Department of Higher Education
Madhya Pradesh

SYLLABUS

M.Sc. CHEMISTRY
2025-26

For 2-Year PG Programme
Scheme B-1
(With Major Practicum Component)

Semester: I-IV

For 2-Year PG Programme

Scheme B-1

Master of Science Chemistry [M.Sc. (Chemistry)]-Major Practicum Component

Year	Course Type					
	Semester	**Courses Level**	**Core Courses/ Dissertation**	**Practicum Courses**	**Internship/ Apprenticeship/ Seminar OR VAC (CHM/EESC)**	**Total Credits**
First Year	**Sem-I**	400	Advanced Organic Chemistry CC-11 (6 Credits)	Advanced Organic Chemistry PC-11 (4 Credits)	Internship/ Apprenticeship OR Seminar (2 Credits)	**22**
		400	Advanced Inorganic Chemistry CC-12 (6 Credits)	Advanced Inorganic Chemistry PC-12 (4 Credits)		
	Sem-II	400	Advanced Physical Chemistry CC-21 (6 Credits)	Advanced Physical Chemistry PC-21 (4 Credits)	Value-Added Course [VAC]-CHM/EESC)* (2 Credits)	**22**
		400	Research Methodology for Chemists CC-22 (6 Credits)	Research Methodology for Chemists PC-22 (4 Credits)		
Note: Students who exit at the end of 1st year shall be awarded a Postgraduate Diploma.						
OPTION-1: Only Course Work (Applicable to all UTDs/ Colleges)						
Second Year	**Sem-III**	500	Advanced Spectroscopic Techniques and Applications CC-31 (6 Credits)	Advanced Spectroscopic Techniques and Applications PC-31 (4 Credits)	Internship/ Apprenticeship OR Seminar (2 Credits)	**22**
		500	Advanced Analytical Chemistry CC-32 (6 Credits)	Advanced Analytical Chemistry PC-32 (4 Credits)		

	Sem-IV	500	Bio-Organic and Bio-Inorganic Chemistry CC-41 (6 Credits)	Bio-Organic and Bio-Inorganic Chemistry PC-41 (4 Credits)	Value-Added Course [VAC]-CHM/EESC)* (2 Credits)	
		500	Advanced Medicinal Chemistry CC-42 (6 Credits)	Advanced Medicinal Chemistry PC-42 (4 Credits)		
OPTION-2: Course Work and Research Work (Applicable to all UTDs/ Colleges having research centers recognized by the University)						
Second Year	**Sem-III**	500	Advanced Spectroscopic Techniques and Applications CC-31 (6 Credits)	Advanced Spectroscopic Techniques and Applications PC-31 (4 Credits)	Seminar (2 Credits)	**22**
		500	Advanced Analytical Chemistry CC-32 (6 Credits)	Advanced Analytical Chemistry PC-32 (4 Credits)		
	Sem-IV	-	-	-	Research Thesis/ Project/ Patent (22 Credits)	**22**
OPTION-3: Only Research Work (Applicable to all UTDs/ Colleges having research centers recognized by the University)						
Second Year	**Sem-III**	Research Thesis/ Project/ Patent (22 Credits)				**22**
	Sem-IV	Research Thesis/ Project/ Patent (22 Credits)				**22**

1. *[VAC] = Constitutional, Human & moral Values (CHM) and Employability and Entrepreneurship Skills (EESC).
2. *UTDs/ Colleges with Research centres have the choice of running all the OPTIONS mentioned above.*
3. *Students having 4-Year Under Graduate Degree (Honours/ Honours with Research) are eligible for direct lateral entry in the Semester-III of 2-Year PG Programme/ Semester-I of 1-Year PG Programme.*

2-वर्षीय पीजी कार्यक्रम

योजना B-1

रसायन शास्त्र में विज्ञान स्नातकोत्तर [एम.एससी. (रसायन विज्ञान)]- प्रमुख प्रैक्टिकम घटक

वर्ष	पाठ्यक्रम प्रकार					
	सेमेस्टर	पाठ्यक्रम स्तर	मुख्य पाठ्यक्रम/ शोध प्रबंध	प्रैक्टिकम पाठ्यक्रम	इंटर्नशिप/ अप्रेंटिसशिप/ सेमिनार या वीएसी (सीएचएम/ईईएससी)	कुल क्रेडिट
प्रथम वर्ष	सेमेस्टर-I	400	उन्नत जैविक रसायन विज्ञान CC-11 (6 क्रेडिट)	उन्नत कार्बनिक रसायन विज्ञान PC-11 (4 क्रेडिट)	इंटर्नशिप/ अप्रेंटिसशिप या सेमिनार (2 क्रेडिट)	22
		400	उन्नत अकार्बनिक रसायन विज्ञान CC-12 (6 क्रेडिट)	उन्नत अकार्बनिक रसायन विज्ञान PC-12 (4 क्रेडिट)		
	सेमेस्टर-II	400	उन्नत भौतिक रसायन CC -21 (6 क्रेडिट)	उन्नत भौतिक रसायन विज्ञान PC-21 (4 क्रेडिट)	मूल्य-वर्धित पाठ्यक्रम [वीएसी]- सीएचएम/ ईईएससी)* (2 क्रेडिट)	22
		400	रसायनज्ञों के लिए अनुसंधान पद्धति CC -22 (6 क्रेडिट)	रसायनज्ञों के लिए अनुसंधान पद्धति PC-22 (4 क्रेडिट)		
नोट: जो विद्यार्थी प्रथम वर्ष की समाप्ति पर पाठ्यक्रम से बाहर हो जाते हैं, उन्हें स्नातकोत्तर डिप्लोमा प्रदान किया जाएगा।						
विकल्प-1: केवल पाठ्यक्रम कार्य (सभी विश्वविद्यालय शिक्षण विभाग / महाविद्यालयों के लिए लागू)						
द्वितीय वर्ष	सेमेस्टर-III	500	उन्नत स्पेक्ट्रोस्कोपी तकनीक और अनुप्रयोग CC-31 (6 क्रेडिट)	उन्नत स्पेक्ट्रोस्कोपिक तकनीक और अनुप्रयोग PC-31 (4 क्रेडिट)	इंटर्नशिप/ अप्रेंटिसशिप या सेमिनार (2 क्रेडिट)	22
		500	उन्नत विश्लेषणात्मक रसायन विज्ञान CC-32 (6 क्रेडिट)	उन्नत विश्लेषणात्मक रसायन विज्ञान PC-32 (4 क्रेडिट)		

	सेमेस्टर- IV	500	जैव कार्बनिक और जैव-अकार्बनिक रसायन विज्ञान CC-41 (6 क्रेडिट)	जैव कार्बनिक और जैव-अकार्बनिक रसायन विज्ञान PC-41 (4 क्रेडिट)	मूल्य-वर्धित पाठ्यक्रम [वीएसी]-सीएचएम/ ईईएससी)* (2 क्रेडिट)	
		500	उन्नत औषधीय रसायन शास्त्र CC-42 (6 क्रेडिट)	उन्नत औषधीय रसायन विज्ञान PC-42 (4 क्रेडिट)		
विकल्प-2: अवधि कार्य और अनुसंधान कार्य (वे सभी विश्वविद्यालय शिक्षण विभाग / महाविद्यालयों के लिए लागू, जिनके पास विश्वविद्यालय द्वारा मान्यता प्राप्त शोध केंद्र हैं)						
द्वितीय वर्ष	**सेमेस्टर - III**	500	उन्नत स्पेक्ट्रोस्कोपी तकनीक और अनुप्रयोग CC-31 (6 क्रेडिट)	उन्नत स्पेक्ट्रोस्कोपिक तकनीक और अनुप्रयोग PC-31 (4 क्रेडिट)	सेमिनार (2 क्रेडिट)	**22**
		500	उन्नत विश्लेषणात्मक रसायन विज्ञान CC-32 (6 क्रेडिट)	उन्नत विश्लेषणात्मक रसायन विज्ञान PC-32 (4 क्रेडिट)		
	सेमेस्टर - IV	-	-	-	अनुसंधान थीसिस/ परियोजना/ पेटेन्ट (22 क्रेडिट)	**22**
विकल्प-3: केवल अनुसंधान कार्य (वे सभी विश्वविद्यालय शिक्षण विभाग / महाविद्यालयों के लिए लागू, जिनके पास विश्वविद्यालय द्वारा मान्यता प्राप्त शोध केंद्र हैं)						
द्वितीय वर्ष	**सेमेस्टर - III**	अनुसंधान थीसिस/ प्रोजेक्ट/ पेटेंट (22 क्रेडिट)				**22**
	सेमेस्टर - IV	अनुसंधान थीसिस/ प्रोजेक्ट/ पेटेंट (22 क्रेडिट)				**22**

1. **[VAC] = संवैधानिक, मानवीय एवं नैतिक मूल्य (CHM) तथा रोज़गारयोग्यता एवं उद्यमिता कौशल (EESC)।*
2. *जिन विश्वविद्यालय शिक्षण विभागों / महाविद्यालयों के पास शोध केंद्र हैं, वे उपरोक्त सभी विकल्प चला सकते हैं।*
3. *जिन विद्यार्थियों के पास 4 वर्षीय स्नातक डिग्री (ऑनर्स / रिसर्च के साथ ऑनर्स) है, वे 2 वर्षीय पीजी कार्यक्रम के सेमेस्टर-III/ 1 वर्षीय पीजी कार्यक्रम के सेमेस्टर-I में सीधे प्रवेश के लिए पात्र हैं।*

For 2-Year PG Programme
(Scheme B-1)
With Major Practicum Component

CHEMISTRY-CORE (THEORY) SYLLABUS

M.Sc. I Semester

<table>
<tr><th colspan="4">Part A- Introduction</th></tr>
<tr><td>Program: 2-Year PG</td><td>Class-M.Sc.</td><td>Semester-I</td><td>Session: 2025-26</td></tr>
<tr><td colspan="4">Subject– Chemistry</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td>1</td><td>Course Code</td><td>CC-11 (T)</td></tr>
<tr><td>2</td><td>Course Title</td><td>Advanced Organic Chemistry</td></tr>
<tr><td>3</td><td>Course Type</td><td>CORE Course</td></tr>
<tr><td>4</td><td>Pre-requisite</td><td>To study this course, students must have <u>Chemistry</u> as one of the subjects in B.Sc. Degree Course.</td></tr>
<tr><td>5</td><td>Course Learning Outcomes (CLO)</td><td>Upon successful completion of this Course, learners will be able to:
➢ Understand the traditional insight of Aromaticity and contributions of Acharya Prafulla Chandra Ray (Father of Indian Chemistry).
➢ Explain the concept of aromaticity and differentiate between aromatic, antiaromatic, nonaromatic, and homoaromatic compounds using structural features and spectroscopic data.
➢ Apply the PMO approach to interpret aromatic character in systems like annulenes, metallocenes, and crown ether complexes.
➢ Demonstrate the mechanisms of major condensation reactions such as Aldol, Claisen, Mannich, Perkin, and Stobbe, etc. highlighting the role of enolate intermediates.
➢ Assess the stability and reactivity of Free radicals and describe their behavior in reactions like allylic halogenation, Sandmeyer, and Hunsdiecker transformations.
➢ Interpret reaction mechanisms through energy diagrams, transition states, and isotope effects; relate structural effects to reactivity using Hammett and Taft correlations.
➢ Classify pericyclic reactions and predict their stereochemical outcomes based on orbital symmetry principles and the Woodward–Hoffmann rules.
➢ Describe the mechanisms and applications of photochemical reactions such as Paterno–Büchi, di-π methane rearrangement, and photo-Fries rearrangement in organic synthesis.</td></tr>
<tr><td>6</td><td>Credit Value</td><td>Theory–06</td></tr>
</table>

