

SCIENCA REVUO, oficiala organo de ISAE
Vol. 37 (1986), n-ro 1 (151)

Eldonanto: Internacia Scienca Asocio Esperantista (ISAE)
Ĉefredaktoro: RNDr. Josef Kavka, CSc., Lužná 7, CS-160 00 Praha 6 — Vokovice, Ĉeĥoslovakio
Grafika redaktoro: Bruĉjo Kasini, «Edistudio», c. p. 213, I-56100 Pisa, Italujo
Administranto por la pagipovaj landoj: «Edistudio», pĉk 12230561, Italujo, ☎ +39(50)48670
Administranto por la nepagipovaj landoj: Dr. Václav Hník, CSc., Fakulta architektury ČVUT, Thákurova 7 — CS-166 34 Praha 6 — Dejvice, Ĉeĥoslovakio
Kompostis: «Composit», via Giordano Bruno 8, I-56100 Pisa, Italujo
Enpaĝigis: «Edistudio», c.p. 213, I-56100 Pisa, Italujo
Presis: Tecnostampa coop r.l., Pisa, Italujo

Reguloj por la aŭtoroj:

1. Verki laŭeble pri sia propra originala esplorado tiel, ke ĝin komprenu eĉ alifakaj sciencistoj;
2. Sendi al la ĉefredaktoro la tekston en 2 ekzempleroj, klare tajpitaj sur maldika papero;
3. Maŝinskribi normallitere en la tajp-areo de 165 mm × 250 mm, kun la liniado 1 1/2, t.e. kun 40 linioj surpaĝe;
4. Ĉiun vorton neesperantan substreki ondlinie (por la kursiva komposto), dum rektlinia substreko signifas komposton diklitteran;
5. En la teksto noti lokojn, kie troviĝu eventualaj figuroj;
6. Ne forgesi referenc-liston;
7. Aldoni koncizan resumon en sia gepatra lingvo.

Estraro de ISAE:

Prezidanto: Prof. D-ro Carl Stöp-Bowitz, Camilla Colletts vei 3, N- Oslo 2, Norvegio
Vicprezidantoj: Prof. Sin'itirō Kawamura, 424-7 Kinasityō Huzii, Takamatu, 760, Japanio
Prof. Vasil Peevski D-ro hc., Gogol 9, BG-1504 Sofla, Bulgario
Ĝenerala sekretario: (provizore) S-ro Bruĉjo Kasini, c. p. 213, I-56100 Pisa, Italujo
Sekretario-kasisto: Prof. Paul E. Kustaanheimo, Danmarks Tekniske Højskole, 040 DIA-E, DK-2800 Lyngby, Danlando
Aliaj estraranoj: S-ro Rüdiger Eichholz, direktoro de TC-ISAE, R.R.I, Bailieboro, Ontario, KOL 1B0, Kanado
D-ro W.A. Verloren Van Themaat, direktoro de IC-ISAE, Volkerakstraat 38^l, NL-1079 XT Amsterdam, Nederlando
D-ro Josef Kavka CSc., Lužná 7, CS-160 00 Praha 6 — Vokovice, Ĉeĥoslovakio
D-ro Gerhard Kalckhoff, Schuckertstraße 14/XI, D-8000 München 70, F.R. Germanio
D-ro Václav Hník CSc., Podjavorinské 1609/6, CS-149 00 Praha 4 — Chodov, Ĉeĥoslovakio

Likvaj brulaĵoj produktitaj el karbo

Donald Evan Rogers (Novzelando)*

1. Enkonduko

El la energio konsumata en la mondo, preskaŭ duono estas en la formo de likvaj brulaĵoj plejparte produktitaj el kruda nafto. Nur ĉirkaŭ 30% de la energio devenas el karbo. Se la nuntempa produktonivelo daŭros, la pruvitaj naf-torezervoj elĉerpiĝos post proksimume 26 jaroj, dum la provizoj de karbo sufiĉos por kelke da jarcentoj (Dudich 1982).

Ĉar la rezervoj de karbo estas tiom pli grandaj ol tiuj de kruda nafto kaj ĉar likvaj brulaĵoj estas preferataj por transporto, oni esploras, kiel produkti likvajn brulaĵojn el karbo.

