraživanjima golema većina radova u kojima je razmatran utjecaj razdiobe veličina zrna čvrstog reaktanta bila posvećena reakcijama termičke dekompozicije i reakcijama čvrsto-čvrsto. Kasnije, tj. od početka 80-tih godina, razvoj događaja bio je tako brz da je naše zaostajanje u poznavanju činjeničnog stanja bilo teško nadoknaditi. Potrudit ćemo se ispraviti taj propust.

3. Izostavljajući odgovor na primjebu o 'stilu', napomenut ću da je prigovor u odnosu na terminologiju prihvatljiv.

4.1. Pierre Simon marquis de Laplace definirao je temeljna načela prostorne konfiguracije kalorimetara, ali su se W. F. Giauque, H. L. Johnston, J. P. McCullough, G. Waddington, K. S. Pitzer, D. W. Scot, F. D. Rossini i drugi veliki termokemičari, koji su

svoje radove objavljivali u razdoblju između 1920. i 1965. godine, s pravom oslanjali na iskustva u konstrukciji kalorimetara stečena poslije 1900.

Radovi o heterogenim reakcijama čvrsto-kapljevito objavljeni prije 1960. nisu nam bili od koristi. Otada njihov broj naglo raste, a osobito posljednjih dvadesetak godina.

Kao 'research assistant' prof. dr. Egona Matijevića na Clarkson University, tražeći literaturu o heterogenim reakcijama, naišao sam na »*Comprehensive Chemical Kinetics*« (editors Ch. Bamford and C. F. H. Tipper), izdanje Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam – Oxford – New York. Od ukupno dvadeset i dva sveska četiri su posvećena heterogenim reakcijama (Section 8. »*Heterogeneous Reactions*«), i to: Volume 19 »*Simple Processes at the Gas – Solid Interface*«, Volume 20 »*Complex Catalytic Processes*«, Volume 21 »*Reactions of Solids with Gases*«, Volume 22 »*Reactions in the Solid State*«. Autori 22. sveska su W. E. Brown, D. Dollimore i A. K. Galwey. Od 1924 referencije samo se tri odnose na reakcije čvrsto-kapljevito. U prvoj glavi (»*Introduction*«, u odsječku 4.2, »*Reactions of Types: Solid + Gas and Solid + Liquid*« (ukupno 27 redaka) stoji:

»*Although neither of these classes falls within the scope of this review, it is nevertheless appropriate to indicate their relationships with the present subject. ...*

*Since the "free energy" of a molecule in the liquid phase is not markedly different from that of the same species volatilized, the variation in the intrinsic reactivity associated with the controlling step in a solid-liquid process is not expected to be very different from that of the solid-gas reaction. Interpretation of kinetic data for solid-liquid reactions must, however, always consider the possibility that mass transfer in the homogeneous phase of reactants to or products from, the reaction interface is rate-limiting [C. H. Bovington and A. L. Jones, *Trans. Faraday Soc.*, 1970, 66, 764, 2088.; A. F. M. Barton and N. M. Wilde, *Trans. Faraday Soc.*, 1971, 67, 3590]. Kinetic aspects of solid-liquid reactions have been discussed by Taplin [J. H. Taplin, *J. Appl. Chem. Biotechnol.*, 1973, 23, 349].«*