Department of Higher Education

7	Total Marks	Maximum Marks: Total 100 University Exam (UE)-60, CCE-40	Minimum Passing Marks: 40

Part B-Content of the Course

Total No. of Lectures-Tutorials-Practical (L-06 hours per week):
L-T-P: 90-0-0 (Total Hours)

Unit	Topic	No. of Lectures
1	**Indian Knowledge system and its relevance to Aromaticity:** Concept of Aromaticity – Traditional Insight Chemistry of natural aromatic compounds: Eugenol (from cloves), Thymol (from ajwain), Curcumin (from turmeric) and Vanillin (from vanilla). Contributions of Acharya Prafulla Chandra Ray (The Father of Indian Chemistry) in Organic Chemistry. **Aromaticity:** Concept of aromaticity, Aromaticity in benzenoid and non–benzenoid compounds, Antiaromatic compounds, Nonaromatic compounds, Homoaromatic compounds, PMO approach, Annulenes, Metallocenes, Crown ether complexes and cryptates. ***Keywords***: Aromatic Compounds, PMO Approach, Benzenoid and Non-Benzenoid Systems, Annulenes and Metallocenes ***Activities***: 1. Poster Making to illustrate aromatic, antiaromatic, and nonaromatic compounds with examples. 2. Building 3D molecular models of benzenoid and non-benzenoid aromatic compounds using model kits/ software. 3. Organize a debate on "The Role of Aromatic Compounds in Traditional Medicine *vs.* Modern Chemistry."	15
2	**Free radical reactions:** Structure, stability and geometry, and properties of Free radicals. Free radical substitution mechanism, mechanism at an aromatic substrate, neighbouring group assistance, reactivity for aliphatic and aromatic substrates at a bridgehead, reactivity in the attacking radicals, the effect of solvent on the reactivity. **Name Reactions:** Birch Reduction, Nef reaction, Bouveault-Blanc reaction, Chichibabin, Mannich reaction, Meerwein-Ponndorf-Verley reduction, Opphemeur oxidation, Curtius reaction, Claisen Schmidt reaction,	15

Department of Higher Education

	Sharpless-epoxidation, Pechmann reaction. Aldol Condensation, Knoevenagel reaction, Mannich reaction, Benzoin condensation, Perkin reaction, Sandmeyer's and Hunsdiecker reaction. ***Keywords***: Free Radical Substitution, Stability of Radicals, Organic Reactions ***Activities***: 1. Creating Reaction Mechanism Posters for free radical substitutions and name reactions. 2. Demonstration/simulation (virtually or in-lab) of simple free radical halogenation or oxidation reactions. 3. Students can create short explanatory videos explaining the mechanism and real-life application of name reactions.	
3	**Reaction Mechanism: Structure and Reactivity** Types of reaction mechanisms, thermodynamic and kinetic requirements, kinetic and thermodynamic control, Curtin–Hammett Principle. Potential energy diagrams, transition states and intermediates, methods of determining the mechanism, and isotope effects. Generation, structure, stability and reactivity of carbocations, carbanions, Free radicals, carbenes and nitrenes. Effect of structure on reactivity–resonance and field effects, quantitative treatment. The Hammett equation and linear free energy relationships, substituent and reaction constants, Taft equation. ***Keywords***: Reaction Pathways, Thermodynamic and Kinetic Control, Reactive Intermediates, Linear Free Energy Correlations ***Activities***: 1. Creation of reaction Pathway posters showing intermediates, transition states, and activation energy for various organic reactions. 2. Building of flowcharts or concept maps illustrating various reaction intermediates (carbocations, free radicals, carbenes, etc.), including their generation and stability. 3. Students can play roles as key scientists (e.g., Hammett, Taft, Curtin, and Hammett) and explain their contributions.	20
4	**Pericyclic Reactions**: Molecular orbital symmetry, Frontier orbitals of ethylene, 1,3-butadiene, 1,3,5-hexatriene and allyl system. Classification of pericyclic reaction. Woodward-Hoffmann correlation diagrams. FMO and PMO approach.	20

Department of Higher Education

	Electrocyclic reactions-conrotatory and disrotatory motions, 4n, 4n+2 and allyl systems. Cycloadditions-antarafacial and suprafacial additions, 4n and 4n+2 system. 2+2 addition of ketenes, 1,3 dipolar cycloadditions and cheleotropic reactions. Sigmatropic rearrangements-suprafacial and antarafacial shifts of H, 3,3- and 5,5-sigmatropic rearrangements. Claisen, Cope and Aza-Cope rearrangements, Ene reaction and Fluxional tautomerism. ***Keywords***: Orbital Symmetry, Electrocyclic Reactions, Cycloadditions, Sigmatropic Rearrangements, Woodward-Hoffmann Rules ***Activities***: 1. Ask the students to prepare animations and short videos showing conrotatory and disrotatory motions in electrocyclic reactions. 2. Preparation of flowcharts to classify pericyclic reactions: electrocyclic, cycloaddition, and sigmatropic rearrangements with examples.	
5	**Photochemical Reactions:** Photochemistry of alkenes and aromatic compounds, Paterno–Buchi reaction, di-pi methane rearrangement, Photo-Fries rearrangement, Barton reaction, Photochemical formation of smog, Photodegradation of polymers and Photochemistry of vision. ***Keywords***: Photoreduction, Photo rearrangements, Photocycloadditions, Smog Formation, Photodegradation ***Activities***: 1. Students can create visual flowcharts summarizing different photochemical reactions (e.g., Paterno–Buchi, Barton, di-π-methane rearrangement). 2. Poster making to explain the photochemistry of vision, involving rhodopsin, retinal isomerization, and its role in biological light sensing.	20

Department of Higher Education

Part C-Learning Resources

Text Books, Reference Books, Other Resources

Suggested Readings:

Books

1. Ray, Prafulla Chandra, A History of Hindu Chemistry, Asian Educational Services, New Delhi.
2. Sivarajan, V.V., Balachandran, I., Ayurvedic Drugs and Their Plant Sources, Oxford and IBH Publishing Co. Pvt. Ltd., New Delhi.

3. March, J. Advanced Organic Chemistry: Reactions, Mechanisms and Structure. John Wiley.
4. Sykes, Peter. A Guidebook to Mechanism in Organic Chemistry. Orient Longman.
5. Mukherji, S.M. and Singh, S.P. Reaction Mechanism in Organic Chemistry. Macmillan.
6. Carey, F.A. and Sundberg, R.J. Advanced Organic Chemistry, Part A and B. Plenum.
7. Kalsi, P.S. Organic Reactions and Their Mechanisms. New Age International.
8. Coxon, J. and Holtom, B. Organic Photochemistry. Cambridge University Press.
9. Dupuoy, C.H. and Chapman, O.L. Molecular Reactions and Photochemistry. Prentice Hall.
10. Kagan, J. Organic Photochemistry. Academic Press.
11. Kundall, R.P. and Gilbert, A. Photochemistry. Thomson Nelson.
12. Clayden J., Greevs N., and Warren S., Organic Chemistry, Oxford Publ.
13. Carey, F.A., Sundberg, R.J., Advanced Organic Chemistry, Parts A and B, Plenum.
14. Carruthers, W., Coldham, I., Modern methods of organic synthesis, Cambridge University Press.
15. Warren, S., Organic Synthesis: The Disconnection Approach, John Wiley & Sons.
16. Jagdamba Singh, L. D. S. Yadav Organic Chemistry, Pragati Prakashan.

Suggested equivalent online courses and Web Sources:

- https://archive.nptel.ac.in/course.html
- https://ugcmoocs.inflibnet.ac.in/index.php/courses/moocs
- https://swayam.gov.in/explorer

Part D: Assessment and Evaluation

Maximum Marks: 100
Internal Assessment (CCE): 40
External Assessment (UE): 60

Internal Assessment

	Continuous and Cumulative Evaluation (CCE) Methods will be based on following defined components:	**Marks**
a.	**Class Tests**	
b.	**Presentation/Assignment/ Quiz/ Group Discussion**	
c.	**Appropriate weightage of attendance in the Class**	
	Total	**40**

External Assessment

	Theory Paper as per University Examination	
	Total	**60**
	Grand Total	**100**

Department of Higher Education

For 2-Year PG Programme
(Scheme B-1)
With Major Practicum Component

रसायन विज्ञान-कोर (सिद्धांत) पाठ्यक्रम

एम.एससी. प्रथम सेमेस्टर

भाग अ: परिचय			
कार्यक्रम: 2-वर्षीय पीजी	कक्षा- एम.एससी.	सेमेस्टर- I	सत्र: 2025- 26

विषय- रसायन विज्ञान		
1	पाठ्यक्रम कोड	CC- 11 (T)
2	पाठ्यक्रम शीर्षक	उन्नत कार्बनिक रसायन विज्ञान
3	पाठ्यक्रम का प्रकार	कोर कोर्स
4	पूर्व-अपेक्षा	इस पाठ्यक्रम का अध्ययन करने के लिए छात्रों के पास बीएससी डिग्री कोर्स में रसायन विज्ञान एक विषय के रूप में होना चाहिए ।
5	पाठ्यक्रम सीखने के परिणाम (सीएलओ)	इस पाठ्यक्रम को सफलतापूर्वक पूरा करने पर, शिक्षार्थी सक्षम होंगे: ➢ एरोमैटिसिटी की पारंपरिक अंतर्दृष्टि और आचार्य प्रफुल्ल चन्द्र राय (भारतीय रसायन विज्ञान के जनक) के योगदान को समझेंगे । ➢ एरोमैटिसिटी की संकल्पना को स्पष्ट और संरचनात्मक विशेषताओं तथा स्पेक्ट्रोस्कोपिक आंकड़ों का उपयोग करते हुए एरोमैटिक, एंटीएरोमैटिक, नॉनएरोमैटिक तथा होमोएरोमैटिक यौगिकों में अंतर कर सकेंगे । ➢ P.M.O. (परमाण्विक ऑर्बिटल का अणुगत दृष्टिकोण) विधि को लागू करना और एनुलीन, मेटालोसीन तथा क्राउन ईथर यौगिकों जैसे प्रणालियों में एरोमैटिक स्वभाव की व्याख्या कर सकेंगे । ➢ मुख्य संघनन अभिक्रियाओं जैसे ऐल्डोल, क्लेसन, मैन्निक, पर्किन तथा स्टोबे आदि की अभिक्रिया विधियों का प्रदर्शन कीजिए, और एनॉलेट मध्यवर्ती की भूमिका को रेखांकित करेंगे । ➢ फ्री रेडिकल्स की स्थिरता और अभिक्रियाशीलता का मूल्यांकन तथा उन्हें एलिलिक हैलोजनेशन, सैंडमेयर तथा हंसडीकर रूपांतरण जैसी अभिक्रियाओं में उनके व्यवहार के आधार पर वर्णित करना सीखेंगे । ➢ ऊर्जा आरेखों, संक्रमण अवस्थाओं तथा समस्थानिक प्रभावों के माध्यम से अभिक्रिया विधियों की व्याख्या; संरचनात्मक प्रभावों को हम्मेट और टाफ्ट सहसंबंधों का उपयोग कर अभिक्रियाशीलता से संबद्ध करना सीखेंगे । ➢ पेरिसाइक्लिक अभिक्रियाओं को वर्गीकृत और ऑर्बिटल समरूपता सिद्धांत तथा वुडवर्ड-हॉफमैन नियमों के आधार पर उनके स्टीरियोकैमिकल परिणामों की जानकारी प्राप्त कर सकेंगे ।

