Ministerul Educației
Centrul Național de Politici și Evaluare în Educație

OLIMPIADA DE CHIMIE
etapa județeană/municipiului București
20 martie 2022
Clasa a X-a

- ***Pentru rezolvarea cerințelor veți utiliza informații și Tabelul periodic, care se găsesc la sfârșitul variantei de subiecte.***
- ***Timpul de lucru efectiv este de trei ore.***

Subiectul I — 30 de puncte

1. O hidrocarbură (A), cu catena aciclică, are raportul masic H : C = 1 : 7 și șase legături covalente σ(sigma) carbon-carbon în catenă. Prin hidratare, hidrocarbura (A) formează un compus carbonilic.

a. Determinați formula moleculară a hidrocarburii (A).

b. Scrieți formulele de structură posibile ale hidrocarburilor izomere cu (A), care fac parte din aceeași clasă de hidrocarburi cu aceasta, pentru situațiile în care izomerul sau izomerii:

b_1. participă la schema de transformări $A_1 + 2HCl \rightarrow Y \rightarrow A_1$ (produs unic de reacție)

b_2. prezintă în moleculă trei atomi de carbon cuaternar și patru atomi de carbon primar

b_3. prin hidrogenare la temperatură și presiune în prezența nichelului, formează hidrocarbura (X), care prin clorurare fotochimică conduce la numărul maxim de compuși monoclorurați.

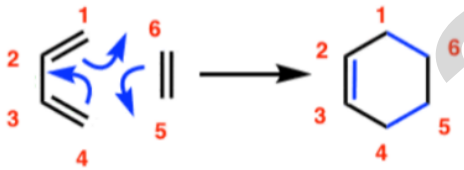
2. a. Scrieți formulele de structură ale hidrocarburilor aromatice cu patru nuclee condensate.

b. Scrieți formulele de structură ale radicalilor monovalenți ai hidrocarburii aromatice cu patru nuclee condensate liniar.

3. a. Scrieți formulele de structură ale hidrocarburilor aromatice cu formula moleculară $C_6H_4(C_6H_5)_2$.

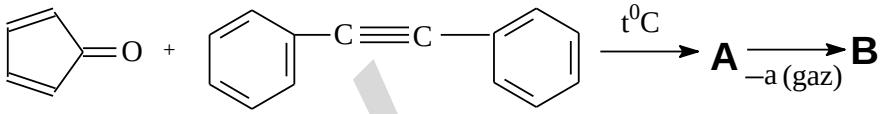
Indicație *pentru subpunctul 3b*: Sinteze dien (Diels-Alder)

Sintezele dien (reacţii de cicloadiţie [4+2]) sunt reacţiile dintre un sistem dienic conjugat, care reprezintă componenta dienică şi un sistem alchenic (de obicei substituit cu grupe atrăgătoare de electroni), numit filodienă (sau dienofilă). Produşii de reacţie, cu structură ciclohexenică, poartă numele de aducţi. Schema generală a reacţiei unei sinteze dien este următoarea:



În termenul de cicloadiţie [4+2], cifra 4 se referă la cei patru electroni π cu care diena participă la reacţie, iar cifra 2 la electronii π ai filodienei.

b. Schema de transformări reprezintă o modalitate de obținere a unui izomer de la *subpunctul 3a*.



Scrieți formulele de structură ale substanțelor notate cu literele (A) și (B).

c. Scrieți ecuația reacției de bromurare catalitică, pentru obținerea produsului de reacție monobromurat, a izomerului de la *subpunctul 3a* care are cea mai mare sumă a indicilor de poziție. Utilizați formule de structură pentru compușii organici.

Subiectul al II-lea — 25 de puncte

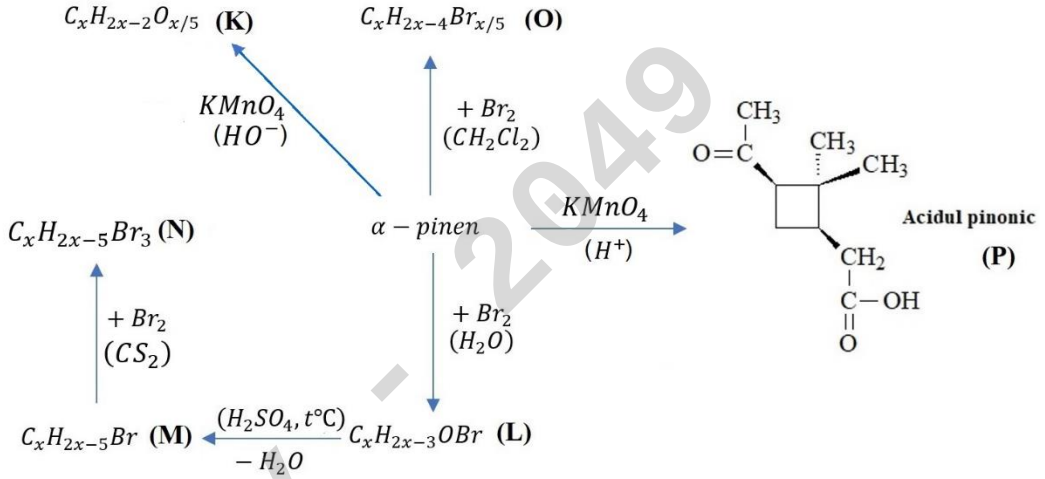
1. Scrieți ecuațiile reacțiilor prin care să sintetizați:

a. din clorobenzen: 2-cloro-1,3-dinitrobenzen (ca unic produs de reacție, maxim 3 etape)
b. din cloroetan: 3-cloro-2-butanol (maxim 3 etape)
c. din *n*-pentan: 2-bromo-3-metilbutan (maxim 4 etape)

2. Uleiul esențial extras din multe specii de conifer conține α-pinen și β-pinen, două hidrocarburi izomere de poziție. Prin inhalare, acestea au acțiune antiinflamatoare, analgezică și bronhodilatatoare.