Karbo estas plejparte plantdevena rokaĵo, kiu entenas diversajn proporciojn de jenaj elementoj: karbono, hidrogeno, oksigeno, iom da nitrogeno kaj sulfuro, en treege komplikaj kombinaĵoj. Karbo enhavas ankaŭ mineralojn kaj akvon. Por produkti brulaĵojn, oni celas eligi la mineralojn, akvon, oksigenon, sulfuron, nitrogenon kaj enigi pluan hidrogenon por fari likvon, kiu iom similas al nafto. Sulfuro kaj nitrogeno estas forigendaj, ĉar — se ili restas en la brulaĵo — post brulo ili finfine fariĝas atmosfera polucio. Oksigeno en brulaĵo malpliigas la brulvarmon. La konsisto de karboj varias ĉe malsamaj karbotipoj (tab. 1).

Por konverti karbon en likvan formon, necesas rompi la komplikan strukturon de la karbo kaj formi pli simplajn molekulojn, kiuj havas pli altan proporcion de hidrogeno al karbono.

* D-ro, kemiisto, Chemistry Division, Department of Scientific and Industrial Research, Private Bag, PETONE.

Tab. 1: Tipa ĥemia konsisto de karboj kaj nafto (mas-procente)

	antracito	mezvolatila bitumkarbo	lignito	kruda nafto	benzino
<i>C</i>	93,7	88,4	72,7	83-87	86
<i>H</i>	2,4	5,0	4,2	11-14	14
<i>O</i>	2,4	4,1	21,3		
<i>N</i>	0,9	1,7	1,2	0,2	
<i>S</i>	0,6	0,8	0,6	1,0	
<i>H/C</i>	0,31	0,67	0,69	1,76	1,94

(*H/C* estas la molproporcio de hidrogeno al karbono.)

(La karboanalizoj estas rekalkulitaj al senakva kaj sencindra bazo. La cindrokvanto en karbo estas 3-15% laŭ *Mills* 1976.)

2. Procedoj por produkti likvajn brulaĵojn el karbo

Estas kvar gravaj tipoj de ĥemia procedo por produkti likvajn brulaĵojn el karbo. (Krome oni povas uzi miksaĵon de pulvorigita karbo en nafto aŭ akvo, sed ĉi tie ni diskutas sole la procedojn, per kiuj karbo estas ĥemie ŝanĝata por akiri likvan brulaĵon.)

Elektro de procedo dependas de: karbotipo uzota, bezonataj produktoj, uzebleco de kromproduktoj kaj ekonomia efikeco de koncerna procedo. Eble necesus kombini plurajn procedojn por atingi optimuman rezulton.

2.1. Pirolizo

Per ĉi tiu procedo, karbono estas eliminata por pliigi la proporcion de *H* al *C* en la likva produkto. La procedon priskribis *Bowling* (1974). Karbo estas rapide varmigata sen aero super 900° C. Ĝi malkombiniĝas al gasoj, gudro kaj plejparte karbono.

La kutima piroliza metodo liveras ĉirkaŭ 7% da gudro el ekz. aŭstralia brunkarbo, sed nova rapidega pirolizo liveras ĝis 20%. La gudron oni hidrogenizas en duastadia reaktoro. Eĉ rapidega pirolizo liveras 2,7-oble pli da karbono kiel kromprodukton, kiu estas uzebla, ekz. por bruli en elektrocentralo (*Evans* 1976).

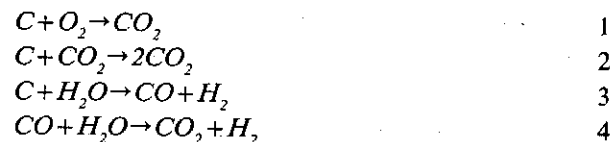
2.2. Gasigo kaj sintezo

Per ĉi tiu procedo oni produktas sintezan gason (miksaĵon de karbona monoksido kaj hidrogeno) kaj poste reakciigas ĝin per katalizoro por sintezi organikajn likvaĵojn. *Bowling* (l.c.) priskribis la ĉefajn gasigajn procedojn.