Department of Higher Education

		➢ Paterno–Büchi, डाई-π मेथेन पुनर्विन्यास तथा फोटो-फ्राइस पुनर्विन्यास जैसी प्रकाश रासायनिक अभिक्रियाओं की अभिक्रिया विधियों तथा उनके जैविक संश्लेषण में अनुप्रयोगों का वर्णन करने में सक्षम होंगे ।	
6	**क्रेडिट मूल्य**	**सिद्धांत– 06**	
7	**कुल अंक**	**अधिकतम अंक: कुल 100** **विश्वविद्यालय परीक्षा (UE)-60,** **CCE-40**	**न्यूनतम उत्तीर्ण अंक: 40**

[illegible]

व्याख्यान-ट्यूटोरियल-प्रेक्टिकल की कुल संख्या (प्रति सप्ताह घंटे में): 06
L-T-P : 90-0-0 (कुल घंटे)

इकाई	विषय	व्याख्यानों की संख्या
1	**भारतीय ज्ञान परंपरा की एरोमैटिसिटी (Aromaticity) से संबद्धता:** एरोमैटिसिटी की संकल्पना – पारंपरिक दृष्टिकोण प्राकृतिक सुगंधित यौगिकों का रसायन: यूजेनॉल (लौंग से), थाइमोल (अजवायन से), करक्यूमिन (हल्दी से) और वेनिलीन (वेनिला से)। रसायन विज्ञान में आचार्य प्रफुल्ल चंद्र रे (भारतीय रसायन विज्ञान के जनक) का योगदान । **एरोमैटिसिटी (Aromaticity):** एरोमैटिसिटी की अवधारणा, बेंजीनॉइड और नॉन- बेंजीनॉइड यौगिकों में एरोमैटिसिटी, एंटीएरोमैटिक यौगिक, नॉनएरोमैटिक यौगिक, होमोएरोमैटिक यौगिक, पीएमओ दृष्टिकोण, एन्युलीन , मेटालोसीन , क्राउन ईथर कॉम्प्लेक्स और क्रिप्टेट । **सार बिंदु (कीवर्ड):** एरोमैटिसिटी, पीएमओ दृष्टिकोण, बेंज़ीनॉयड और गैर-बेन्जीनॉयड प्रणालियाँ **गतिविधियाँ** : 1. प्रतिसुगंधित और असंगठित यौगिकों को उदाहरण सहित दर्शाने के लिए पोस्टर बनाना । 2. बेंजीनॉयड और गैर- बेंजीनॉयड सुगंधित यौगिकों के 3D आणविक मॉडल का निर्माण करना ।	15

Department of Higher Education

	3. आधुनिक रसायन विज्ञान में सुगंधित यौगिकों की भूमिका" पर परिचर्चा का आयोजन करें ।	
2	**मुक्त मूलक अभिक्रियाएँ :** मुक्त मूलकों की संरचना, स्थिरता और ज्यामिति, तथा गुणधर्म। मुक्त मूलक प्रतिस्थापन क्रियाविधि, ऐरोमैटिक सब्सट्रेट पर क्रियाविधि, समीप समूह सहायता, ब्रिजहेड पर ऐलिफैटिक और ऐरोमैटिक सब्सट्रेट के लिए प्रतिक्रियाशीलता, आक्रमणकारी मूलकों में प्रतिक्रियाशीलता एवं प्रतिक्रियाशीलता पर विलायक का प्रभाव। **नाम अभिक्रियाएँ:** बिर्च रिडक्शन, नेफ अभिक्रिया, बौवोल्ट -ब्लैंक अभिक्रिया, चिचिबाबिन, मीरवेन-पोनडॉर्फ-वेर्ले रिडक्शन, ओपेरनेउर ऑक्सीकरण, कर्टियस अभिक्रिया, क्लेसेन श्मिट अभिक्रिया, शार्पलेस -एपोक्सीडेशन, पेचमान अभिक्रिया। एल्डोल संघनन, नोवेनागेल अभिक्रिया, मैनिच अभिक्रिया, बेंज़ोइन संघनन, पर्किन अभिक्रिया, सैंडमेयर और हन्सडीकर अभिक्रिया। **सार बिंदु :(कीवर्ड)** मुक्त मूलक प्रतिस्थापन, मूलकों की स्थिरता, कार्बनिक अभिक्रियाएँ **गतिविधियाँ :** 1. मुक्त मूलक प्रतिस्थापन और नाम अभिक्रियाओं के लिए अभिक्रिया क्रिया विधि पर पोस्टर बनाना। 2. सरल मुक्त मूलक हैलोजनीकरण या ऑक्सीकरण अभिक्रियाओं का प्रदर्शन/सिमुलेशन (आभासी या प्रयोगशाला में)। 3. छात्र नाम अभिक्रियाओं के क्रिया विधि और वास्तविक जीवन अनुप्रयोग को समझाते हुए लघु व्याख्यात्मक वीडियो बना सकते हैं।	15
3	**अभिक्रिया विधि: संरचना और अभिक्रियाशीलता** अभिक्रिया तंत्र के प्रकार, ऊष्मागतिक और गतिज आवश्यकताएँ, गतिज और ऊष्मागतिक नियंत्रण, कर्टिन-हैमेट सिद्धांत। संभावना ऊर्जा आरेख, संक्रमण अवस्था और मध्यवर्ती अवस्था, क्रियाविधि निर्धारण की विधियाँ, और आइसोटोप प्रभाव। कार्बोकिटायन, कार्बानियन, मुक्त मूलक, कार्बीन और नाइट्रीन की उत्पत्ति, संरचना, स्थिरता और अभिक्रियाशीलता । संरचना का अभिक्रियाशीलता पर प्रभाव–अनुनाद और फील्ड प्रभाव, मात्रात्मक उपचार। हैमेट समीकरण और रैखिक मुक्त ऊर्जा संबंध, प्रतिस्थापन और	20

Department of Higher Education

	अभिक्रिया स्थिरांक, टैफ्ट समीकरण। **सार बिंदु :(कीवर्ड)** अभिक्रिया मार्ग, थर्मोडायनामिक और काइनेटिक नियंत्रण, अभिक्रियाशील मध्यवर्ती यौगिक, रैखिक मुक्त ऊर्जा सहसंबंध। **गतिविधियाँ:** 1. विभिन्न कार्बनिक अभिक्रियाओं के लिए मध्यवर्ती, संक्रमण अवस्थाएं और सक्रियण ऊर्जा को दर्शाने वाले अभिक्रिया मार्ग पोस्टर का निर्माण। 2. कार्बोकिटायन, मुक्त मूलक, कार्बेन , आदि) को दर्शाने वाले फ्लोचार्ट या अवधारणा मानचित्रों का निर्माण , जिसमें उनकी उत्पत्ति और स्थिरता भी शामिल है। 3. छात्र प्रमुख वैज्ञानिकों (जैसे, हैमेट, टैफ्ट, कर्टिन और हैमेट) की भूमिका निभा सकते हैं और उनके योगदान की व्याख्या कर सकते हैं।	
4	**पेरीसाइक्लिक अभिक्रियाएँ** : आणविक कक्षा की सममिति, एथिलीन, 1,3-ब्यूटाडाईन, 1,3,5-हेक्साट्रिएन और एलिल प्रणाली के सीमांत कक्ष, पेरीसाइक्लिक अभिक्रिया का वर्गीकरण। वुडवर्ड-हॉफमैन सहसंबंध आरेख। FMO और PMO दृष्टिकोण। विद्युतचक्रीय अभिक्रियाएँ - संरोटेटरी और विरोटेटरी गतियाँ, 4n, 4n+2 और एलिल प्रणालियाँ। साइक्लोएडिशन - एंटाफेशियल और सुप्राफेशियल एडिशन, 4n और 4n+2 प्रणाली। कीटेन्स का 2+2 एडिशन, 1,3 डिपोलर साइक्लोएडिशन और चेलियोट्रॉपिक अभिक्रियाएं। सिग्माट्रॉपिक पुनर्व्यवस्था- सुप्राफेशियल और एंटीफेशियल परिवर्तन का एच, 3,3- और 5,5-सिग्मेट्रोपी पुनर्व्यवस्था। क्लेसेन , कोप और एज़ा-कोप पुनर्व्यवस्था, ईन प्रतिक्रिया और फ्लक्सनल टॉटोमेरिज्म । **सार बिंदु :(कीवर्ड)** कक्षीय समरूपता, इलेक्ट्रोसाइक्लिक अभिक्रियाएँ, साइक्लोएडिशन, सिग्माट्रोपिक पुनर्व्यवस्था, वुडवर्ड-हॉफमैन नियम **गतिविधियाँ** : 1. विद्यार्थियों से विद्युतचक्रीय अभिक्रियाओं में संघूर्णन और विघूर्णन गति को दर्शाने वाले एनिमेशन और लघु वीडियो तैयार करने को कहें। 2. फ्लोचार्ट तैयार करना पेरीसाइक्लिक अभिक्रियाओं को वर्गीकृत करना: इलेक्ट्रोसाइक्लिक, साइक्लोडडिशन, और सिग्माट्रोपिक पुनर्व्यवस्था उदाहरणों के साथ।	20

Department of Higher Education

5	**रसायनिक अभिक्रियाएँ:** एल्केनों और ऐरोमैटिक यौगिकों की प्रकाश रसायन शास्त्र, पैटरनो - बुची अभिक्रिया, डि-पाई मीथेन पुनर्व्यवस्था, फोटो-फ्राइज़ पुनर्व्यवस्था, बार्टन प्रतिक्रिया, स्मोग का फोटोकेमिकल संश्लेषण, फोटोडिग्रेडेशन पॉलिमर और दृष्टि की फोटोकैमिस्ट्री। **सार बिंदु :(कीवर्ड)** फोटोरिडक्शन, तस्वीर पुनर्व्यवस्था, फोटोसाइक्लोएडिशन, स्मॉग निर्माण, फोटोडिग्रेडेशन **गतिविधियाँ:** 1. पैटरनो - बुची , बार्टन, डाइ-π-मीथेन पुनर्व्यवस्था) को सारांशित करते हुए दृश्य फ्लोचार्ट बना सकते हैं । 2. दृष्टि की प्रकाश रसायन विज्ञान को समझाने के लिए पोस्टर बनाना, जिसमें रोडोप्सिन, रेटिनल आइसोमेराइजेशन, तथा जैविक प्रकाश संवेदन में इसकी भूमिका शामिल है।	20

भाग स - शिक्षण संसाधन

पाठ्य पुस्तकें, संदर्भ पुस्तकें, अन्य संसाधन

सुझायी गयी पठन सामग्री:

पुस्तकें

1. Ray, Prafulla Chandra, A History of Hindu Chemistry, Asian Educational Services, New Delhi.
2. Sivarajan, V.V., Balachandran, I., Ayurvedic Drugs and Their Plant Sources, Oxford and IBH Publishing Co. Pvt. Ltd., New Delhi.
3. March, J. Advanced Organic Chemistry: Reactions, Mechanisms and Structure. John Wiley.
4. Sykes, Peter. A Guidebook to Mechanism in Organic Chemistry. Orient Longman.
5. Mukherji, S.M. and Singh, S.P. Reaction Mechanism in Organic Chemistry. Macmillan.
6. Carey, F.A. and Sundberg, R.J. Advanced Organic Chemistry, Part A and B. Plenum.
7. Kalsi, P.S. Organic Reactions and Their Mechanisms. New Age International.
8. Coxon, J. and Holtom, B. Organic Photochemistry. Cambridge University Press.
9. Dupuoy, C.H. and Chapman, O.L. Molecular Reactions and Photochemistry. Prentice Hall.
10. Kagan, J. Organic Photochemistry. Academic Press.
11. Kundall, R.P. and Gilbert, A. Photochemistry. Thomson Nelson.
12. Clayden J., Greevs N., and Warren S., Organic Chemistry, Oxford Publ.
13. Carey, F.A., Sundberg, R.J., Advanced Organic Chemistry, Parts A and B, Plenum.
14. Carruthers, W., Coldham, I., Modern methods of organic synthesis, Cambridge University Press.
15. Warren, S., Organic Synthesis: The Disconnection Approach, John Wiley & Sons.
16. Jagdamba Singh, L. D. S. Yadav Organic Chemistry, Pragati Prakashan.