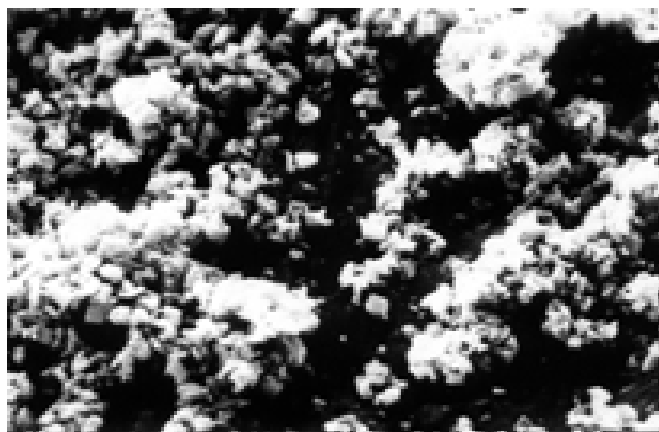
Otuda te iz činjenice da u toj 'comprehensive' kemijskoj kinetici nema knjige o reakcijama čvrsto-kapljevito, zaključio sam, možda brzopleto, da je literatura o tim reakcijama još uvijek nedovoljna. Povučem željom da moji suradnici vide i rezultate svojeg dugotrajnog i mnogostranog rada, propustio sam temeljito pregledati radove objavljene u posljednjih dvadeset godina. Moj grijeh!

»*Istraživanje heterogenih reakcija zamršeno je i, za razliku od homogenih reakcijskih sustava, ne daje jednoznačne, o podrijetlu uzorka neovisne rezultate.*« Što to uopće znači? Što to znači, pokazat ću na jednom primjeru.

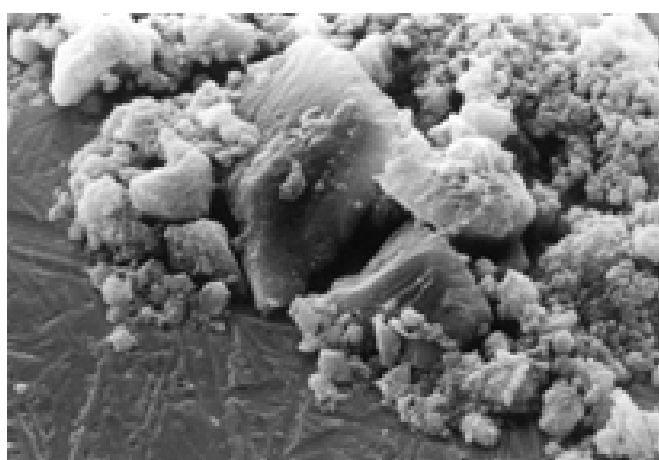
Istraživali smo reakciju γ -AlOOH (bemit) + 2,4-pentandion + mala količina konc. solne kiseline ($\varphi = 0,003$). Čisti bemit pripravili smo na dva načina: hidrotermičkom pretvorbom gibsita »Merck«, puriss., u čeličnoj bombi (Julius Böhm, te R. Fricke i H. Severin) i reakcijom aluminija i vode pri temperaturi od 100 °C (R. Fricke i K. Jockers).

Reakcijom aluminija i vode pri sobnoj temperaturi nastaje bajorit, α -Al(OH)₃ (metoda H. Schmäha). U svojim predavanjima iz Opće kemije spomenute sam reakcije navodio kao primjer utjecaja temperature na vjerojatnost njihova događanja.

Rentgenska difrakcija pokazala je da je obama postupcima dobiven čisti bemit, samo što je iz difraktograma bemita, pripravljena Fricke-Jockersovom metodom, vidljivo da je pripravak vrlo sitno-kristaličan. To je potvrđeno i elektronskom pretražnom mikroskopijom (snimio dr. sc. Marijan Tudja 1978.):