Koncerne la duan stadion de la procedo ekzistas kelkaj metodoj por konstrui hidrokarbonidojn:

2.2.1 Procedo laŭ *Fischer-Tropsch*

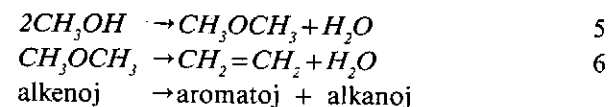
Brulado de karbo en oksigeno aŭ aero donas karbonan dioksidon (laŭ 1) kaj la rezulta varmo reakciigas pluan karbon (laŭ 2-4):



La gasoj el tiuj reakcioj trapasas stadion, kie H_2S kaj NH_3 , estas eligataj. La restantaj gasoj superpasas katalizoron, liverante serion de produktoj ekde la plej simplaj (metanolo) ĝis la grandmasaj hidrokarbonidoj. Kutime la katalizoroj por tiu ĉi procedo enhavas feron.

2.2.2. Procedo laŭ *Mobil*

La unuan etapon prezentas inversigebla reakcio, kiu formas el metanolo dimetileteron kaj akvon. La du oksigenhavaj kombinaĵoj plu reagis, formante pli grandmasajn alkenojn. Fine la alkenoj rearanĝe formas cikloalkanojn, alkenojn kaj aromatojn:



La produktoj estas (proksimume): benzeno 4%, metilbenzeno 26%, dimetilbenzeno 42%, 1,2,4-trimetilbenzeno 11% kaj akvo kun malmulto da alkenoj k.t.p.

La katalizoro estas speciala zeolito nomita *ZSM5*. La zeolitoj estas alumi-

nosilikatoj enhavantaj en sia strukturo mikroporojn, kiuj enlasas kaj ellasas molekulojn de ĝis certa grandeco. Tiamaniere troviĝas preskaŭ neniom da kombinaĵoj, kiuj enhavas pli ol dek karbon-atomojn en ĉiu molekulo, pro la form-selektiveco de la zeolitporoj. Tio tre konvenas al benzinproduktado, ĉar ne necesas sekvanta distilado por forigi grandmolekulajn kromproduktojn (*Chang - Silvestri 1977*).

2.3. Solvekstrakto

2.3.1. Likva solvekstrakto (solvolizo)

Davies (1978) priskribis procedon, kiu uzas hidrogendonan solventon sen aldonita katalizoro aŭ gasa hidrogeno. Pulvorigita karbo estas miksitita kun la reuzota solvento kaj varmigata ĝis 400° C sub la premo de la gasoj eligataj dum ekstraktado. El la solvaĵo estas filtrataj la cindro kaj restanta karbo.

2.3.2. Solvekstraktata karbo (ekstrakta hidrogenizo)

Oni solvas karbon en produktolikvaĵo sub premo de gasa hidrogeno (10-25MPa). La rezultan suspension oni filtras kaj la filtraĵon oni distilas por akiri produkton, kiu estas solida, se malvarma. La solvekstraktata karbo kutime havas malpli da cindro kaj sulfuro ol la origina karbo, do utilas kiel brulaĵo aŭ por rafini nafton.

En alia versio, la solvento estas poste redistilata, rehidrogenizata per katalizoro kaj reuzata.

2.3.3. Superkriza gasekstraktado

En ĉi tiu ekstrakta procedo oni uzas gason varmigitan iomete super ĝia kriza temperaturo. En la superkriza gaso pligrandiĝas solvebleco de malpli volatilaj substancoj tiaj, tiajn formas karbo. La superkriza gaso ebligas ekstraktadon ĉe temperaturoj similaj aŭ pli basaj ol al malpolimeriĝa temperaturo de la karbo. Post malpremado en la superkriza gaso, la ekstraktaĵo precipitiĝas kaj poste estas hidrogenkrakigata por akiri distileblajn brulaĵojn.

2.4 Hidrogenizo

En hidrogenizo, karbo reagis kun hidrogeno alpremate, aŭ kun, aŭ sen solvento. Sen solvento, la temperaturoj kaj flurapidecoj ĝenerale estas multe pli altaj. Por alta konverto necesas efika katalizoro. Oni testis multe da eblaj ka-

talizoroj por trovi novajn kaj pli efikajn.