Department of Higher Education

सुझाए गए ऑनलाइन पाठ्यक्रम और वेब स्रोत :

- https://archive.nptel.ac.in/course.html
- https://ugcmoocs.inflibnet.ac.in/index.php/courses/moocs
- https://swayam.gov.in/explorer

भाग द - मूल्यांकन और आकलन

अधिकतम अंक: 100
आंतरिक मूल्यांकन (सीसीई): 40
बाह्य मूल्यांकन (यूई): 60

	आंतरिक मूल्यांकन	
	सतत एवं संचयी मूल्यांकन (सीसीई) विधियां निम्नलिखित परिभाषित घटकों पर आधारित होंगी:	**अंक**
क	**कक्षा परीक्षण**	
ख	**प्रस्तुति/असाइनमेंट/क्विज़/समूह चर्चा**	
ग	**कक्षा में उपस्थिति का उचित महत्व**	
	कुल	**40**
	बाह्य मूल्यांकन	
	परीक्षा के अनुसार सिद्धांत पेपर	
	कुल	**60**
	कुल अंक योग	**100**

Department of Higher Education

For 2-Year PG Programme
(Scheme B-1)
With Major Practicum Component

CHEMISTRY-CORE (THEORY) SYLLABUS
M.Sc. I Semester

Part A- Introduction			
Program: 2-Year PG	**Class-M.Sc.**	**Semester-I**	**Session: 2025-26**
Subject– Chemistry			

1	**Course Code**	**CC-12 (T)**
2	**Course Title**	**Advanced Inorganic Chemistry**
3	**Course Type**	**CORE Course**
4	**Pre-requisite**	**To study this course, students must have <u>Chemistry</u> as one of the subjects in B. Sc. Degree Course.**
5	**Course Learning Outcomes (CLO)**	**Upon successful completion of this Course, learners will be able to:** ➢ Relate ancient Indian knowledge of metal complexes (bhasmas) to modern metal-ligand chemistry. ➢ Understand the connection between traditional colour changes, electronic transitions, and the Ayurvedic concept of 'Rasa'. ➢ Analyze and interpret the electronic spectra of transition metal complexes using Orgel and Tanabe-Sugano diagrams, understanding d-orbital transitions and selection rules for electronic spectroscopy. ➢ Apply the concepts of crystal field theory, including calculations of 10 Dq, B, and β parameters, and evaluate the intensity of various types of electronic transitions. ➢ Understand and explain the bonding and stereochemistry of main group compounds, utilizing the Bent rule and Walsh diagrams, and exploring hybridization energetics and $d\pi$-$p\pi$ bonding. ➢ Evaluate the stability and formation constants of metal-ligand complexes in solution, including stepwise and overall formation constants, and understand the chelate effect and its thermodynamic origin. ➢ Identify and classify metal-cluster compounds, including higher boranes, carboranes, and metallo-carboranes, while calculating bond order and understanding the magnetic behavior and STYX number of these clusters. ➢ Study and apply the bonding and structural elucidation of metal π-complexes, including metal carbonyls, transition metal nitrosyls, dinitrogen complexes, and tertiary phosphine ligands, with a focus on their vibrational spectra and important reactions.
6	**Credit Value**	**Theory–06**

7	**Total Marks**	**Maximum Marks: Total 100 University Exam (UE)-60, CCE-40**	**Minimum Passing Marks: 40**

Part B- Content of the Course

Total No. of Lectures-Tutorials-Practical (L-06 hours per week):
L-T-P: 90-0-0 (Total Hours)

Unit	Topic	No. of Lectures
1	**Indian Knowledge System and its relationship with Electronic Spectral Studies of Transition Metal Complexes:** Ancient Indian texts such as Rasaratna Samuccaya and Rasashastra describing preparation and medicinal use of metal complexes (bhasmas), reflecting an empirical grasp of metal-ligand interactions. The colour changes of metal salts and their complexes in dyeing and purification processes, demonstrating practical knowledge related to electronic transitions and ligand field effects. The Ayurvedic concept of 'Rasa' metaphorically aligning with the changes in molecular energy states and interactions observed in spectroscopic ground states and electronic transitions. **Electronic Spectral Studies of Transition Metal Complexes:** Spectroscopic ground states, correlation. Orgel and Tanabe-Sugano diagrams for transition metal complexes (d^1-d^9 states), Selection rule for electronic spectroscopy. Intensity of various types of electronic transitions. Calculations of 10Dq, B and β parameters, and charge transfer spectra. Franck-Condon principle and Applications (No. of transitions, and energy orders). Charge transfer (CT) mechanism; Ligand to Metal and Metal to Ligand Charge Transfer Bands. Effect of Solvent Polarity on CT Spectra. ***Keywords***: Electronic Transitions, Orgel Diagrams, Tanabe-Sugano Diagrams, d-Orbital Transitions, Crystal Field Splitting (10Dq), Charge Transfer, Spectra Spectral Applications, Solvent Polarity Effects ***Activities:*** 1. Ask the students to prepare a Poster: a) Colour and Electronic Transitions in Metal Complexes. b) Ancient Indian Rasashastra vs Modern Coordination Chemistry. c) Orgel and Tanabe-Sugano Diagrams (d^1–d^9 states). d) Ligand Field Theory and Charge Transfer Bands. 2. Preparation of Charts: a) Tanabe-Sugano diagrams for selected d^n systems. b) Franck–Condon principle with energy diagrams. c) Comparison: Spin-allowed vs Spin-forbidden transitions. d) Solvent effect on electronic spectra (CT bands shift).	15

	3. Organize Group Discussion on: a) Significance of colour in coordination compounds. b) Real-life applications of electronic spectra (e.g., in dyes, medicine). c) Alignment of Rasashastra's concept of *Rasa* with modern energy transitions. 4. Student Seminar/ Presentation on: a) Ligand field splitting and selection rules. b) Charge Transfer Spectra: LMCT vs MLCT. c) Application of Electronic Spectroscopy in Bhasma characterization.	
2	**Stereochemistry and Bonding in Main Group Compounds:** Bent rule and energetics of hybridization, some simple reactions of covalently bonded molecules. Walsh diagram (triatomic and penta-atomic molecules), and dπ-pπ bond. **Metal-Ligand Equilibrium in Solution** Stepwise and overall formation constants and their interaction, trends in stepwise constant, factors affecting the stability of metal complexes with reference to the nature of metal ion and ligand. Chelate effect and its thermodynamic origin, determination of binary formation constants by potentiometry and spectrophotometry. ***Keywords***: Bent Rule, Hybridization Energetics, Walsh Diagram, dπ-pπ Bonding, Chelate Effect, Stability of Metal Complexes, Potentiometry, Spectrophotometry ***Activities:*** 1. Preparation of Chart/ Poster: a) Bent rule and hybridization trends. b) Walsh diagrams for triatomic and penta-atomic molecules. c) Understanding dπ–pπ bonding. 2. Virtual Lab Activity/ Simulation: a) Simulate metal-ligand titrations using potentiometry or spectrophotometry. b) Observe formation curve and calculate stability constants. c) Example systems: Cu(II)-NH_3, Fe(III)-oxalate. 3. Organize Group Discussion on: a) Stability of chelates over to simple complexes. b) Role of entropy and enthalpy in complex stability. c) Influence of ligand denticity and ring size on complex formation. 4. Building of Molecular Model to visualize molecular geometries (e.g., BF_3, NH_3, PCl_5, ClF_3, etc). 5. Arrange a Debate on the topic "Chelating ligands are always better complexing agents than monodentate ligands".	20

3	**Organometallic chemistry:** Introduction: 18-electron rule and its limitations, electron counting.; Transition Metal hydrides, alkyls, aryls, carbonyls, nitrosyls, phosphines and related ligands. Wade's rule, metal-metal bond counting. Mechanism of Substitution reactions.; Organometallic complexes of n-bound ligands (Alkene, Alkyne, Allyl, Diene, Cyclopentadienyl, Arenes and other Alicyclic Ligands); Mechanism and application of Oxidative Addition and Reductive Elimination reaction, Insertion and β-hydride elimination. Fischer and Schrock carbene. **Application of organometallic complexes in homogeneous catalysis:** Alkene hydrogenation (Wilkon's catalyst, Monsanto, Cativa reaction), Alkene Hydroformylation, Wacker's reaction, Cross-coupling reaction; Heck coupling, Sonagashira reaction, Suzuki Miyara coupling, Hiyama-coupling, Stille coupling). Buchwald-Hartwig amination, Tebbe's reagent, Grubbs catalyst. ***Keywords***: Organometallic chemistry, Wade's rule, Organometallic complexes, Mechanism of Substitution reactions ***Activities:*** 1. Conceptual and visual understanding through Chart/Model Preparation for: a) 18-electron rule with examples. b) Electron counting using neutral and ionic methods. c) Wade's Rule: Cluster compounds and electron count correlation. d) Comparative structures of Fischer vs Schrock carbenes. e) "Catalytic Cycles in Homogeneous Catalysis" (e.g., Heck, Suzuki, Monsanto). 2. Virtual Lab Simulation / Mechanism Animation for: a) Metal-ligand bonding (e.g., π-back bonding in carbonyls). b) Catalytic cycles (e.g., Wilkinsons, Wacker, Grubbs). c) Organometallic reactions (e.g., β-hydride elimination). 3. Seminar on the topics: a) Comparison of Cross-Coupling Reactions. b) Mechanism of Fischer vs Schrock Carbene Reactions.	20
4	**Metal-Clusters** Higher boranes, carboranes, metallo-boranes, and metallo-carborane compounds with metal-metal multiple bonds, STYX no. cluster types identifications, calculations of bond order and magnetic behaviour. **Metal π-Complexes** Metal carbonyl, structure and bonding, vibrational spectra of metal carbonyls for bonding and structural elucidation, important reactions of	15

<table>
<tr><td></td><td>metal carbonyls; preparation, bonding, structure and important reactions of transition metal nitrosyl, dinitrogen and tertiary phosphine as ligands.

Keywords: Metal-Clusters, Metal Carbonyls, STYX Number, Magnetic Behaviour, Vibrational Spectra, Bonding and Structure, Transition Metal Nitrosyl, Tertiary Phosphine Ligands

Activities:
1. Chart Preparation on the topics:
a) Classification of clusters using Wade's Rules and STYX numbers
b) Comparison of boranes, carboranes, metallo-carboranes
c) Correlate IR stretching frequencies with the bonding nature of carbonyls and nitrosyls (terminal vs bridging)
2. Worksheet on Calculations of Bond order, magnetic behavior, and electron count in metal-metal bonded clusters.
3. Poster Making on the topics:
a) Understanding of Borane and Carborane Clusters.
b) STYX Rules and Cluster Classification Simplified.
c) Metallo-boranes in Modern Inorganic Chemistry.
4. Virtual Lab/Structure Viewer Using Avogadro or other online databases to visualize 3D structures of M–M bonded clusters and borane cages.
5. Preparation of molecular models for $Fe(CO)_5$, $Cr(CO)_6$, $[Mn(CO)_5NO]$, $[Ru(NH_3)_5N_2]^{2+}$.</td><td></td></tr>
<tr><td>5</td><td>Symmetry, Group Theory and its Applications

Introduction of symmetry aspects with operations, Associated operations, Products of symmetry operations, Definition of group, subgroup, Conjugacy relation and classes. Point symmetry groups, Schonfilies symbols, representations of groups by matrices, and Character of representations.