Izomerul α-pinen poate participa la reacțiile descrise de următoarea schemă:

Brașov 2049



a. Scrieți formula de structură a α-pinenului și formulele de structură ale substanțelor notate cu litere în schemă.

b. Scrieți formula de structură a izomerului β-pinen, știind că la oxidarea acestuia cu o soluție acidulată de dicromat de potasiu, unul dintre produșii de reacție este o substanță gazoasă care tulbură apa de var.

Subiectul al III-lea — 25 de puncte

1. a. Amestecul echimolar al hidrocarburilor alifatice **A**, **B** și **C** are masa molară medie 42 g/mol. Identificați hidrocarburile alifatice **A**, **B** și **C,** știind că două dintre acestea sunt nesaturate și că fiecare dintre ele este al doilea termen din seria omoloagă din care face parte.

b. Hidrocarburile alifatice **A**, **B** și **C** participă la următoarea schemă de transformări:

[1] $\mathbf{A + a \xrightarrow{Pd/Pd^{2+}} B}$

[2] $\mathbf{B + a \xrightarrow{Ni} C}$

[3] $\mathbf{C \xrightarrow{t°C} D + E}$

[4] $\mathbf{C \xrightarrow{t°C} B + a}$

[5] $\mathbf{E + b \xrightarrow{CCl_4} F}$

[6] $\mathbf{F \xrightarrow{NaOH/sol.alcoolică} G + c}$

[7] $\mathbf{A + Na \xrightarrow{t°C} P + a}$

[8] $\mathbf{P + CH_3I \rightarrow H + d}$

[9] $\mathbf{H + a \xrightarrow{Pd/Pd^{2+}} I}$

[10] $\mathbf{I + O_2 \xrightarrow{Ag,\ 250°C} J}$

[11] $\mathbf{J + H_2O \xrightarrow{H_3O^+} K}$

[12] $\mathbf{K \xrightarrow{SiO_2/Al_2O_3} L + 2H_2O}$

[13] $\mathbf{G + L \rightarrow N}$

[14] $\mathbf{A + HBr \xrightarrow{R_2O_2} M}$

Scrieți ecuațiile reacțiilor din schemă, utilizând formule de structură pentru compușii organici.

c. Compusul macromolecular **N** obținut prin copolimerizarea monomerilor **G** și **L** (reacția [13]) este tratat cu soluție de permanganat de potasiu acidulată cu acid sulfuric. Se obține un amestec de acid succinic HOOC-$(CH_2)_2$-COOH și acid β-cloroadipic HOOC-$(CH_2)_2$-CHCl-CH_2-COOH, în raport molar 1 : 1.

Determinați raportul molar al monomerilor **G** și **L** în compusul macromolecular **N**.

d. Calculați masa de substanță **A** necesară în procesul de sinteză a 122,76 kg copolimer **N**, dacă randamentul reacției [2] este 80% și al reacției [9] este 90%.

Subiectul al IV-lea — 20 de puncte

1. a. La arderea a 0,1 mol dintr-o substanță organică **X** s-au utilizat 20,16 L de oxigen, măsurați în condiții normale de temperatură și de presiune. Amestecul gazos rezultat a fost trecut mai întâi printr-un vas cu acid sulfuric, unde nu s-a constatat modificarea masei vasului. Amestecul a fost trecut apoi printr-un vas cu 1000 mL soluție de hidroxid de sodiu, de concentrație 12% și densitate 1,14 g/cm^3, unde s-a constatat reducerea concentrației procentuale a soluției de hidroxid de sodiu la 3,42% și formarea unei sări neutre. Substanța gazoasă rămasă după trecerea amestecului gazos prin cele două vase, a fost trecută printr-un vas cu pirogalol și a determinat creșterea masei vasului cu 4,8 g. Determinați formula moleculară a substanței **X**.

b. Substanța **X** se obține din hidrocarbura **Y** prin următoarea succesiune de reacții:

$$Y \xrightarrow[\text{tuburi ceramice}]{600 - 800°C} T \xrightarrow[V_2O_5]{+ O_2} U \xrightarrow{- H_2O} X$$

Hidrocarbura **Y** are densitatea 1,6875 în raport cu oxigenul. Determinați formula de structură a hidrocarburii **Y** și scrieți ecuațiile reacțiilor corespunzătoare schemei de transformări. Utilizați formule de structură pentru compușii organici.

Subiecte elaborate, selectate și prelucrate de:
prof. Guceanu Constantin, Colegiul Național "Mihai Eminescu", Botoșani
prof. Irina Popescu, Colegiul Național "I.L.Caragiale", Ploiești
Maria-Cristina Constantin, CNPEE, București
prof. Ionescu Andra, Colegiul Național "Costache Negri", Galați

Brașov - 2049

ANEXA:
Volumul molar (condiții normale): V = 22,4 L/mol.

TABELUL PERIODIC AL ELEMENTELOR



Brașov - 2049