La hidrogenizo havas jenajn avantaĝojn:

- la produktata kvanto de likvaĵoj estas granda (50-70% de la origina karbo);
- en la vendeblaj produktoj restas proksimume 60-70% de la ena energio;
- per aldono de oksigeno kaj akvo oni povas gasigi la malvolatilajn produktojn por akiri la bezonatan hidrogenon.

Karbo povas reagi senpere kun la gasa hidrogeno ĉe taŭgaj temperaturoj kaj premoj, sed restas problemoj rilate enigon de reagentoj kaj manipulon de viskozaj produktoj. Oni povas plejparte venki tiajn problemojn, uzante suspension de pulvorigita karbo en taŭga likvaĵo. Se tiu ĉi likvaĵo estas ankaŭ hidrogendona, ĝi havas duoblan rolon. Post la reakcio, oni la solventon apartigas, rehidrogenizas kaj reuzas.

Ofte uzataj estas donsolvantoj, t.e. organikaj kombinaĵoj, kiuj povas transdoni hidrogenon al karbdevenaj molekuloj aŭ radikaloj. Estas dezirinde, ke la donsolvanto estu rehidrogenizebla per kataliza reakcio kun gasa hidrogeno. Multaj donsolvantoj estas uzataj. La vicordo de la plej efikaj estas: cikloheksilfenolo > tetrahidronaftaleno > kreozoto > fenantreno > antraceno > karbdevena petrolo. La naturo de la solvento influas la meĥanisman de formiĝo de la produktoj kaj iliajn proporciojn (*Schiller - Knudson 1978*). *Lytte k.a. (1980)* resumis la publikigitajn procedojn hidrogenizajn.

3. Analizo de la produktoj de karbokonverto

La produktoj konsistas el solidaj, likvaj kaj gasaj substancoj. Oni klasas la organikajn produktojn laŭ ilia frakciigo rezulte de la distilado kaj solvado. Tradicie oni uzis benzenon por solvi la likvajn produktojn. La nesolvita frakcio enhavas mineralaĵojn, nereagintan karbon kaj parte reagintan karbon, kies strukturo ne estas sufiĉe disigita por solviĝi en benzeno (*Pelipetz 1948*). La heksansolveblan frakcion oni kutime nomas "oleo". Ĝi estas la uzebla produkto. La frakcio, kiu estas solvebla en benzeno, sed nesolvebla en heksano, nomiĝas "asfalteno". Ĝi postulas pluan prilaboron.

Post la unua frakciigo de la karbo, pro la komplekseco de la karbdevenaĵoj, kutime necesas dua frakciigo laŭ polareco, laŭ la funkcigrupoj aŭ molekula grandeco antaŭ karakterizo (*Bartle k.a. 1979*).

Ĉar estas multego da kombinaĵoj en gudro kaj aliaj kromproduktoj, plena identigo de ĉiu komponanto maleblas. Estas kelkaj metodoj, uzantaj aŭ he-

miajn, aŭ fizikajn teknikojn, kiujn oni povas utiligi por ellabori statistikan mezon de la rezultaj strukturoj. La kombinado de spektroskopaj rezultoj kun molekula maso, elementa kaj funkcigrupa analizoj estas la kutima metodo por karbaĵoj. La evoluo de modernaj metodoj de analizo ebligis grandan progreson en la esplorado pri la fiemo de karbo. Oni povas arbitre klasi la analizmetodojn jene:

3.1. Ĥromatografiaj metodoj

Gasaj ĥromatografio tre utilas por la gasaj produktoj kaj ankaŭ por la olea frakcio: t.e. por la produktoj, kiuj havas malaltan molekulan mason.

