

## Bilješka o općoj šemi koagulacionog i peptizacionog mehanizma

BOŽO TEŽAK

Pojave koagulacije i peptizacije počevši od klasičnih eksperimenata Faraday-a<sup>1)</sup>, Schulze-a<sup>2)</sup>, Picton-a i Linder-a<sup>3)</sup>, te Hardy-a<sup>4)</sup>, pa sve do naših dana, pokušali su tumačiti mnogi autori. Osobito su česti pokušaji interpretacije djelovanja neutralnih elektrolita na liofobne sisteme, gdje je električni karakter čestica bio vrlo očit zbog djelovanja jona raznih valencija. Pojave kod liofilnih sistema obično su se tumačile samo kvalitativno odnosima atraktiviteta čestice prema otapalu.

Pregledavši veliki broj radova iz klasičnog kao i suvremenog razdoblja našli smo, da su mnoge teorije jednostavno zaboravljene, dok druge vrlo često sadržavaju zajedničke elemente. Može biti, da je uloga električnog naboja, koji se često kod tih sistema nalazi, bila i suviše naglašena. To nalazimo kod gotovo svih teorija, počevši od one Whetham-a<sup>5)</sup>, Bredig-a<sup>6)</sup>, Billitzer-a<sup>7)</sup>, Woudstra-e<sup>8)</sup>, Hatschek-a<sup>9)</sup>, Bolam-a i Bowden-a<sup>10)</sup>, pa sve do Verwey-a i Overbeek-a<sup>11)</sup>. Jednako tako i kemijske teorije Duclaux-a<sup>12)</sup>, Jordis-a<sup>13)</sup>, Loeb-a<sup>14)</sup>, Pauli-a<sup>15)</sup> i dr. nisu istaknule druge faktore u takvom obliku, da bi iz njih mogli izvući jedinstveni princip za aglomeracioni mehanizam. Freundlich-ova<sup>16)</sup> adsorpciona teorija također je, kao i Wo. Ostwald-ova<sup>17)</sup> teorija koeficienata aktiviteta, naglašavala jonske odnose bilo na površini, odnosno u otopini.

Ipak gotovo sve te teorije pokazuju kao zajedničku karakteristiku posebnu raspodjelu bilo naboja, bilo jona ili molekula na površinama kolidnih čestica prema raspodjeli sličnih elemenata u unutrašnjosti otopine. To bi mogli uzeti kao polaznu točku za promatranje ne samo liofobnih, već i

1) M. Faraday, Phil. Mag., S. 4, 14 (1857) 512.

2) H. Schulze, J. prakt. Chem. N. F., 25 (1882) 431; 27 (1883) 320.

3) H. Picton and S. E. Linder, J. Chem. Soc., 61 (1892) 148; 67 (1895) 63; 71 (1897) 568.

4) W. B. Hardy, J. Physiol., 24 (1899) 288; Proc. Roy. Soc., 66 (1900) 110.

5) W. C. D. Whetham, Phil. Mag., 48 (1899) 474.

6) G. Bredig, Anorganische Fermente, Leipzig 1901, str. 14.

7) J. Billitzer, Z. physik. Chem., 45 (1903) 307; 51 (1905) 129.

8) H. W. Woudstra, Z. physik. Chem., 61 (1908) 607.

9) E. Hatschek, Kolloid-Z., 9 (1911) 159.

10) Th. R. Bolam and G. Bowden, J. Chem. Soc., 1932, 2684.

11) E. J. W. Verwey and J. Th. G. Overbeek, Theory of the Stability of Lyophobic Colloids, Amsterdam 1948.

12) J. Duclaux, Kolloid-Z., 3 (1908) 126.

13) E. Jordis, und E. Schweizer, Z. angew. Chem., 23 (1910) 577.

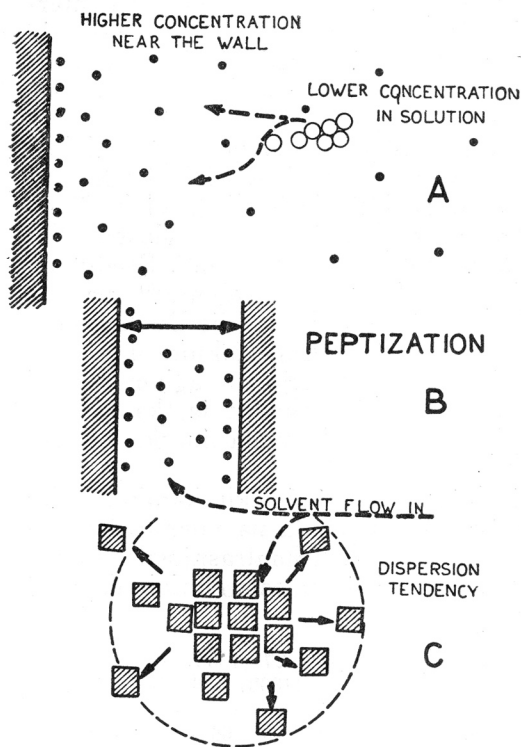
14) J. Loeb, Proteins and the Theory of Coloidal Behavior, New York, 1922.