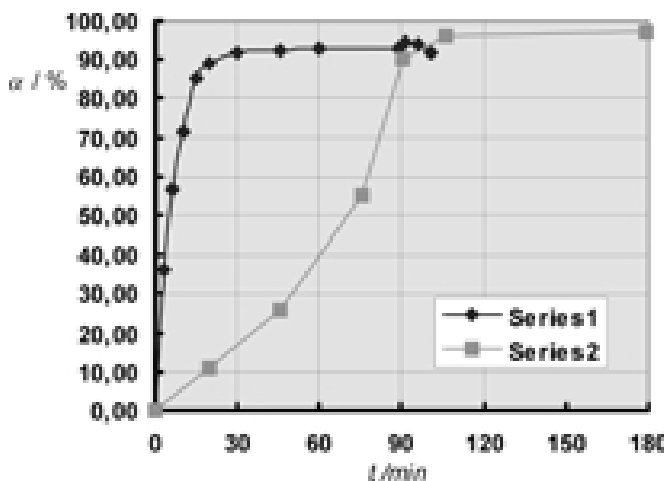


J. Böhm; R. Fricke i H. Severin



R. Fricke i K. Jockers

Kinetičke krivulje prvi put su objavljene, bez interpretacije, u zborniku radova za »4th International Congress for the Study of Bauxites, Alumina and Aluminum«, Atena, 1978. (H. Iveković, A. Janeković, and M. Tudja: »The Influence of Chelating Organic Solvents on Aluminum Hydroxides and Oxyhydroxides«, Vol. 3, pp. 139–153):

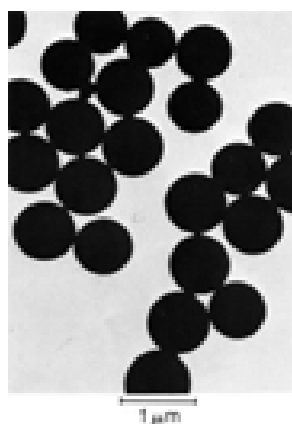


Ovisnost stupnja odmaklosti reakcije o vremenu
krivulja 1: bemit dobiven postupkom R. Frickea i K. Jockersa,
krivulja 2: bemit dobiven postupkom R. Frickea i H. Severina.

Pokušaj interpretacije dviju kinetičkih krivulja (dobivenih s novim pripravcima bemita i u novim pokusima objavljen je na »Fourth Meeting of the European Clay Groups«, Freising, 1980. (A. Janeković, A. Bezjak, V. Runje, E. Tkalčec, and M. Tudja: »The Reaction between Boehmite and 2,4-Pentanedione«, Abstracts, pp. 70–71). Nastupili smo s posterom upravo zato što smo htjeli da u razgovorima sa sudionicima sastanka nađemo put rješavanja problema. Razgovora je bilo, bilo je i vrijednih ideja, ali ih u to vrijeme nismo mogli ispitati. Ocijenivši da stvar nije zrela za objavljivanje, do danas nisam objavio rezultate istraživanja.

Da utvrđivanje mehanizma heterogenih reakcija može biti vrlo zamršeno, ne samo u teorijskom nego i u eksperimentalnom pogledu, pokazuje i činjenica da do danas nisu istraženi ni kinetika ni mehanizam hidrotermičke reakcije kojom gipsit prelazi u bemit. A Julius Böhm, po kome je γ -AlOOH dobio ime, objavio je svoj postupak sinteze bemita 1925. godine (*Z. anorg. allg. Chem.*, 149, 207).

Pregledom literature za vrijeme moga boravka na Clarkson University (izborio sam ga upravo zato da, kao suradnik prof. Egona Matijevića, upoznam tehnike spravljanja uniformnih, monodisperznih praškova) našao sam da su prof. Matijević i suradnici uspjeli, metodom tzv. forsirane hidrolize, dobiti monodisperzan, amorfan $\text{Al}(\text{OH})_3$ [zagrijavanjem 0,002 M otopine $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 48 sati pri temperaturi od 97 °C; R. Brace and E. Matijević, *J. Inorg. Nucl. Chem.*, 1973, 35, 3691] i bemit [starenjem kisele 0,0030 M otopine $\text{Al}(\text{ClO}_4)_3$ pri temperaturi od 125 °C; W. B. Scott and E. Matijević, *J. Colloid Interface Sci.*, 1978, 66, 447]:



amorfan $\text{Al}(\text{OH})_3$, TEM



bemit, SEM

Pitam se: kakvu bi kinetičku krivulju i jednadžbu brzine reakcije dali pokusi s bemitom koji je pripremljen postupkom Scotta i Matijevića?