Matrix representation of symmetry operations: Transformation matrices, The Great Group Orthogonality Theorem (GOT) and its importance, Character tables. Derivation of character table for different point groups, Infra-red and Raman active molecular vibrations of different molecules.

Keywords: Group Theory, Symmetry Operations, Transformation Matrices, Group Orthogonality Theorem, Character Tables, Point Groups, Molecular Vibrations
Activities:
1. Poster/Chart Preparation:
a) Symmetry operations and elements.
b) Point groups with Schoenflies symbols.
c) Character tables overview.
2. Matrix Representation Exercises:
a) Write transformation matrices for simple symmetry operations.
b) Practice matrix multiplication of symmetry operations.
c) Students can perform symmetry operations on models or themselves to internalize concepts of operation products and classes.</td><td>20</td></tr>
</table>

Part C-Learning Resources
Text Books, Reference Books, Other Resources

Suggested Readings:
Books

1. Rasaratna Samuccaya, Various editions with commentary on Rasashastra and bhasmas.
2. Mukherjee, K.C., Rasashastra: The Ancient Science of Indian Alchemy, Motilal Banarsidass, Delhi.
3. Cotton, F.A., Wilkinson, G.W., Advanced Inorganic Chemistry, John- Wiley and Sons.
4. Huheey J.E., Keiter E.A., Keiter, R.L., Inorganic Chemistry: Principles of Structure and Reactivity, Pearson Education India.
5. Douglas, B.E., McDaniel D.H, Alexander J.J., Concepts and Models of Inorganic Chemistry, John Wiley.
6. Das, A.K. Das, M., Fundamental concepts of Inorganic Chemistry, CBS publishers and distributors.
7. Miessler G.L., Tarr, D.A., Inorganic Chemistry, Pearson Education.
8. Wilkinson, G., Comprehensive Coordination Chemistry, Pergamon Press.
9. Sharpe, A.G., Modern Aspect of Inorganic Chemistry. Routledge and Kegan Paul PLC
10. Lever, A.B.P., Inorganic Electronic Spectroscopy, Elsevier.
11. Hollas, J.M., Modern Spectroscopy, John Wiley.
12. Chang R., Basic Principles of Spectroscopy, Mc Graw Hill.
13. Gupta, B.D., Basic Organometallic Chemistry: Concepts, Syntheses and Applications Paperback, Universities Press.
14. Bajpai, D.N., Advanced Physical Chemistry, S. Chand and Company Ltd.
15. Cotton F.A., Chemical Applications of Group Theory, John Wiley & Sons.

Suggested equivalent online courses and Web Sources:

- https://archive.nptel.ac.in/course.html
- https://ugcmoocs.inflibnet.ac.in/index.php/courses/moocs
- https://swayam.gov.in/explorer

Part D-Assessment and Evaluation

Maximum Marks: 100

Internal Assessment (CCE): 40

External Assessment (UE): 60

	Internal Assessment	
	Continuous and Cumulative Evaluation (CCE) Methods will be based on the following defined components:	**Marks**
a.	**Class Tests**	
b.	**Presentation/ Assignment/ Quiz/ Group Discussion**	
c.	**Appropriate weightage of attendance in the Class**	
	Total	**40**
	External Assessment	
	Theory Paper as per University Examination	
	Total	**60**
	Grand Total	**100**

For 2-Year PG Programme
(Scheme B-1)
With Major Practicum Component

रसायन विज्ञान-कोर (सिद्धांत) पाठ्यक्रम

एम.एससी. प्रथम सेमेस्टर

भाग अ- परिचय			
कक्षा- एम.एस.सी.	कक्षा-एम.एससी.	सेमेस्टर- I	सत्र: 2025- 26
विषय- रसायन विज्ञान			
1	पाठ्यक्रम कोड	CC-12 (T)	
2	पाठ्यक्रम शीर्षक	उन्नत अकार्बनिक रसायन विज्ञान	
3	पाठ्यक्रम का प्रकार	कोर कोर्स	
4	पूर्व-अपेक्षा	इस पाठ्यक्रम का अध्ययन करने के लिए छात्रों के पास बीएससी डिग्री कोर्स में एक विषय के रूप में रसायन विज्ञान होना चाहिए ।	
5	पाठ्यक्रम सीखने के परिणाम (सी.एल.ओ.)	इस पाठ्यक्रम को सफलतापूर्वक पूरा करने पर, शिक्षार्थी सक्षम होंगे": ➢ प्राचीन भारतीय ज्ञान (जैसे भस्मों की रचना) को आधुनिक धातु-लिगैंड रसायन से जोड़ने में सक्षम होंगे। ➢ पारंपरिक रंग परिवर्तनों, इलेक्ट्रॉनिक संक्रमणों और आयुर्वेद की 'रस' की अवधारणा के बीच संबंध को समझ पाएंगे। ➢ संक्रमण धातु समिश्रणों के इलेक्ट्रॉनिक स्पेक्ट्रा का विश्लेषण और व्याख्या कर सकेंगे, जिसमें ऑर्गेल और तनाबे-सुगानो आरेखों का उपयोग, d-कक्षा संक्रमणों और इलेक्ट्रॉनिक स्पेक्ट्रोस्कोपी के चयन नियम शामिल हैं। ➢ क्रिस्टल फील्ड सिद्धांत के सिद्धांतों को लागू कर सकेंगे, जिसमें 10 Dq, B और β पैरामीटरों की गणना और विभिन्न प्रकार के इलेक्ट्रॉनिक संक्रमणों की तीव्रता का मूल्यांकन शामिल है। ➢ मुख्य समूह यौगिकों की आबंधन और त्रिविमीय रचना को समझ और स्पष्ट कर सकेंगे, जिसमें बेंट नियम, वाल्श आरेख, हाइब्रिडाइजेशन की ऊर्जा, और $d\pi-p\pi$ आबंधन की अवधारणाएं शामिल हैं। ➢ धातु-लिगैंड समिश्रणों की स्थिरता और गठन नियतांकों (formation constants) का मूल्यांकन कर सकेंगे, जिसमें चरणबद्ध (stepwise) और समग्र (overall) नियतांक, क्लेट प्रभाव और उसका ऊष्मागतिकीय आधार शामिल हैं। ➢ धातु-क्लस्टर यौगिकों की पहचान और वर्गीकरण कर सकेंगे, जैसे उच्च बोरान, कार्बोरेन, और मेटालो-कार्बोरेन, साथ ही बॉन्ड ऑर्डर, चुंबकीय व्यवहार, और इन क्लस्टरों के STYX संख्या की गणना कर सकेंगे।	

Department of Higher Education

		➢ धातु π-समिश्रणों की आबंधन और संरचनात्मक व्याख्या का अध्ययन और अनुप्रयोग कर सकेंगे, जैसे धातु कार्बोनिल, संक्रमण धातु नाइट्रोसाइल, डाईनाइट्रोजन समिश्रण, और टर्शियरी फॉस्फीन लिगैंड्स, विशेष रूप से उनके कंपन स्पेक्ट्रा और महत्वपूर्ण अभिक्रियाओं पर ध्यान केंद्रित कर सकेंगे।	
6	**क्रेडिट**	**सिद्धांत-06**	
7	**कुल अंक**	**अधिकतम अंक: कुल 100** **विश्वविद्यालय परीक्षा (UE)-60,** **CCE -40**	**न्यूनतम उत्तीर्ण अंक: 40**

भाग ब - पाठ्यक्रम की विषयवस्तु

व्याख्यान-ट्यूटोरियल-प्रेक्टिकल की कुल संख्या (प्रति सप्ताह घंटे में): 06
L-T-P : 90-0-0 (कुल घंटे)

इकाई	विषय	व्याख्यानों की संख्या
1	**भारतीय ज्ञान प्रणाली और ट्रांज़िशन मेटल यौगिकों के इलेक्ट्रॉनिक स्पेक्ट्रल अध्ययन से उसका संबंध:** प्राचीन भारतीय ग्रंथ जैसे रसरत्न समुच्चय और रसायन शास्त्र में धातु यौगिकों (भस्मों) की तैयारी और औषधीय उपयोग का वर्णन, धातु-लिगैंड अंतःक्रियाओं की प्रयोगात्मक समझ धात्विक लवणों और उनके यौगिकों में रंग परिवर्तन की प्रक्रिया, रंगाई और शुद्धिकरण विधियों का अध्ययन , इलेक्ट्रॉनिक संक्रमणों और लिगैंड फील्ड प्रभावों से जुड़ी व्यावहारिक जानकारी । आयुर्वेदिक 'रस' की अवधारणा में आणविक ऊर्जा अवस्थाओं और इंटरैक्शन (अंतःक्रियाओं) में होने वाले परिवर्तन, स्पेक्ट्रोस्कोपिक ग्राउंड स्टेट्स और इलेक्ट्रॉनिक ट्रांजिशन्स । **संक्रमण धातु यौगिकों का इलेक्ट्रॉनिक स्पेक्ट्रल अध्ययन:** स्पेक्ट्रोस्कोपिक ग्राउंड स्टेट्स और उनका आपसी संबंध,संक्रमण धातु यौगिकों (d^1-d^9 अवस्थाएँ) के लिए ऑर्गेल तथा तनाबे-सुगानो आरेख,इलेक्ट्रॉनिक स्पेक्ट्रोस्कोपी के लिए चयन नियम (Selection Rules), विभिन्न प्रकार के इलेक्ट्रॉनिक संक्रमणों की तीव्रता का मूल्यांकन, 10Dq, B तथा β पैरामीटर की गणना तथा चार्ज ट्रांसफर स्पेक्ट्रा का अध्ययन, फ्रैंक-कॉन्डन सिद्धांत और इसके अनुप्रयोग (संक्रमणों की संख्या तथा ऊर्जा क्रम), चार्ज ट्रांसफर (CT) की प्रक्रिया: लिगैंड से धातु तथा धातु से लिगैंड की चार्ज ट्रांसफर बैंड्स, विलायक की ध्रुवीयता का CT स्पेक्ट्रा पर प्रभाव ।	15

