

Megoldás

a) A PV síkban az A és B pontokon áthaladó egyenes egyenlete:

$$\frac{P - P_A}{P_B - P_A} = \frac{V - V_A}{V_B - V_A} \Rightarrow$$

$$P = -4 \cdot \frac{P_A}{V_A} \cdot V + 5 \cdot P_A$$

Az egyenes mentén a hőmérséklet változását az általános gáztörvényből kapjuk:

$$T = \frac{P \cdot V}{\nu \cdot R} = \frac{V}{\nu \cdot R} \cdot \left(-4 \cdot \frac{P_A}{V_A} \cdot V + 5 \cdot P_A \right) = -\frac{4 \cdot P_A}{\nu \cdot R \cdot V_A} \cdot \left(V^2 - \frac{5}{4} \cdot V_A \cdot V \right) =$$

$$= -\frac{4 \cdot P_A}{\nu \cdot R \cdot V_A} \cdot \left[\left(V - \frac{5}{8} \cdot V_A \right)^2 - \frac{25}{64} \cdot V_A^2 \right].$$

Innen látható, hogy a maximális hőmérséklet, a T_M a térfogat $V_M = \frac{5}{8} \cdot V_A$ értékére válik meg:

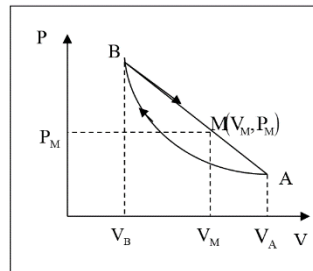
$$T_M = \frac{4 \cdot P_A}{\nu \cdot R \cdot V_A} \cdot \frac{25}{64} \cdot V_A^2 = \frac{25}{16} \cdot \frac{P_A \cdot V_A}{\nu \cdot R} = \frac{25}{16} \cdot \frac{\nu \cdot R \cdot T_i}{\nu \cdot R} = \frac{25}{16} \cdot T_i = \frac{25}{16} \cdot 320\text{K} = 500\text{K}.$$

b) A hatásfokot a gáz által végzett munka és a melegforrástól kapott hő arányaként definiáljuk:

$$\eta = \frac{L}{Q_1} = \frac{\frac{1}{2} \cdot (P_A + P_B) \cdot (V_A - V_B) + \nu \cdot R \cdot T_i \cdot \ln \frac{V_B}{V_A}}{\nu \cdot C_V \cdot (T_M - T_i) + \frac{1}{2} \cdot (P_B + P_M) \cdot (V_M - V_B)} = \frac{\left(\frac{15}{8} - 2 \cdot \ln 2 \right) \cdot P_A \cdot V_A}{\frac{3}{32} \cdot (3 \cdot i + 13) \cdot P_A \cdot V_A} =$$

$$= \frac{4 \cdot (15 - 16 \cdot \ln 2)}{3 \cdot (3 \cdot i + 13)}.$$

A hidrogén gázra az i szabadsági fok 5, s akkor $\eta = 18,63\%$ lesz.



Ferenczi János, Nagybánya



Természettudományos hírek

Atomi tulajdonságok változása nagyon nagy nyomásokon

Arról már sok tapasztalat gyűlt össze a tudományban, hogy az anyagok tulajdonságai a szokásoshoz képest gyökeresen megváltozhatnak nagyon nagy nyomásokon. A közelmúltban ezt a jelenséget elméleti szempontból is kezdték vizsgálni. R. Hoffmann Nobel-díjas tudós és társai az elemek elektronegativitását és elektronszerkezetét kvantumkémiai számításokkal jósolták meg 300 GPa nyomásig. Azt következtették, hogy nagyon nagy nyomásokon az elektrópályák energiájának sorrendje jelentősen megváltozik. Ezen körülmények között általában

a kisebb főkvantumszámú állapot válik kedvezőbbé. Így például a kálium elektronkonfigurációja $3s^2 3p^6 3d^1$, a szkandiumé pedig $3s^2 3p^6 3d^3$ lesz. Az elektronegativitások is jelentősen változnak, és már nem követik a szokásos periódusos mintázatokat.