Altprema likva ĥromatografio estas precipe utila por apartigi la grandmasajn poliaromatojn (ĝis molekula maso 600), kiujn oni ne povas bone analizi per gasaj ĥromatografio. Por analizi asfaltenojn per altprema likva ĥromatografio necesas longa analiztempo, alta premo kaj malgranda detektilkapacito. Tiuj malavantaĝoj instigis proponon de ĥromatografio per superkriza fluido. Super la kriza temperaturo, substanco sufiĉe kunpremita havas altan densecon likvosimilan, sed viskozecon gassimilan, kaj mezan difuzrapidecon. Do tra la tubo la premoŝanĝo estas malalta kaj la fluo pli rapida. La solvebleco ekz. en pentano estas pliigita ĉe superkrizaj kondiĉoj kaj la apartiĝo estas kvinĝis deĥoble pli granda ol per ordinara metodo kun la samaj tuboj, pro la alta difuzrapideco de la superkriza fluido (*Bartle - Zander* 1983).

Ĝel-trapenetra ĥromatografio apartigas molekulojn de malsamaj grandecoj, ĉar la poroj de la ĝelo elbaras la plej grandajn molekulojn, kiuj trapasas la tubon pli rapide ol la malgrandaj, kiuj penetras la ĝelon. (Fakte, molekula formo kaj polareco ankaŭ iom influas la apartigon, kaj tio malhelpas la interpreton de la rezultoj.) Eluitaj molekuloj estas mezurataj laŭ fizika propreco, ekz. ultraviola absorbo aŭ refrakta indico, aŭ per analizo de frakcioj per alia metodo. La vaporiga analizilo havas la avantaĝon, ke ĝi estas preskaŭ egale sentiva al ĉiuj masoj inter 300 kaj almenaŭ 2700.

3.2. Spektroskopaj metodoj

Nuklea magneta resonanco (*NMR*) uzanta ^{13}C aŭ ^1H tre utilas por la likvaj karbaĵoj. Oni povas mezuri: la proporcion de aromata kaj alifata karbonoj, la proporcion de karbono en aromataj karbonilaj grupoj kaj la mezan longecon de n-alkilaj ĉenoj. Eblas ankaŭ malpli ekzakta taksado de aliaj funk-

cigrupoj, ekz. karboksilaj, karbonilaj, metilaj k.t.p. Por solidaj produktoj lastatempe ekutiliĝis $^{12}\text{C-NMR}$ kun la t.n. transpolusa magiangula rotaciado. Per tiu oni povas taksati la kvantojn de la diversaj funkcigrupoj en karbo aŭ karbrestaĵo (*Zilm* k.a. 1979; *Yoshida* k.a. 1982).

Ultraviola-videbla spektroskopio taŭgas por analizi poliaromatojn en karbaĵoj, kondiĉe ke la frakcio analizota ne estas tro kompleksa. Modernaj metodoj uzantaj basajn temperaturojn kaj derivaĵojn pligrandigas la kvanton da informoj haveblaj per tiu ĉi tekniko (*Bartle* k.a. 1979).

Fluoreska spektroskopio havas la avantaĝon, ke ĝi estas pli selektiva kaj sentiva. Uzante selektitan ekscitadon kaj kelkajn ekscitajn ondlongojn, oni povas registri la spektrojn de individuaj komponantoj de miksaĵo, kondiĉe ke la ultraviolaj spektroj sufiĉe malsimilas. **Fosforeska spektroskopio** ankaŭ havas kelkajn modernajn variantojn, kiuj utilas en diversaj okazoj (*Bartle* k.a., 1. c.).

Mas-spektroskopio ekutilas por la likvaj kaj gasaj produktoj de karboj, sed pro la treege multaj komponantoj kaj ties rompiĝo en la masspektroskopo, interpreti la rezultojn estas malfacile. Plej utilas la variantoj, en kiuj la prajonoj ne rompiĝas, ekz. kamp-joniga masspektroskopio. El tiaj rezultoj oni kalkulas la distribuon de la molekularaj masoj de la produktoj aŭ de ilia frakcio (*StJohn* k.a. 1978). Solidoj necesigas metodon de jonigo sen antaŭa vaporigo. Tio eblas per kelkaj malrigoraj aŭ desorbaj procedoj, ekz. kampdesorbo aŭ bombardo per rapidaj atomoj de inerta gaso.

Rentgen-difrakto ebligas la analizon de la kristalaj — precipe neorganikaj — kombinaĵoj en solidoj. Tio utilas por eltrovi la reakciojn de la kristalaj mineraloj aŭ neorganika parto de la karbo kaj katalizoroj (*Rogers - Agnew* 1981).

