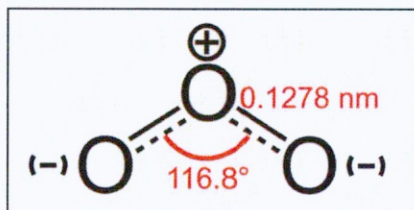


OLIMPIADA NAȚIONALĂ INTERDISCIPLINARĂ "ȘTIINȚELE PĂMÂNTULUI"
ETAPA NAȚIONALĂ
14-17 mai 2026, TIMIȘOARA
PROBA TEORETICĂ SCRISĂ
DISCIPLINA CHIMIE

Notă:

1. Se acordă 2,5 puncte din oficiu.
2. Subiectul se punctează de la 0 la 22,5 puncte.
3. Este permisă utilizarea calculatoarelor neprogramabile.



Ozonul (O_3) a fost descoperit de chimistul germano-elvețian Christian Friedrich Schönbein în anul 1840, în laboratorul său de la Universitatea din Basel, Elveția. Schönbein a observat un miros caracteristic, înțepător, în timpul experimentelor cu electroliza apei și în apropierea mașinilor electrice. Schönbein a numit noua substanță „ozon”, de la cuvântul grecesc **οζείν** (ozein), care înseamnă „a mirosi”. În 1865, chimistul elvețian Jacques-Louis Soret a determinat, prin măsurători riguroase ale densității, că ozonul este o formă alotropică a oxigenului. El a stabilit formula moleculară O_3 . În 1872, Schönbein însuși,

precum și alți cercetători au confirmat experimental această structură. Ozonul este o formă alotropică a oxigenului cu proprietăți remarcabile: este un gaz albastru pal în concentrații mari, cu un miros puternic și un puternic agent oxidant (al treilea ca putere după fluor și persulfat).

Cel mai important moment după descoperirea substanței în sine a fost identificarea stratului de ozon stratosferic. În 1913, fizicienii francezi Charles Fabry și Henri Buisson au detectat prezența unui strat de ozon în stratosferă, la altitudini cuprinse între 15 și 35 km deasupra suprafeței terestre. Această descoperire a deschis un capitol esențial în înțelegerea vieții pe Pământ. În 1970 chimistul olandez Paul Crutzen a demonstrat că oxizii de azot (NO_x) provenind din îngrășămintele chimice și din motoarele avioanelor pot cataliza distrugerea ozonului stratosferic. În 1974 chimiști Frank Sherwood Rowland și Mario Molina au arătat că clorofluorocarburi (CFC) — folosite pe scară largă în frigidere și spray-uri — pot ajunge în stratosferă și distrug masiv ozonul prin reacții în lanț. CFC migrează în stratosferă, unde radiația UV îi scindează, eliberând radicali de clor extrem de reactivi. Acești radicali participă la un ciclu catalitic de distrugere: $Cl\bullet$ reacționează cu O_3 pentru a forma $ClO\bullet$ și O_2 , iar $ClO\bullet$ reacționează ulterior cu oxigenul atomic pentru a regenera $Cl\bullet$, permițând unui singur atom de clor să distrugă sute de mii de molecule de ozon înainte de a fi dezactivat. Cicluri catalitice similare există pentru brom și oxizii de azot, făcând din distrugerea ozonului stratosferic o problemă complexă, cu mai multe specii implicate.

Stratul de ozon absoarbe peste 97–99% din radiațiile ultraviolete dăunătoare emise de Soare (UV-B și UV-C). Fără această protecție naturală, viața pe Terra ar fi imposibilă — radiațiile UV provoacă cancer de piele, afecțiuni oculare, slăbirea sistemului imunitar și perturbă ecosistemele marine.

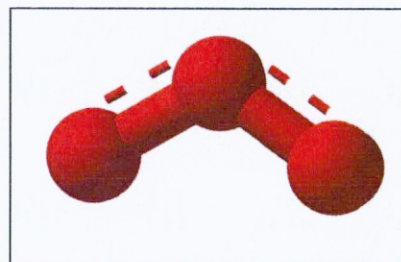
Ozonul (O_3) joacă un rol dublu și paradoxal în atmosfera Pământului: este în același timp un scut vital și un poluant nociv, în funcție exclusiv de locul în care se găsește.