4.2. »Osim toga, istraživač mora razmotriti i reakcije u graničnom sloju.«

O kakvu je sloju (ispravnije: zoni) i o kojim reakcijama riječ, pokazat ću ovim odlomcima iz gore spomenute monografije (W. E. Brown, D. Dollimore, A. K. Galwey).

» **The reaction Interface** can be defined as the nominal boundary surface between **reactant** and the **solid product**. This simple representation has provided a basic model that has been most valuable in the development of the theory of kinetics of reactions involving solids. In practice, it must be accepted that the interface is a **zone of finite thickness** extending for a small number of lattice units on either side of the nominal contact surface. The reaction interface may be regarded as a complex crystal imperfection, partially constituted of reactant, which is evidently in a state of enhanced reactivity since it is here that there is preferential, if not exclusive, product formation.« (p. 4).

»A reaction interface is the zone immediately adjoining the surface of contact between reactant and product and within which bond redistributions occur. Prevailing conditions are different from those characteristic of the reactant bulk as demonstrated by the enhanced reactivity, usually attributed to local strain, catalysis by products, etc.

At any instant during reaction, the total quantity of any intermediate temporarily existing within a layer a few molecules in thickness is small. Therefore, transitory unstable or reactive species residing within this specialized zone are unlikely to survive removal for identification.« (p. 109).

»Usprkos tome, još su uvijek česti pokušaji da se kinetika opiše jednadžbom brzine reakcija n -tog reda. Takav je pristup dopustiv samo za neke slučajeve jednostavnih reakcija, što znači da za većinu realnih reakcija potrebne informacije možemo dobiti samo iscrpnim matematičkim, topokemijskim proučavanjem vjerodostojnog modela.«

Ta je rečenica uzeta iz literature, ref. 19. Ta tvrdnja nije više aktualna.

O mišljenju da iz odlomka »Usprkos tome, još su uvijek česti pokušaji ...« slijedi kako »autori ne poznaju pojam ukupne brzine«, mogu reći samo to da smo pri identifikaciji jednadžbe brzine slijedili uputu iz već spomenute knjige koju su napisali W. E. Brown, D. Dollimore i A. K. Galway, str. 77–79:

»It is sometimes found that a given set of α -time observations are obeyed with equal accuracy by two different rate equations and the kinetic analysis resolves itself into a test of distinguishing the applicability of the alternative functions of a . Four general approaches have been used in kinetic analyses.

(i) Testing the linearity of a plot of $f(\alpha)$ against time; the slope is the rate coefficient for **the overall reaction**.

(ii) ...«

Na početku drugog poglavlja spomenute knjige (koju smo temeljito proučili) stoji:

»Measurements of overall reaction rates (of product formation or of reactant consumption) do not necessarily provide sufficient information to describe completely and unambiguously the kinetics of the constituent steps of a composite rate process. A nucleation and growth reaction, for example, is composed of the interlinked but distinct and different changes which lead to the initial generation and to the subsequent advance of the reaction interface. Quantitative kinetic analysis of yield-time data does not always lead to a unique reaction model but, in favourable systems, the rate parameters, considered with reference to quantitative microscopic measurements, can be identified with specific nucleation and growth steps. ...

While the topochemistry of interface advance can be observed, the chemistry of reactions proceeding within that interface, localized inside the bulk of reactant particles, is less easily investigated. Intermediates cannot be isolated without destruction of the specialized environment in the strained region at the juxta position of two phases where these are generated. Identification of those species which are necessary participants in a chemical transformation can be difficult since the total quantity present may be low. Moreover, the use of spectral and/or resonance techniques for their detection is precluded in many systems of interest where the product is opaque, metallic and/or defective. It is difficult to establish whether reactant groupings or local lattice defects are true participants and the existence of a molecular or ionic grouping does not prove that it is a significant or necessary stage in the chemical transformation. Intermediates also may be adsorbed on surfaces. ...«

Rečenica: »Prema tome, kinetičar koji istražuje heterogene reakcije ...« potječe iz literature, ali sada ne mogu reći o kojoj se referenciji radi. Osvrnut ću se na to u budućem radu.