	सार बिंदु (कीवर्ड): इलेक्ट्रॉनिक संक्रमण, ऑर्गेल आरेख, तनाबे-सुगानो आरेख, d-कक्षा संक्रमण, क्रिस्टल फील्ड स्प्लिटिंग (10Dq), चार्ज ट्रांसफर, स्पेक्ट्रा, स्पेक्ट्रल अनुप्रयोग, सॉल्वेंट ध्रुवता प्रभाव **गतिविधियाँ:** 1. छात्रों को निम्नलिखित विषयों पर पोस्टर तैयार करने के लिए कहें: i. धातु परिसरों में रंग और इलेक्ट्रॉनिक संक्रमण ii. प्राचीन भारतीय रसायनशास्त्र बनाम आधुनिक समन्वय रसायन iii. ऑर्गेल और तनाबे-सुगानो आरेख (d^1–d^9 अवस्थाओं के लिए) iv. लिगैंड फील्ड सिद्धांत और चार्ज ट्रांसफर बैंड्स 6. चार्ट तैयार करें: i. चयनित d^n प्रणालियों के लिए तनाबे-सुगानो आरेख ii. फ्रैंक-कॉन्डॉन सिद्धांत के ऊर्जा आरेख iii. स्पिन-अनुमत बनाम स्पिन-निषिद्ध संक्रमण की तुलना iv. इलेक्ट्रॉनिक स्पेक्ट्रा पर सॉल्वेंट प्रभाव (CT बैंड्स में बदलाव) 3. समूह चर्चा आयोजित करें: i. समन्वय यौगिकों में रंग का महत्व ii. इलेक्ट्रॉनिक स्पेक्ट्रा के वास्तविक जीवन में अनुप्रयोग (जैसे रंग, औषधि आदि) iii. रसायनशास्त्र में 'रस' की अवधारणा और आधुनिक ऊर्जा संक्रमणों के बीच साम्यता 7. छात्र संगोष्ठी / प्रस्तुति विषय: i. लिगैंड फील्ड स्प्लिटिंग और चयन नियम ii. चार्ज ट्रांसफर स्पेक्ट्रा: LMCT बनाम MLCT iii. भस्मों की पहचान में इलेक्ट्रॉनिक स्पेक्ट्रोस्कोपी का अनुप्रयोग	
2	**मुख्य समूह यौगिकों में त्रिविमता और आबंधन** विवरण: संकरण का बेंट नियम (Bent Rule) और ऊर्जा विज्ञान; सहसंयोजक रूप से बंधित अणुओं की कुछ सरल अभिक्रियाएँ। वाल्श आरेख (Walsh Diagram): त्रिपरमाणुक (Triatomic) और पंचपरमाणुक (Penta-atomic) अणुओं के लिए, तथा $d\pi$–$p\pi$ बंधन की व्याख्या। **विलयन में धातु - ligand संतुलन** चरणबद्ध और समग्र गठन स्थिरांक और उनकी परस्पर क्रिया, चरणबद्ध स्थिरांक में रुझान, धातु आयन और लिगैंड की प्रकृति के संदर्भ में धातु	20

	कॉम्प्लेक्सेस की स्थिरता को प्रभावित करने वाले कारक। कीलेट प्रभाव और इसकी ऊष्मागतिक उत्पत्ति, पोटेंशियोमेट्री और स्पेक्ट्रोफोटोमेट्री द्वारा बाइनरी गठन स्थिरांक का निर्धारण। **सार बिंदु (कीवर्ड):** बेंट नियम, संकरण ऊर्जा, सहसंयोजक आबंधन, वाल्श आरेख, $d\pi-p\pi$ बंधन, कीलेट प्रभाव, धातु परिसरों की स्थिरता, पोटेंशियोमेट्री , स्पेक्ट्रोफोटोमेट्री **गतिविधियाँ:** 1. चार्ट/पोस्टर तैयार करना: i. बेंट नियम और संकरण प्रवृत्तियाँ ii. त्रिपरमाणुक और पंचपरमाणुक अणुओं के वाल्श आरेख iii. $d\pi-p\pi$ बंधन की व्याख्या 2. वर्चुअल लैब गतिविधि/ सिमुलेशन: i. पोटेंशियोमेट्री या स्पेक्ट्रोफोटोमेट्री का उपयोग करके धातु-लिगैंड अनुमापन का अनुकरण करें । ii. गठन वक्र का निरीक्षण करें और स्थिरता स्थिरांक की गणना करें। iii. उदाहरण प्रणालियाँ: $Cu(II)-NH_3$, $Fe(III)$-ऑक्सालेट. 3. निम्नलिखित विषयों पर समूह चर्चा आयोजित करें: i. सरल संकुलों पर कीलेटों की स्थिरता। ii. जटिल स्थिरता में एन्ट्रॉपी और एन्थैल्पी की भूमिका। iii. जटिल निर्माण पर लिगैंड डेंटिसिटी और रिंग आकार का प्रभाव । 4. आणविक मॉडल निर्माण: विभिन्न आणविक ज्यामितियों को देखने और समझने हेतु आणविक मॉडल तैयार करना (उदाहरण: BF_3, NH_3, PCl_5, ClF_3 आदि) 5. चेलेटिंग लिगैंड हमेशा मोनोडेंटेट लिगैंड की तुलना में बेहतर कॉम्प्लेक्सिंग एजेंट होते हैं " विषय पर एक बहस का आयोजन करें ।	
3	**ऑर्गेनोमेटेलिक रसायन विज्ञान:** परिचय: 18-इलेक्ट्रॉन नियम और इसकी सीमाएँ, इलेक्ट्रॉन गणना।; संक्रमण धातु हाइड्राइड, एल्काइल, एरिल, कार्बोनिल, नाइट्रोसिल , फॉस्फीन और संबंधित लिगैंड। वेड का नियम, धातु-धातु बंधन गणना। प्रतिस्थापन प्रतिक्रियाओं का तंत्र।; n-बाउंड लिगैंड (एल्केन, एल्काइन, एलिल, डायन, साइक्लोपेंटैडिएनिल, एरेनेस और अन्य एलीसाइक्लिक लिगैंड) के ऑर्गेनोमेटेलिक कॉम्प्लेक्स; ऑक्सीडेटिव एडिशन और रिडक्टिव एलिमिनेशन रिएक्शन, इंसर्शन और β-हाइड्राइड एलिमिनेशन का तंत्र और अनुप्रयोग। फिशर और श्रॉक कार्बेन ।	20

	समांगी उत्प्रेरण में ऑर्गेनोमेटेलिक संकुलों का अनुप्रयोग: एल्केन हाइड्रोजनीकरण (विल्कोन उत्प्रेरक, मोनसेंटो, कैटिवा अभिक्रिया), एल्केन हाइड्रोफॉर्माइलेशन, वैकर अभिक्रिया, क्रॉस-युग्मन अभिक्रिया; हेक युग्मन, सोनागाशिरा अभिक्रिया, सुजुकी मियारा युग्मन, हियामा -युग्मन, स्टिल युग्मन)। बुचवाल्ड- हार्टविग ऐमीनीकरण, टेब्बे अभिकर्मक, ग्रब्स उत्प्रेरक। **सार बिंदु (कीवर्ड):** ऑर्गेनोमेटेलिक रसायन विज्ञान, वेड का नियम, ऑर्गेनोमेटेलिक कॉम्प्लेक्स, प्रतिस्थापन प्रतिक्रियाओं का तंत्र **गतिविधियाँ:** 1. चार्ट/मॉडल के माध्यम से वैचारिक और दृश्य समझ तैयार करना: i. उदाहरण सहित 18-इलेक्ट्रॉन नियम। ii. उदासीन और आयोनिक विधियों का उपयोग करके इलेक्ट्रॉन गणना। iii. वेड का नियम: क्लस्टर यौगिक और इलेक्ट्रॉन गणना सहसंबंध। iv. फिशर बनाम श्रॉक कार्बेन की तुलनात्मक संरचना । v. "सजातीय उत्प्रेरण में उत्प्रेरक चक्र" (उदाहरण के लिए, हेक, सुजुकी, मोनसेंटो)। 2. वर्चुअल लैब सिमुलेशन / मैकेनिज्म एनीमेशन के लिए: i. धातु-लिगैंड बंधन (उदाहरणार्थ, कार्बोनिल्स में π-बैक बंधन)। ii. उत्प्रेरक चक्र (उदाहरणार्थ, विल्किन्सन , वेकर, ग्रब्स)। iii. ऑर्गेनोमेटेलिक प्रतिक्रियाएं (जैसे, β-हाइड्राइड उन्मूलन)। 3. निम्नलिखित विषयों पर सेमिनार: i. क्रॉस-युग्मन प्रतिक्रियाओं की तुलना। ii. कार्बेन प्रतिक्रियाओं का तंत्र ।	
4	**धातु-क्लस्टर:** उच्च बोरेन, कार्बोरेन , मेटालो -बोरेन और मेटालो-कार्बोरेन यौगिक धातु-धातु बहु बंधों के साथ, STYX संख्या क्लस्टर प्रकार की पहचान, बंध क्रम और चुंबकीय व्यवहार की गणना । **धातु π- कॉम्प्लेक्स:** धातु कार्बोनिल, संरचना और बंधन, बंधन और संरचनात्मक स्पष्टीकरण के लिए धातु कार्बोनिल के कंपन स्पेक्ट्रा, धातु की महत्वपूर्ण अभिक्रियाएं कार्बोनिल्स; तैयारी, संबंध, संरचना और महत्वपूर्ण अभिक्रिया संक्रमण धातु नाइट्रोसिल , डाइनाइट्रोजन और तृतीयक फॉस्फीन का लिगैंड के रूप में प्रयोग।	15

	सार बिंदु (कीवर्ड): धातु-क्लस्टर, धातु कार्बोनिल्स, STYX संख्या, चुंबअभी`कीय व्यवहार , कंपन स्पेक्ट्रा, बंधन और संरचना, संक्रमण धातु नाइट्रोसिल , तृतीयक फॉस्फीन लिगैंड **गतिविधियाँ:** 1. निम्नलिखित विषयों पर चार्ट तैयार करना: i. वेड के नियमों और STYX संख्याओं का उपयोग करके क्लस्टरों का वर्गीकरण ii. बोरेन, कार्बोरेन , मेटालो-कार्बोरेन की तुलना iii. नाइट्रोसिल की बंधन प्रकृति के साथ सहसंबंधित करें (टर्मिनल बनाम ब्रिजिंग) 2. धातु-धातु बंधित समूहों में बंधन क्रम, चुंबकीय व्यवहार और इलेक्ट्रॉन गणना की गणना पर कार्यपत्रक। 3. निम्नलिखित विषयों पर पोस्टर बनाना: i. बोरेन और कार्बोरेन क्लस्टरों की समझ। ii. STYX नियम और क्लस्टर वर्गीकरण सरलीकृत। iii. आधुनिक अकार्बनिक रसायन विज्ञान में मेटालो -बोरेन्स। 4. वर्चुअल लैब/स्ट्रक्चर व्यूअर एम-एम बंधित क्लस्टरों और बोरेन पिंजरों की 3डी संरचनाओं को देखने के लिए एवोगैड्रो या अन्य ऑनलाइन डेटाबेस का उपयोग करना। 5. Mn $(CO)_5NO]$, $[Ru(NH_3)_5N_2]^{2+}$ के लिए आणविक मॉडल तैयार करना ।	
5	**सममिति , समूह सिद्धांत और इसके अनुप्रयोग:** प्रचालन के साथ सममिति पहलुओं का परिचय, संबद्ध प्रचालन, उत्पाद सममिति प्रचालन, समूह की परिभाषा, उपसमूह, संयुग्मी संबंध और वर्ग। बिंदु सममिति समूह, शोनफिलीज़ चिन्ह, मैट्रिसेस द्वारा समूहों का प्रतिनिधित्व, और अभ्यावेदन का चरित्र. सममिति प्रचालनों का मैट्रिक्स निरूपण: परिवर्तन मैट्रिक्स, ग्रेट ग्रुप ऑर्थोगोनैलिटी प्रमेय (जीओटी) और इसका महत्व, कैरेक्टर टेबल । विभिन्न बिंदु समूहों के लिए कैरेक्टर टेबल की व्युत्पत्ति, विभिन्न अणुओं के इन्फ्रा-रेड और रमन सक्रिय आणविक कंपन। **सार बिंदु (कीवर्ड):** समूह सिद्धांत, सममिति संक्रियाएँ, परिवर्तन मैट्रिक्स, समूह ऑर्थोगोनैलिटी प्रमेय, वर्ण सारणी, बिंदु समूह, आणविक कंपन	20

	गतिविधियाँ: 1. पोस्टर/चार्ट तैयारी: i. सममिति प्रचालन और तत्व. ii. शोएनफ्लाईस चिन्हों के साथ बिंदु समूह iii. वर्ण तालिका अवलोकन. 2. मैट्रिक्स प्रतिनिधित्व अभ्यास: i. सरल सममिति संक्रियाओं के लिए रूपांतरण मैट्रिक्स लिखें। ii. सममिति संक्रियाओं के मैट्रिक्स गुणन का अभ्यास करें। 3. छात्र संक्रिया गुणनफल और वर्गों की अवधारणाओं को आत्मसात करने के लिए मॉडलों पर या स्वयं सममिति संक्रियाएं कर सकते हैं।