În stratosferă, la aproximativ 15–35 km deasupra suprafeței, ozonul formează așa-numitul strat de ozon, care absoarbe marea majoritate a radiației ultraviolete solare — în special lungimile de undă UV-B și UV-C, dăunătoare din punct de vedere biologic. Această absorbție are loc prin descompunerea fotolitică a ozonului ($O_3 + h\nu \rightarrow O_2 + O\bullet$), un proces ciclic cunoscut sub numele de mecanismul Chapman.

La nivelul solului, în troposferă, ozonul spune o poveste cu totul diferită. Aici nu este prezent în mod natural în cantități semnificative, ci este un poluant secundar generat fotochimic din precursori precum oxizii de azot (NO_x) și compușii organici volatili (COV) emiși de vehicule și industrie. Ozonul troposferic este o componentă majoră a smogului fotochimic, provocând afecțiuni respiratorii la oameni, inhibând creșterea plantelor și acționând ca un puternic gaz cu efect de seră. Astfel, în timp ce ne străduim să protejăm ozonul de sus, îl reducem simultan pe cel de jos — o distincție rezumată elegant prin expresia: „*benefic sus, nociv aproape*.”

Descoperirea ozonului de către Schönbein a pornit de la o simplă observație de laborator, iar drumul de la acel miros curios din 1840 până la înțelegerea rolului vital al ozonului în protejarea vieții ilustrează perfect puterea curiozității științifice.

Rowland și Molina au primit Premiul Nobel pentru Chimie în 1995 pentru contribuțiile lor esențiale la înțelegerea chimiei stratosferei.



Subiectul I _____ **4,5 puncte**

Ciclul Chapman descrie atât modul de formare cât și modul de descompunere al ozonului din stratosferă. Descompunerea ozonului, într-o incintă cu volum constant, decurge conform ecuației: $2\text{O}_3(\text{g}) \rightarrow 3\text{O}_2(\text{g})$, legea de viteză a procesului fiind descrisă de relația: $v = k \cdot C_{\text{O}_3}^2 \cdot C_{\text{O}_2}^{-1}$. Amestecul inițial conține ozon și oxigen în raport molar 1:1.

Calculează care este raportul (r) dintre viteza inițială (v_0) și cea din momentul în care concentrația oxigenului a crescut cu 20% (v_1).

Subiectul II _____ **8 puncte**

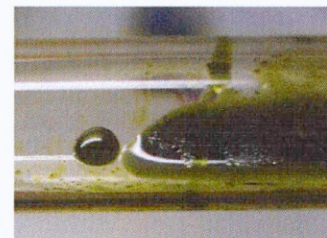
Apele poluate deversate de exploatările miniere de metale neferoase conțin, printre alți agenți poluanți, ioni Mn^{2+} . O metodă eficientă, folosită pe scară largă, de eliminare a efectului poluant al ionilor de mangan (II) este tratarea acestor ape cu ozon, în condiții de pH cuprins între 6 și 8.

Pentru a studia eficiența metodei de eliminare a efectului poluant al ionilor Mn^{2+} , în condițiile descrise, în laborator se prepară 100 mL soluție apoasă ce conține ioni Mn^{2+} în concentrație de $5 \cdot 10^{-4}$ mol/L.

- Calculează volumul de ozon, măsurat în condiții normale de temperatură și presiune, necesar potabilizării acestei soluții, știind că limita maximă admisă, conform standardelor în vigoare, pentru ionii Mn^{2+} este de 0,05 mg/L.
- Dacă pH-ul apei uzate ce conține ioni Mn^{2+} este prea acid, apar efecte nedorite în cadrul procesului de potabilizare prin tratare cu ozon. Scrie ecuația chimică a acestui proces. Justifică cum poate fi detectată vizual apariția acestui proces nedorit.