Mössbauer-spektroskopio utilas por la solidaj kombinaĵoj de fero, precipe la feroza disulfido, kiu estas kataliza, sed ankaŭ de la fero, kiu devenas de katjona fero en la karbo. Lastatempe *Cashion* k.a. (1982) uzis tiun metodon por analizi stanan katalizoron.

Difuzareflektata Fourier-transforma infraruĝa spektroskopio utilas por la nesolveblaj karbaĵoj. La areo sub ĉiu bendo de la spektro rekte proporcias al la kvanto de la funkcigrupo, kies bendo ĝi estas.

3.3. Termoanalizo

Landsperský (1982) resumis la metodojn de termoanalizo. En oksigena at-

mosfero karbo brulas, kaj per **diferenca termoanalizo** oni povas observi la varmodonajn reakciojn. Kelkaj esploristoj studis la efikon de katalizoroj per diferenca termoanalizo de miksaĵo de karbo kaj katalizoro en altprema hidrogeno. Ju pli bona estas la katalizoro, des malpli alta estas la temperaturo de la hidrogeniza reakcio (Ishii k.a. 1968; Tanabe k.a. 1979).

Per **termogravimetrio** (temas pri pesado de maso, dum la temperaturo de la specimeno kreskas aŭ malkreskas laŭ regata rapideco) oni povas taksi la kvantojn de la t.n. volatilaĵoj, fiksita karbono kaj cindro en la karbo (Rosen-vold k.a. 1982).

4. Ekologiaj problemoj

Likvoproduktado el karbo necesigus grandegajn karbominejojn. Ekz., el 100 000 tunoj tage oni eble produktus 50 000 tunojn da likva brulaĵo. Post la minado, oni reuzus la landon por farmado, forstokulturo kaj eble por lagoj. Tiu pli ampleksa uzado de karbo necesigus minadon, transportadon kaj transformadon laŭ grandega skalo. Ekologiaj, sociaj kaj ekonomiaj ŝanĝoj pro la projektataj uzadoj de karbo estus gravaj kaj oni devus zorge konsideri ilin antaŭ ol ekspluati ĉi tiun energifonton.

Konverti karbon en likvajn brulaĵojn postulus ampleksan transformadon kun multaj gravaj influoj koncerne ekologion. La naturaj rimedoj konsumotaj estus karbo kaj akvo, kaj poste (dum brulado) oksigeno. Ofte kie estas karbominejo, tie mankas akvo. La ĉefaj emisioj estus grandegaj kvantoj de gasaj, likvaj kaj solidaj elfluaĵoj, kaj perdita varmo; bruo, odoraĉo. Gasaj emisioj enhavus amoniakon, hidrogenan sulfidon kaj aliajn nitrogenajn kaj sulfurajn kombinaĵojn. Forĵetita akvo povus enhavi fenolojn, nitrogenajn kaj organikajn kombinaĵojn. La restanta karbaĵo povus esti gasigita por produkti la hidrogenon necesan por hidrogenizo. La solida forĵetaĵo plejparte estus minerala.

Multaj organikaj karbdevenaĵoj estas venenaj; multaj ankaŭ estas pli mutaciigaj aŭ karcinomigaj ol estas naftaĵoj. Plua hidrotraktado malpliigas la mutaciigemon (Greenley k.a. 1982).

5. Konkludo

Malgraŭ la evoluigo de multaj analizaj metodoj por karboj, ne estas simpla afero taksi la produktokvanton de iu karbo en iu likviga procedo laŭ ĉemia

konsisto aŭ petrologia tipo. Korelacioj bazitaj sur kelkaj simplaj ĉemiaj analizoj kapablas distingi inter malbonaj, mezaj kaj bonaj karboj, sed ne evitigas la neceson testi la ŝajne taŭgajn karbojn per la procedo mem (Kelvin - Cudmore 1980).

Krom la problemoj ĉemiaj, ankaŭ ekzistas la inĝenieriaj, la ekologiaj kaj la homaj. Multe pli da esplorado de ĉiuj aspektoj necesos antaŭ ol oni plej efike utiligos la grandan kaj gravan energifonton — karbon.