Kémiai Rubik-kocka

Szórakozni vágyó kémikusok a híres Rubikkocka olyan változatát állították elő, amelynek kockáit kémiai kötések tartják össze. Az eljárás alapja egy acilhidrazon alapú kereszt-kötéseket tartalmazó, színes hidrogél. Ebből könnyen lehet kis lapocskákat készíteni. Ha ezeket nagyjából egy órára összeillesztik, akkor viszonylag könnyű szétszedni, majd újra összerakni őket. Egynapos kötési idő alatt viszont már szinte megbonthatatlanul összeragadnak a lapocskák, így a különböző színű lemezekből kicsiny kockákat lehetett készíteni, majd 27 ilyenből összerakni a tényleges, nagy Rubik-kockát. Sajnos a termék még mindig nem versenyképes az eredeti, mechanikus elveken készülővel mivel egy napi állás után a kis kockák már nem mozdíthatók el

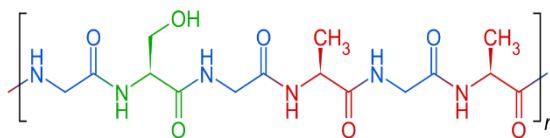
Jelentős eredmény az elektronikai eszközökben használható félvezetők teljesítményének javításában

Orosz kutatók (Moszkvai Fizikai és Technológiai Intézet) „nagy méretű”, több tíz négyzetcentiméteres, atomi vastagságú molibdén-diszulfid réteget növesztettek úgy, hogy első lépésként vékony, körülbelül másfél nanométeres molibdén-trioxid bevonatot választottak le zafir hordozóra, majd ezt 500 és 1000 °C közötti hőmérsékleten gázállapotú kénnel kezelték. Részletesen tanulmányozták a szulfurizáció hőmérsékletének hatását. A magasabb hőmérséklet nagyobb szemcseméretet eredményezett, ugyanakkor Raman spektroszkópiai vizsgálatok azt mutatták, hogy magasabb hőmérsékleten kevesebb hibahely képződik. Ezért katalitikus célokra az 500–700 °C-on, míg elektronikai felhasználásra a 900 és 1000 °C között képződő rétegek lesznek alkalmasak. A legismertebb atomi vastagságú rétegekben előállítható, kétdimenziós grafénhez képest a molibdén-szulfidnak megfelelőbb tiltott sávszélessége van, ezért elektronikai felhasználásra kiválóan alkalmas. A legjobban sikerült kísérleti darabokat már ki is próbálták. Egy modell áramkörben félvezető csatormaként a molibden-szulfid ötmillió ciklusra javította a korábbi, szilíciumcsatorna által tartott százazres kapcsolási rekordot.

Analitikus kémikusok tisztázták több ezer éves kereskedelmi tény a történelem számára

A Kína és Európa közötti, majdnem idősámításunk kezdetétől használt kereskedelmi útvonalat igen elterjedten nevezik Selyemútnak. Az ókori selyemkereskedés tényének tárgyi valós bizonyítékát eddig nem találták (Kína déli partjain a selyemút vízi szakaszában talált számos elsüllyedt hajóroncsban nem találtak selyem nyomokat). Ezért gondolták, hogy a megnevezés csak szájhagyományon alapszik.

A közelmúltban a vegyészek vizsgálva a selyem tulajdonságait, észlelték, hogy az a meleg vízben viszonylag gyorsan lebomlik, de a kevésbé oldható fibroin fehérje (a selyem fő alkotó eleme a szericin mellett) hosszú ideig is fennmaradhat agyagtárgyakban. Ennek kimutatására kidolgoztak



fibroin fehérje szakasz szerkezete

egy elektrokémiai szenzort, amely egy fibroinkötő antitestből és az azt rögzítő, arany nanorészecskével borított szénelektrodból áll. A módszer segítségével egyértelműen sikerült a fehérjét kimutatni egy, a 12. vagy 13. században a Gyöngy-folyóban elsüllyedt hajó roncsából. Így a történelemkönyvekben állított interkontinentális selyemkereskedelem módjának valós bizonyítékát sikerült megadni.