Subiectul III _____ **10 puncte**

Heptaoxidul de dimangan este anhidrida acidului permanganic. Mn_2O_7 poate fi preparat prin acțiunea acidului sulfuric (amestec de acid sulfuric concentrat și oleum) asupra permanganatului de potasiu solid. La temperatura camerei Mn_2O_7 se prezintă sub forma unui lichid uleios de culoare verde-închis. La adăos de acid sulfuric, în exces, peste Mn_2O_7 se obține un compus ce conține un ion izoelectronic cu trioxidul de crom.



Acest oxid al manganului este extrem de instabil, descompunându-se violent la încălzire, la șoc (lovire) sau în prezența reducătorilor organici. La descompunerea Mn_2O_7 se formează un amestec gazos ce are un miros caracteristic și are proprietatea de a aprinde hârtia îmbibată cu etanol. Aceleași substanțe, ce formează amestecul gazos rezultat la descompunerea Mn_2O_7 , formează și amestecul gazos rezultat la tratarea Mn_2O_7 cu o soluție apoasă de acid sulfuric și apă oxigenată 30%.

- Identifică prin calcul ionul izoelectronic cu trioxidul de crom care se formează la tratarea Mn_2O_7 cu acid sulfuric (amestec de acid sulfuric concentrat și oleum), în exces.
- Scrie ecuațiile chimice ale tuturor reacțiilor descrise în enunț.
- Amestecul gazos rezultat la descompunerea unei probe de Mn_2O_7 are densitatea relativă față de aer $d_r = 1,1836$. Calculează masa de Mn_2O_7 necesară obținerii a 7,84 L (c.n.) de amestec gazos.

Se dau următoarele date:

- masa moleculară medie a aerului $\overline{M}_{\text{aer}} = 28,97$ g/mol;
- volumul molar $V_p = 22,4$ L/mol (condiții normale).

18

Pagina 3

MINISTERUL EDUCAȚIEI ȘI CERCETĂRII
OLIMPIADA NAȚIONALĂ INTERDISCIPLINARĂ "ȘTIINȚELE PĂMÂNTULUI"
ETAPA NAȚIONALĂ
14-17 mai 2026, TIMIȘOARA
PROBA TEORETICĂ SCRISĂ
DISCIPLINA CHIMIE

BAREM DE EVALUARE ȘI NOTARE

Notă:

Orice variantă corectă de rezolvare se punctează ca atare!

1.		4,5 puncte
Compoziția la momentul 1		2 puncte
Ecuația vitezei la momentul 0		1 punct
Ecuația vitezei la momentul 1		1 punct
Raportul vitezelor $v_0/v_1 = 1,597 \cong 1,6$		0,5 puncte
2.		8 puncte
a. Ecuația reacției chimice de potabilizare:		
$H_2O + O_3 + Mn^{2+} \rightarrow MnO_2\downarrow + 2H^+ + O_2\uparrow$		2 puncte
Determinarea volumului de ozon: $V(O_3) = 1,1179 \text{ mL}$		3 puncte
b. Ecuația reacției chimice:		
$9H_2O + 5O_3 + 6Mn^{2+} \rightarrow 6MnO_4^- + 18H^+$		2 puncte
culoarea soluției		1 punct
3.		10 puncte
a.		
CrO ₃ are 48 e ⁻		
ionul izoelectronic este ionul manganil: MnO_3^+		2 puncte
b.		
Ecuațiile reacțiilor chimice:		
$2KMnO_4 + 2H_2SO_4 \rightarrow Mn_2O_7 + 2KHSO_4 + H_2O$		2 puncte
$Mn_2O_7 + 5H_2O_2 + 2H_2SO_4 \rightarrow 2MnSO_4 + 2O_2 + 2O_3 + 7H_2O$		2 puncte
c.		
Determinarea raportului molar $O_2 : O_3 = 6:1$		2 puncte
Ecuația reacției chimice de descompunere:		
$5Mn_2O_7 \rightarrow 10MnO_2\downarrow + 6O_2 + O_3$		1 punct
$m = 55,5 \text{ g } Mn_2O_7$		1 punct