6. Referencoj

- Bartle, K.D., Collin G., Stadelhofer, J.W., Zander, M. (1979): *Recent advances in the analysis of coal-derived products* — *J. Chem. Tech. Biotech.* 29, 531.
- Bartle, K.D., Zander, M. (1983): *Newer methods for the characterization of higher molecular mass derivatives* — *Erdöl Kohle-Erdgas-Petrochem. Brennst.-Chem.* 36, 15.
- Bowling, K.M. (1974): *La nuna stato de karbogasigado* — *Scienca Revuo* 25, 27. Beograd.
- Cashion, J.D., Clark, P.E., Cook, P.S., Larkins, F.P., Marshall, M. (1982): *Mössbauer study of iron and tin exchanged into Victorian brown coal* — *Symp. Nucl. Electron Resonance Spectrosc.*, Boston.
- Chang, C.D., Silvestri, A.J. (1977): *The conversion of methanol and other O-compounds to hydrocarbons over zeolite catalysts* — *J. Catal.* 47, 249.
- Davies, G.O. (1978): *Coal refining by solvent extraction and hydrocracking* — *Chem. Ind. aŭg.* 5, 560.
- Dudich, E. (1982): *La energio-krizo kiel stimulo de la scienca kaj teĥnika progreso* — *Seminario pri Apliko de Esperanto en Scienco kaj Tehniko, 1 Energio — la tutmonda problemo*, 5. České Budějovice.
- Evans, D.G. (1976): *Conversion of brown coal to oil* — *Royal Aust. Chem. Inst., Proc.* p. 85.
- Greenley, W.B., Barta, W.D., Eddinger, R.T. (1982): *Literature review of toxicological properties of petroleum and coal-derived oil products* — *Fuel Process. Technol.* 6, 9.
- Ishii, T., Sanada, Y., Takeya, G. (1968): *Aktiveceto de hidrogenizaj kataliziloj sub alta premo per diferenca termoanalizo* (japane) - *Kogyo Kagaku Zasshi* 71, 1783.
- Kelvin, N.V.P., Cudmore, J.F. (1980): *Petrographic and chemical analysis of coals as indicators of their hydrogenation potential and optical microscopy studies on hydrogenation residue materials*. - *Seminar on the Application of Various Microscopic Techniques to Coal Hydrogenation Research*, Sydney, A5.
- Landsperský, H. (1982): *Metodoj de termoanalizo*. - *Scienca Revuo* 33, 47. Pizo.
- Lyle, J.M., Hsieh, B.C.B., Anderson, L.L., Wood, R.E. (1980): *A survey of methods of coal hydrogenation for the production of liquids*. - *Fuel Process. Technol.* 2, 235.
- Mills, G.A. (1976): *Catalytic aspects of synthetic fuels from coal*. - *Catal. Rev. - Sci. Eng.* 14, 69.
- Pelipetz, M., Kuhn, E.M., Friedman, S., Storch, H.H. (1948): *Effect of catalysts on the hydrolysis of coal*. - *Ind. Eng. Chem.* 40, 1259.
- Rogers, D.E., Agnew, J.B. (1981): *Some aspects of the behaviour of inorganic constituents of two Australian brown coals during hydroliquefaction*. - *Fuel* 60, 914.
- Rosenvold, R.J., Dubow, J.B., Rajeshwar, K. (1982): *Thermal analysis of Ohio bituminous coals*. - *Thermochim. Acta* 53, 321.

- St. John, G.A., Buttrill, S.E., Anbar, M. (1978): *Field ionization and field desorption mass spectrometry applied to coal research*. - *Am. Chem. Soc. Symp. Ser. 71 (Organic Chem. of Coal)* 223.
- Schiller, J.E., Knudson, C.L. (1978): *Effect of solvent on molecular composition in coal liquefaction*. - *Fuel* 57, 36.
- Tanabe K., Sasaki H., Hattori H., Ouchi K., Makino K., Itoh H., Takeya G. (1979): *Activity tests of various catalysts for hydrocracking of coal by means of high pressure differential thermal analysis*. - *Fuel Process. Technol.* 2, 253.
- Yoshida T., Nakata Y., Yoshida R., Ueda S., Kanda N., Maekawa Y. (1982): *Elucidation of structural and hydroliquefaction characteristics of Yallourn brown coal by carbon-13 CP/MAS n.m.r. spectrometry*. - *Fuel* (1), 824.
- Zilm, K.W., Pugmire, R.J., Grant, D.M., Wood, R.E., Wiser, W.H. (1979): *A comparison of the carbon-13 n.m.r. spectra of solid coals and their liquids obtained by catalytic hydrogenation*. - *Fuel* 58, 11.