[illegible]

पाठ्य पुस्तकें, संदर्भ पुस्तकें, अन्य संसाधन

सुझायी गयी पठन सामग्री:

पुस्तकें

1. Rasaratna Samuccaya, Various editions with commentary on Rasashastra and bhasmas.
2. Mukherjee, K.C., Rasashastra: The Ancient Science of Indian Alchemy, Motilal Banarsidass, Delhi.
3. Cotton, F.A., Wilkinson, G.W., Advanced Inorganic Chemistry, John- Wiley and Sons.
4. Huheey J.E., Keiter E.A., Keiter, R.L., Inorganic Chemistry: Principles of Structure and Reactivity, Pearson Education India.
5. Douglas, B.E., McDaniel D.H., Alexander J.J., Concepts and Models of Inorganic Chemistry, John Wiley.
6. Das, A.K. Das, M., Fundamental concepts of Inorganic Chemistry, CBS publishers and distributors.
7. Miessler G.L., Tarr, D.A., Inorganic Chemistry, Pearson Education.
8. Wilkinson, G., Comprehensive Coordination Chemistry, Pergamon Press.
9. Sharpe, A.G., Modern Aspect of Inorganic Chemistry. Routledge and Kegan Paul PLC
10. Lever, A.B.P., Inorganic Electronic Spectroscopy, Elsevier.
11. Hollas, J.M., Modern Spectroscopy, John Wiley.
12. Chang R., Basic Principles of Spectroscopy, Mc Graw Hill.
13. Gupta, B.D., Basic Organometallic Chemistry: Concepts, Syntheses and Applications Paperback, Universities Press.
14. Bajpai, D.N., Advanced Physical Chemistry, S. Chand and Company Ltd.
15. Cotton F.A., Chemical Applications of Group Theory, John Wiley & Sons.

सुझाए गए ऑनलाइन पाठ्यक्रम और वेब स्रोत :

- https://archive.nptel.ac.in/course.html
- https://ugcmoocs.inflibnet.ac.in/index.php/courses/moocs
- https://swayam.gov.in/explorer

	भाग द - मूल्यांकन और आकलन	
	अधिकतम अंक: 100 **आंतरिक मूल्यांकन (सीसीई): 40** **बाह्य मूल्यांकन (यूई): 60**	
	आंतरिक मूल्यांकन	
	सतत एवं संचयी मूल्यांकन (सीसीई) विधियां निम्नलिखित परिभाषित घटकों पर आधारित होंगी:	**अंक**
क	**कक्षा परीक्षण**	
ख	**प्रस्तुति/असाइनमेंट/क्विज़/समूह चर्चा**	
ग	**कक्षा में उपस्थिति का उचित महत्व**	
	कुल	**40**
	बाह्य मूल्यांकन	
	परीक्षा के अनुसार सिद्धांत पेपर	
	कुल	**60**
	कुल अंक योग	**100**

For 2-Year PG Programme
(Scheme B-1)
With Major Practicum Component

CHEMISTRY-CORE (PRACTICUM) SYLLABUS
M.Sc. I Semester

Part A: Introduction					
Program: 2-Year PG		**Class-M.Sc.**	**Semester-I**	**Session:2025-26**	
Subject– Chemistry					
1	**Course Code**	**PC-11**			
2	**Course Title**	**Advanced Organic Chemistry**			
3	**Course Type**	**PRACTICUM Course**			
4	**Course Learning Outcomes (CLO)**	**Upon successful completion of this Course, learners will be able to:** ➢ Describe the theoretical principles and fundamental concepts underlying organic and inorganic laboratory experiments. ➢ Apply laboratory skills to perform single-step, two-step, and three-step synthetic preparations in organic and inorganic chemistry. ➢ Discuss aromatic substitution and other key organic reactions; predict products and intermediates, and explain reaction types and mechanisms. ➢ Identify and analyze the products obtained through various experimental techniques; demonstrate effective purification and recrystallization strategies. ➢ Interpret spectroscopic and chromatographic data to characterize compounds and propose structures; apply green chemistry principles in practical synthesis.			
5	**Credit Value**	**Practical–04**			
6	**Total Marks**	**Maximum Marks: Total 100** **University Exam (UE)-60, CCE-40**		**Minimum Passing Marks: 40**	

Part B- Content of the course	
Total No. of Lectures- Tutorials-Practical (08 hours per week): **L-T-P: 0-0-120 (Total Hours)**	
A. Assignments/Practice/ Survey/Fieldwork	**No. of Hours: 120**
B. List of Experiments to be performed in laboratory	

Department of Higher Education

1. Qualitative analysis of binary/ ternary mixture of organic compounds.
2. Determination of phenol/ Aniline by Bromination method.
3. Preparation of β- Benzoyl propionic acid-A Friedel-Crafts Reaction.
4. Nitration of Salicylic acid using Calcium nitrate as nitrating agent (Green Chemistry Approach): Electrophilic aromatic substitution.
5. Bromination of Acetanilide using KBr and Ceric Ammonium Nitrate (CAN) - A green procedure to demonstrate Electrophilic Aromatic Substitution Reaction.
6. Preparation of Dibenzalacetone: A Claisen reaction.
7. Preparation of Anthraquinone (Oxidation).
8. Preparation of Phenyl-azo-β-naphthol: A Diazotisation/Coupling reaction.
9. Preparation of p-Chloronitrotoluene (Sandmeyer Reaction).
10. Preparation of 1,1-bis-2-naphthol using ferric chloride, considering green procedure: Radical coupling reaction.
11. Three step preparations such as-Benzilic acid from Benzaldehyde, Hydantoin from Glycine, m-Nitro aniline from Benzene, Picric acid from Chlorobenzene, and p-Chloro benzoic acid from p-Toluidine.
12. Other experiments based on – Organic concepts and reactions, *viz.* Oxidation, Reduction, Bromination, Nitration, Condensation, and Rearrangements etc.
13. Preparation of Benzilic acid from Benzil.

    (Benzil → Benzilic acid - benzilic acid rearrangement)
14. Preparation of *m*-nitroaniline from benzene.

    (Benzene → Nitrobenzene → m-Nitroaniline)
15. Preparation of picric acid from chlorobenzene.

    (Chlorobenzene → Phenol → 2,4,6-Trinitrophenol (Picric acid))
16. Preparation of Benzidine from benzene.

    (Benzene → Nitrobenzene → Hydrazobenzene → Benzidine (Benzidine rearrangement))
17. Preparation of *p*-Chlorotoluene (Sandmeyer reaction).

    (Toluene → p-Toluidine → p-Tolyl diazonium chloride → p-Chlorotoluene (Sandmeyer reaction))
18. Preparation of α–nitronaphthalene from naphthalene.

    (Naphthalene → α–Nitronaphthalene - electrophilic aromatic substitution)
19. Preparation of sym. Benzyl thiouronium chloride from thiourea.

    (Thiourea + Benzyl chloride → sym. Benzyl thiouronium chloride - nucleophilic substitution)

Department of Higher Education

Part C-Learning Resources

Text Books, Reference Books, Other Resources

Suggested Readings:

Books

1. Ahluwalia, V.K., Aggarwal, R., Comprehensive Practical Organic Chemistry: Preparation and Quantitative Analysis, University Press.
2. Vogel, A.I., Quantitative Organic Analysis, Pearson.
3. Singh, J., Singh, R.K.P., Singh, J., Yadav, L.D.S., Siddiqui, I.R., Shrivastava, J., Advanced Practical Chemistry, Pragati Prakashan, Meerut.
4. Mendham, J., Vogel's Quantitative Chemical Analysis, Pearson Education.
5. Vogel, A.I., Vogel's Textbook of Practical Organic Chemistry, Pearson Education.
6. Mann, F.G., Saunders, B.C., Practical Organic Chemistry, Pearson.

Suggested equivalent online courses and Web Sources:

- https://archive.nptel.ac.in/course.html
- https://ugcmoocs.inflibnet.ac.in/index.php/courses/moocs
- https://swayam.gov.in/explorer

herEducation

Part D-Assessment and Evaluation

Maximum Marks: 100
Internal Assessment (CCE): 40
External Assessment (UE): 60

Internal Assessment		
	Continuous and Cumulative Evaluation (CCE) Methods will be based on the following defined components:	**Marks**
a.	**Class/ Laboratory Practical Tests**	
b.	**Seminar/ Demonstration/ Viva voce/ Lab Record etc.**	
c.	**Appropriate weightage of attendance in the Class**	
	Total	**40**
External Assessment		
	Practicum Paper as per University Examination	
	Total	**60**
Grand Total		**100**

For 2-Year PG Programme
(Scheme B-1)
With Major Practicum Component

रसायन विज्ञान-कोर (प्रैक्टिकम) पाठ्यक्रम
एम.एससी. प्रथम सेमेस्टर

भाग अ- परिचय			
कार्यक्रम: 2-वर्षीय पीजी	कक्षा- एम.एससी.	सेमेस्टर- I	सत्र: 2025- 26
विषय- रसायन विज्ञान			

1	पाठ्यक्रम कोड	PC-11	
2	पाठ्यक्रम शीर्षक	उन्नत कार्बनिक रसायन विज्ञान	
3	पाठ्यक्रम का प्रकार	प्रैक्टिकम कोर्स	
4	पाठ्यक्रम सीखने के परिणाम (सीएलओ)	इस पाठ्यक्रम को सफलतापूर्वक पूरा करने पर, शिक्षार्थी निम्नलिखित कार्य करने में सक्षम होंगे : ➢ कार्बनिक और अकार्बनिक प्रयोगशाला प्रयोगों के अंतर्निहित सैद्धांतिक सिद्धांतों और मौलिक अवधारणाओं का वर्णन कर सकेंगे। ➢ कार्बनिक और अकार्बनिक रसायन विज्ञान में एकल-चरण, दो-चरण और तीन-चरण सिंथेटिक तैयारी करने के लिए प्रयोगशाला कौशल लागू कर सकेंगे। ➢ सुगंधित प्रतिस्थापन और अन्य प्रमुख कार्बनिक प्रतिक्रियाओं पर चर्चा करें; उत्पादों और मध्यवर्ती पदार्थों की भविष्यवाणी, तथा अभिक्रिया के प्रकार और तंत्रों की व्याख्या कर सकेंगे। ➢ विभिन्न प्रयोगात्मक तकनीकों के माध्यम से प्राप्त उत्पादों की पहचान और विश्लेषण करना ; प्रभावी शुद्धिकरण और पुनःक्रिस्टलीकरण रणनीतियों का प्रदर्शन कर सकेंगे। ➢ यौगिकों की विशेषता बताने और संरचना प्रस्तावित करने के लिए स्पेक्ट्रोस्कोपिक और क्रोमैटोग्राफिक डेटा की व्याख्या करना; व्यावहारिक संश्लेषण में हरित रसायन विज्ञान के सिद्धांतों को लागू कर सकेंगे।	
5	क्रेडिट मूल्य	प्रैक्टिकल– 04	
6	कुल मार्क	अधिकतम अंक: कुल 100 विश्वविद्यालय परीक्षा (यूई)-60, सीसीई-40	न्यूनतम उत्तीर्ण अंक: 40

Department of Higher Education

भाग ब- पाठ्यक्रम की विषय-वस्तु	
व्याख्यानों की कुल संख्या- ट्यूटोरियल-प्रैक्टिकल (प्रति प्रति सप्ताह घंटे में): 08 L-T-P: 0-0-120 (कुल घंटे)	
अ. असाइनमेंट/अभ्यास/सर्वेक्षण/फील्डवर्क	व्याख्यानों की संख्या: 120
ब. प्रयोगशाला में किये जाने वाले प्रयोगों की सूची	