15) W. O. Pauli und E. Valko, Elektrochemie der Kolloide, Wien 1929.

16) H. Freundlich, Z. physik. Chem., 73 (1910) 385.

17) W. O. Ostwald, Kolloid-Z., 73 (1935) 301; 88 (1939) 1; 94 (1941) 169.

liofilnih, pa i miješanih sistema. Uz to naglašavanje uloge te raspodjele može nam dati zajedničku bazu za tumačenje peptizacije, stabilnosti, koagulacije, te drugih pojava dezagregacije i agregacije amikronskih i submikronskih partikula, kao i agregacionog rasta kristala, taktoida, tikso-tropnih gelova, koacervata i dr. Zato ćemo uzeti da je kod svih tih sistema bitno, da postoji stanovita zapreka u difuziji, a prema tome i jednolikoj raspodjeli one komponente, koja je s obzirom na svoju koncentraciju odlučna za osmotski tlak. Koloidne čestice si kod toga možemo predstaviti kao pomične, doduše nepropusne membrane, koje međutim u svojoj neposrednoj blizini mogu imati veću ili manju koncentraciju otopljenih jona ili molekula, odnosno molekula otapala, nego je to slučaj u unutrašnjosti tekuće faze.



Sl. 1. Šematski prikaz stanja u blizini površine koloidnih čestica (makrokomponente) kad je koncentracija iona ili molekula (mikrokomponente) u blizini površine **veća** nego u unutrašnjosti otopine; uslijed tih razlika koje su odgovorne za osmotski tlak dolazi do **peptizacije**.

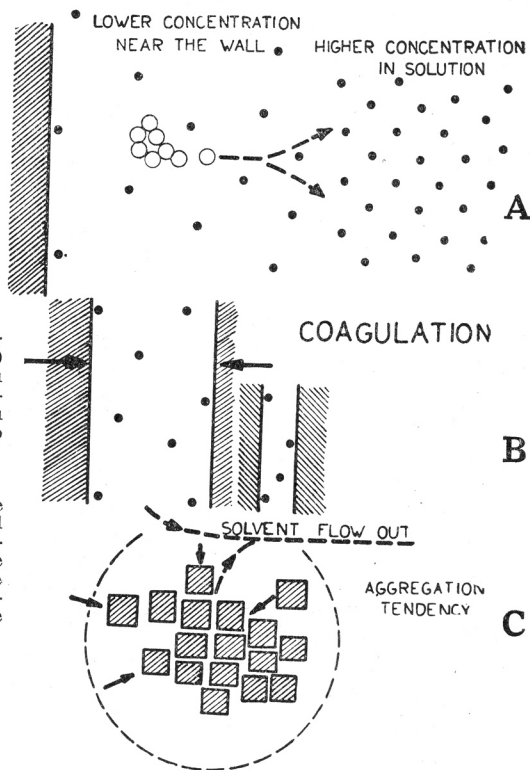
Fig. 1. Schematic presentation of the situation near the surface of the colloid particle (macrocomponent) when the concentration of the microcomponent near the surface is **larger** than in the inner of the solution in bulk; as a result of the differences in osmotic pressures there is the tendency of **peptization**.

Najbolje će se razabrati bitni dio naše interpretacije mehanizma peptizacije i koagulacije na priloženim šematskim prikazima sl. 1 i 2.

Općenito dolaze u obzir tri temeljna faktora: (1) površina čestica, odnosno čestice same (predstavljene s koso iscrtanim površinama), (2) tzv. otopljena komponenta, ili i više njih (predstavljene s crnim točkama) i (3) molekule otapala (koje su samo djelomično naznačene s malim kružnicama, dok se inače pretpostavlja, da ispunjavaju cijeli raspoloživi prostor).