Katalizátorkutatásokkal kapcsolatos újdonságok

- A szén-monoxidot, szén-dioxidot és hidrogént tartalmazó szintézisgáz több jelentős ipari szintézis kiinduló anyaga. A legújabb kutatási eredmények szerint jóval környezetbarátabbá tehető a szintézisgáz előállítása. Izolált ruténium atomokat is tartalmazó réz nanorészecskék felületén megfelelő megvilágítás segítségével a metánalapú szintézisgáz-előállítás hőmérsékletét a szokásos 800 °C-ról sikerült 200 °C-ra csökkenteni. A kisebb hőmérséklet a katalizátor élettartamát, illetve a végbemenő reakciók szelektivitását is jelentősen javítja. A kulcsfelismerés az volt, hogy az aktív katalitikus helyek messze vannak egymástól: így nem válik valószínűvé az új szén – szénkötések létrejötte, a nem kívánatos kapcsolási reakciók és az elemi szén képződése.

- Fotokémiai reakcióknak nevezzük azokat a vegyi átalakulásokat, melyek fény hatására indulnak be és mennek végbe. (Ilyenek pl. az ezüst sók fényhatására történő bomlása). Ezek általában redox folyamatok. Gyakorlati alkalmazhatóságuknak feltétele, hogy megfelelő sebességgel menjenek végbe. A lassú folyamatoknál jelentős a megfelelő katalizátorok alkalmazása. Az eddig ismert katalizátorokra az volt a jellemző, hogy a redox folyamatnak csak az egyik (oxidáció, vagy redukció) részfolyamata sebességének növelését eredményezték (ennek neve: egyirányú fotokatalízis). A közelmúltban a kutatók előállítottak egy olyan szilárd vegyületet, amely a látható fényt is elnyeli, s amely egy galvánelemben az anód és katód felületén is katalitikusan hat az elektród folyamatra. Ez a katalizátor ruténiummal adalékolt $ZnIn_2S_4$, amely felületén megvilágítás hatására a katódos folyamatban hidrogén keletkezik vízből, míg az anódos reakcióban a 2,5-dimetil-furán és 2-metil-furán keverékében oxidatív kapcsolási reakció történik a két molekula között. Az így keletkező, nagyobb szénatomszámú, oxigéntartalmú vegyületekből további reakciókban molekulánként 10–20 szénatomot tartalmazó bio-dízeldízelaj állítható elő, ami a katalitikus folyamat gazdasági jelentőségét eredményezi.

- Enyhe körülmények között nyerhető átmenetifém-karbidokat tudtak előállítani, melyek a drága nemesfém katalizátorok helyett bizonyos katalitikus reakciókban hatékonyak bizonyultak. Fémkarbidokat a hagyományos eljárás során fémnek hidrogénnel vagy fém-oxidnak megfelelő szénforrással 800 °C fölé melegítve nyomásálló kemencében lehetett nyerni. Az új eljárás során oldatfázisban (átfolyásos rendszerben) alacsony hőmérsékleten dolgoznak. Az első ilyen módszerrel előállított vegyület a molibdén-karbid volt, amit molibdén-hexakarbonilból 100 °C hőmérsékleten történő bontással nyertek. A termék részecskék alakítani és méreti tulajdonságai is könnyebben szabályozhatók, ami nagyon előnyös a katalizátorok előállítása során.

Forrásanyag:

Gimes Júlia (Magyar Tudomány), Lente Gábor (M. Kémikusok Folyóirata) közlései alapján