Liquid fuels produced from coals

To convert coal into a liquid, it is necessary to break up the complex structure of the coal to form simpler molecules with a higher ratio of hydrogen to carbon. There are four main types of chemical process which aim to achieve this:

- (1) *pyrolysis, in which coal is heated in an inert atmosphere, producing mainly char and gas, but also a small amount of tar, which can then be hydrogenated to produce a liquid fuel;*
- (2) *gasification and synthesis, in which the coal is first gasified to carbon monoxide and hydrogen, then recombined in one of various processes, eg. Fischer-Tropsch or Mobil processes;*
- (3) *solvent extraction, including supercritical extraction; and*
- (4) *hydrogenation, in which the hydrogen to carbon ratio is increased by adding hydrogen, usually assisted by a catalyst.*

The liquid products of various processes are separated either by distillation or solvent extraction. Methods used to analyse the products include many modern chromatographic, spectroscopic and thermal analysis techniques.

Ecological problems are associated with the large scale of mining that would be necessary for an economical coal conversion plant, and with the toxicity of some of the products.

Even using modern chemical techniques, it is still not a simple matter to estimate the liquid yield of any coal in a particular process. Correlations based on several analyses can distinguish coals which are likely to be suitable, but do not obviate the necessity to test the promising coals in the process itself. Many engineering, ecological, economic and social problems remain to be solved before coal can be efficiently used to make liquid fuels.

La filozofiaj kaj religiaj opinioj de L. L. Zamenhof

Ĝi estos titolo de magistra disertaĵo, kiun verkas studento de la krakova filozofia fakultato. Kun sincera danko li akceptos internacian helpon en formo de sciencaj artikoloj, referencoj k.t.p.

Andrzej Bogusław Lewkowicz, Panewnicka 76, PL-40 760 KATOWICE, Pollando

Ĉu: 9,81 m/s², aŭ: 9,81 N/kg?

*Ótto Haszpra (Hungario)**

La pezon \vec{G} de iu fizika korpo de maso m oni kalkulas, referante la duan aksiomon de *Newton*, kiel

$$\vec{G} = m \cdot \vec{g} \quad (1)$$

La signifo de \vec{g} laŭ preskaŭ la tuta scienca kaj teknika literaturo estas **gravita akcelo**, laŭ malgranda parto de la literaturo ankaŭ **intenso de la gravita kampo**. Koncerne la unuon de \vec{g} , la tuta literaturo unuece donas ĝin kiel egalan al tiu de **akcelo**, do ekz. en la *SI*-sistemo, proksimume,

$$g = 9,81 (m/s^2) \quad (2)$$

en la *ft-p-s*-sistemo

$$g = 32,2 (ft/s^2) \quad (3)$$

Tamen, fakte, en la ekvacioj de la meĥaniko — escepte la kinematikajn ekvaciojn de la libera falo aŭ ĵeto — la fizika signifo de \vec{g} neniam estas akcelo, sed intenso de la gravita kampo, t.e. la gravita forto aganta al masunuoj. Ĝia logika dimensio do devas esti forto/maso. Tion oni tre facile kaj klare povas esprimi en la *SI*-sistemo kiel *N/kg*. Sekve, konsiderante ĉi tiun signifon de \vec{g} , ĝia valoro sur la surfaco de la Tero, laŭ la *SI*-sistemo proksimume

$$g = 9,81 (N/kg) \quad (4)$$

* doktoro de la teknikaj sciencoj, profesoro de hidromeĥaniko kaj hidraŭliko, Budapeŝta Tehnika Universitato, H-1521 BUDAPEST.