Ako je situacija u blizini površine takva, da je koncentracija otopljene komponente veća, nego u unutrašnjosti tekućine, na pr., zbog adsorpcije, sistem bit će stabilan, a djelomično agregirane čestice će se desagre-

girati (peptizirati) uslijed nadiranja molekula otapala, pa prema tome i djelovanjem osmotskog tlaka, koji će u međuprostorima između čestica biti mnogo veći nego onaj, koji odgovara koncentraciji otopljene komponente u tekućini. Na sl. 1 šema A pokazuje tu razliku u koncentraciji. Tu imamo tendenciju molekula otapala, da se koncentracija u području uz površinu izjednači, a nasuprot toj tendenciji djeluje adsorpcija, ili iz bilo kojeg drugog razloga izazvana nesposobnost difuzije otopljene komponente iz tog metoričkog sloja. Šema B pokazuje, kako je koncentracija otopljene komponente još mnogo veća, kad se ovakve dvije površine nađu blizu, što će se očitovati i u tendenciji razdvajanja sastavljenih čestica, kako je to konačno prikazano za veći broj čestica u umanjenom mjerilu na šemi C.



Sl. 2. Šematski prikaz stanja u blizini površine koloidne čestice (makrokomponente) kad je koncentracija mikrokomponente u blizini površine manja nego u unutrašnjosti otopine; uslijed tih razlika koje su odgovorne za osmotski tlak dolazi do koagulacije.

Fig. 2. Schematic presentation of the situation near the surface of the colloid particle (macrocomponent) when the concentration of the microcomponent near the surface is lower than in the inner of the solution in bulk; as a result of the differences in osmotic pressures there is the tendency of coagulation.

Na slici 2 imamo u šemi A obrnuti slučaj, da je u blizini površine koncentracija otopljene komponente manja, na pr., zbog većeg atraktiviteta površine prema molekulima otapala. Tako difuzija otopljene komponente u metorički sloj može biti sprečavana, pa da se sistem približi ravnotežnom stanju, čestice se agregiraju, stvarajući između površina odgovarajuću koncentraciju otopljene komponente. Šema B pokazuje nam situaciju u međuprostoru manje ili više približenih čestica, dok šema C naznačuje za veći broj čestica tu tendenciju agregiranja (koaguliranja).

Mi smo hotimice ispustili ovdje svaku raspravu o karakteru naše površine, otopljene komponente, ili otapala. Svi ti elementi mogu imati

najrazličitije karakteristike jona, atoma, molekula i polimera. Očigledno će svaka karakteristika uvjetovati i posebni tok naznačenog mehanizma peptizacije, stabilizacije, ili koagulacije, ali za kvalitativnu interpretaciju morat ćemo svakako pripisati temeljnu ulogu gore nabrojenim faktorima. Kako jonski sistemi predstavljaju prema onome, što smo na početku spomenuli, najvažnije objekte eksperimentalnog i teoretskog obrađivanja, to ćemo se s njima posebno pozabaviti drugom prilikom. Ovdje pak, baš radi naglaska jedinstvenosti našeg temeljnog principa za sve koloidne sisteme, nećemo iznositi druge ni zajedničke ni posebne karakteristike, koje će se u svakom konkretnom slučaju morati uzeti u obzir.

FIZIČKO-KEMIJSKI INSTITUT  
PRIRODOSLOVNI FAKULTET  
ZAGREB

Primljeno 24. ožujka 1952.

### ABSTRACT

#### Note on the General Scheme for the Mechanism of Coagulation and Peptization Processes

by

BOŽO TEŽAK

In discussing the older theories of the coagulation of lyophobic sols, it was pointed out that the governing principle for the mechanism of coagulation could be found by considering the distribution of those components responsible for the difference of the osmotic pressure in the region near the surface of the colloid particles (methoric spaces) as compared with the osmotic pressure in the solution in bulk. If the concentration of ions and molecules of the dissolved component in the methoric spaces is greater than in the interior of the solution, the resulting difference in osmotic pressure would tend to separate the particles (peptization). On the other side if the concentration in the methoric spaces is smaller than in the interior of the solution (e. g., owing to the adsorption of solvent molecules), the equilibrium distribution of the ions and molecules could be reached by approaching the surfaces of the colloid particles, thus giving an agglomerating system (coagulation). The schematic presentations of both cases of peptization (stabilization) and coagulation are given in Figs 1 and 2, respectively.

LABORATORY OF PHYSICAL CHEMISTRY  
FACULTY OF SCIENCE  
ZAGREB, CROATIA

[Received, March 24, 1952]