4.3. Pojam »interakcija« po mojem je mišljenju sasvim prikladan za ukupnost događanja na granici faza. Treba reći da ga nikad nisam smatrao sinonimom za pojam »reakcija«. U gore spomenutoj knjizi čitamo (str. 7):

»Experimental studies of the interaction of a solid with a gas, liquid or solute must ensure that there is uniform availability of the homogeneous participant at all surfaces within an assemblage of reactant crystallites if meaningful kinetic measurements relating to the chemical step are to be obtained. If this is not achieved, then diffusion rates will control the overall rate of product formation. Such effects may be particularly significant in studies concerned with finely divided solids.«

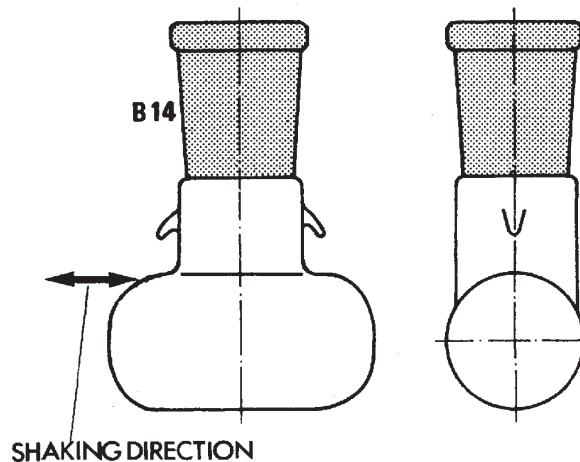
Što se tiče pojma »**polidisperznost**«, mislim da ga ne treba tumačiti. Za vrijeme svojega bogatog i uspješnog boravka na **Clarkson University** (godine 1982./83.) kupio sam više knjiga, a među njima i izvrsnu knjigu Paula C. Hiemenza: »**Principles of Colloid and Surface Chemistry**«, Marcel Dekker, Inc., New York and Basel, 1977. Odjeljak 1.8 prvoga poglavlja (»**Colloid and Surface Chemistry: Their Scope and Variables**«) ima naslov: »**Polydispersity**«. Knjiga je, zapravo, udžbenik jer u predgovoru stoji:

»This is primarily a textbook, written with student backgrounds, needs, and objectives in mind.«

Problemi povezani s difuzijom u heterogenim reakcijskim sustavima nisu kako valja obrađeni. Nadam se da ću to učiniti u idućem radu. Ili će to učiniti netko drugi.

4.4. Zanima me literatura koju spominje prof. Gomzi i rado bih pročitao te knjige!

4.5. Citirani odlomak, prilično nespretno oblikovan, tiče se naših iskustava. Ostvariti djelotvorno miješanje, a istodobno i termostatiranje reakcijske smjese nije uvijek lako. Što se tiče miješanja, imamo vrlo neobična iskustva, ali ih nismo objavili zbog nedovoljne reproducibilnosti opažanja, pogotovo kad su se reakcije događale u autoklavu. Neke pokuse, npr. s lepidokrocitom, γ -FeOOH, vršili smo u posudicama različita oblika. Pokazalo se da se dovoljno reproducibilni rezultati dobivaju s posudicama oblika prikazanog crtežom (»4th International Congress for the Study of Bauxites, Alumina and Aluminum«, Atena, 1978. A. Janeković, H. Iveković, and M. Tudja: »The Influence of Chelating Organic Agent (Acetylacetone) on Lepidocrocite and Hematite«, Vol. 4, pp. 88–94):



Uz štovanje,
Dr. August Janeković