1. कार्बनिक यौगिकों के द्विक (बाइनरी) / त्रिक (टरनरी) मिश्रण का गुणात्मक विश्लेषण।
2. ब्रोमीनीकरण विधि द्वारा फिनोल / एनीलिन का आकलन।
3. β-बेंजोयल प्रोपियोनिक अम्ल का संलेषण – फ्राइडल-क्राफ्ट्स अभिक्रिया।
4. नाइट्रेटिंग अभिकर्मक के रूप में कैल्शियम नाइट्रेट का उपयोग करके सैलिसिलिक अम्ल का नाइट्रेशन (हरित रसायन दृष्टिकोण): इलेक्ट्रोफिलिक एरोमैटिक प्रतिस्थापन।
5. KBr और सेरिक अमोनियम नाइट्रेट (CAN) का उपयोग करके एसेटानिलाइड का ब्रोमीनीकरण – इलेक्ट्रोफिलिक एरोमैटिक प्रतिस्थापन को प्रदर्शित करने हेतु एक हरित विधि।
6. डाइबेंज़ाल एसेटोन का संलेषण – क्लैज़न अभिक्रिया।
7. एंथ्राक्विनोन का संलेषण (ऑक्सीकरण अभिक्रिया)।
8. फिनाइल-एजो-β-नेफ्थॉल का संलेषण – एक डायज़ोटाइज़ेशन / युग्मन अभिक्रिया।
9. *p*-क्लोरोनाइट्रोटोलुईन का संलेषण – सैंडमेयर अभिक्रिया।
10. 1,1-बिस-2-नेफ्थॉल का संलेषण, फेरिक क्लोराइड द्वारा हरित प्रक्रिया को ध्यान में रखते हुए – रेडिकल युग्मन अभिक्रिया।
11. तीन-चरणीय संलेषण प्रयोग:
    - i. बेंज़ाल्डिहाइड से बेंज़िलिक अम्ल,
    - ii. ग्लाइसिन से हाइडैंटोइन,
    - iii. बेंजीन से m-नाइट्रोएनीलिन,
    - iv. क्लोरोबेंजीन से पिक्रिक अम्ल,
    - v. p-टोलुइडीन से p-क्लोरोबेंजोइक अम्ल।

Department of Higher Education

12. कार्बनिक अवधारणाओं और प्रतिक्रियाओं पर आधारित प्रयोग, अर्थात ऑक्सीकरण, कमी, ब्रोमीनीकरण , नाइट्रेशन, संघनन और पुनर्व्यवस्था आदि।

13. बेंज़िल से बेंज़िलिक अम्ल का संलेषण।

(बेंज़िल → बेंज़िलिक एसिड - बेंज़िलिक एसिड पुनर्व्यवस्था)

14. बेंजीन से m - नाइट्रोएनिलिन का संलेषण।

(बेंज़ीन → नाइट्रोबेंज़ीन → m- नाइट्रोएनिलिन)

15. क्लोरोबेंज़ीन से पिक्रिक अम्ल का संलेषण।

(क्लोरोबेंजीन → फिनोल → 2,4,6-ट्राइनाइट्रोफेनोल (पिक्रिक एसिड))

16. बेंजीन से बेंजिडीन का संलेषण।

(बेंज़ीन → नाइट्रोबेंज़ीन → हाइड्राज़ोबेंज़ीन → बेंज़ीडीन (बेंज़ीडीन पुनर्व्यवस्था)

17. *p*- क्लोरोटोलुईन (सैंडमेयर अभिक्रिया) का संलेषण।

(टोलुईन → *p*-टोलुइडीन → *p* - टॉलिल डायज़ोनियम क्लोराइड → *p*- क्लोरोटोलुईन (सैंडमेयर अभिक्रिया))

18. नेफ़थलीन से α– नाइट्रोनफ़थलीन का संलेषण।

(नेफ़थलीन → α– नाइट्रोनेफ़्थलीन - इलेक्ट्रोफिलिक सुगंधित प्रतिस्थापन)

19. थायोयूरिया से बेन्ज़िल थायोयूरोनियम क्लोराइड का संलेषण।

(थायोयूरिया + बेन्ज़िल क्लोराइड → सिम. बेन्ज़िल थायोयूरोनियम क्लोराइड - न्यूक्लियोफिलिक प्रतिस्थापन अभिक्रिया।

भाग स- शिक्षण संसाधन

पाठ्य पुस्तकें, संदर्भ पुस्तकें, अन्य संसाधन

सुझायी गयी पठन सामग्री:

पुस्तकें

1. Ahluwalia, V.K., Aggarwal, R., Comprehensive Practical Organic Chemistry: Preparation and Quantitative Analysis, University Press.
2. Vogel, A.I., Quantitative Organic Analysis, Pearson.
3. Singh, J., Singh, R.K.P., Singh, J., Yadav, L.D.S., Siddiqui, I.R., Shrivastava, J., Advanced Practical Chemistry, Pragati Prakashan, Meerut.

Department of Higher Education

4. Mendham, J., Vogel's Quantitative Chemical Analysis, Pearson Education.
5. Vogel, A.I., Vogel's Textbook of Practical Organic Chemistry, Pearson Education.
6. Mann, F.G., Saunders, B.C., Practical Organic Chemistry, Pearson.

सुझाए गए ऑनलाइन पाठ्यक्रम और वेब स्रोत :

- https://archive.nptel.ac.in/course.html
- https://ugcmoocs.inflibnet.ac.in/index.php/courses/moocs
- https://swayam.gov.in/explorer

भाग द – मूल्यांकन और [illegible]

अधिकतम अंक: 100
आंतरिक मूल्यांकन (सीसीई): 40
बाह्य मूल्यांकन (यूई): 60

आंतरिक मूल्यांकन

	सतत एवं संचयी मूल्यांकन (सीसीई) विधियां निम्नलिखित परिभाषित घटकों पर आधारित होंगी:	अंक
क	कक्षा/प्रयोगशाला व्यावहारिक परीक्षण	
ख	सेमिनार/ प्रदर्शन/ मौखिक परीक्षा/ प्रयोगशाला अभिलेख आदि ।	
ग	कक्षा में उपस्थिति का उचित महत्व	
	कुल	40

बाह्य मूल्यांकन

	विश्वविद्यालय परीक्षा के अनुसार प्रैक्टिकम पेपर	
	कुल	60
	कुल अंक योग	100

Departme

For 2-Year PG Programme
(Scheme B-1)
With Major Practicum Component

CHEMISTRY-CORE (PRACTICUM) SYLLABUS
M.Sc. I Semester

Part A Introduction			
Program: 2-Year PG	Class-M.Sc.	Semester-I	Session:2025-26
Subject– Chemistry			

1	Course Code	PC-12
2	Course Title	Advanced Inorganic Chemistry
3	Course Type	PRACTICUM Course
4	Course Learning Outcomes (CLO)	**Upon successful completion of this Course, learners will be able to:** ➢ Describe the theoretical principles and concepts related to experiments. ➢ Apply laboratory skills in organic and Inorganic chemistry in carrying out single/ two-step/ three-step preparations. ➢ Discuss aromatic substitution reactions and predict the products/ intermediates, and explain the type of reactions and mechanisms. ➢ Identify and analyze the product obtained by different techniques. ➢ Demonstrate purification/ recrystallization strategies. ➢ Gain the knowledge of preparing complexes/ organometallic/ inorganic compounds, prediction of products and their applications. ➢ Understand basic principles of spectroscopy and demonstrate applications of various spectroscopic techniques. ➢ Propose structures using spectroscopic data. ➢ Develop a correlation between the symmetry concept of molecules and with spectral properties. ➢ Perform experiments, analyse and interpret the experimental results.
5	Credit Value	Practical–04
6	Total Marks	Maximum Marks: Total 100 University Exam (UE)-60, CCE-40 Minimum Passing Marks: 40

Part B- Content of the course	
Total No. of Lectures- Tutorials-Practical (08 hours per week): L-T-P: 0-0-120 (Total Hours)	
A. Assignments/Practice/ Survey/Fieldwork	No. of Hours: 120
B. List of Experiments to be performed in laboratory	

Department of Higher Education

1. Preparation of Potassium tris(oxalate)chromate(II).
2. Preparation of Hexaammine cobalt (III) chloride $[Co(NH_3)_6]Cl_3$.
3. Preparation of metal acetylacetonate complexes, *e.g.*, $Mn(acac)_2$ and $Ni(acac)_2$.
4. Preparation of Metal/ Ethylene diamine complexes.
5. Preparation of Sodium hexanitritocobaltate (III), $Na_3[Co(NO_2)_6]$.
6. Synthesis of Fe_3O_4 (Magnetite) Nanoparticles *via* Coprecipitation Method.
7. Coprecipitation of Ferrite Nanoparticles (e.g., $NiFe_2O_4$ or $CoFe_2O_4$).
8. Synthesis of metal-doped nano ferrites, *e.g.*, Fe_3O_4: Ni/Cu by the co-precipitation method.
9. Preparation of Prussian blue compound and determination of magnetic moments.
10. Identification of metal ions present in the given compounds and calculation of retention factor (Rf) values by paper/TLC chromatography.
11. Determination of Ni^{2+} in an unknown chemical mixture using complexometric titration.
12. Determination of Nickel by extractive spectrophotometric method/ colorimetric method.
13. Determination of stoichiometry and stability constant of inorganic complexes by Job's method.

Department of Higher Education

Part C-Learning Resources

Text Books, Reference Books, Other Resources

Suggested Readings:

Books

1. Mendham, J., Vogel's Textbook of Quantitative Chemical Analysis, Pearson Education.
2. Svehla, G., Vogel's Qualitative Inorganic Analysis, Pearson Education.
3. Levie, D., Quantitative Chemical Analysis, Tata McGraw-Hill.
4. Vogel, A.I., A Textbook of Quantitative Inorganic Analysis, Longman.
5. Schoder, W.R., Powell, A.R., Analysis of Minerals and Ores of Rare Elements, Kessinger Publishing.
6. Kolthoff, I.M., Sanderson, E.M., Quantitative Chemical Analysis, Macmillan.
7. Cao, G., Nanostructures and Nanomaterials: Synthesis, Properties and Applications, Imperial College Press.
8. Brechignac, C., Houdy, P., Lahmani, M., Nanomaterials and Nanochemistry, Springer.
9. Rao, C.N.R., Müller, A., Cheetham, A.K., Nanomaterials Chemistry, Wiley-VCH.
10. Klabunde, K.J., Nanoscale Materials in Chemistry, Wiley-Interscience.
11. West, A.R., Solid State Chemistry and Its Applications, Wiley.
12. Keer, H.V., Principles of the Solid State, Wiley Eastern.
13. Chakrabarty, D.K., Solid State Chemistry, New Age International.
14. Gogotsi, Y., Carbon Nanomaterials, CRC Press.

15. Murty, B.S., Shankar, P., Raj, B., Rath, B.B., Murday, J., Textbook of Nanoscience and Nanotechnology, Springer.
16. Poole, C.P., Owens, F.J., Introduction to Nanotechnology, Wiley.

Suggested equivalent online courses and Web Sources:

- https://archive.nptel.ac.in/course.html
- https://ugcmoocs.inflibnet.ac.in/index.php/courses/moocs
- https://swayam.gov.in/explorer

Part C- Assessment and Evaluation

Maximum Marks: 100
Internal Assessment (CCE): 40
External Assessment (UE): 60

Internal Assessment

	Continuous and Cumulative Evaluation (CCE) Methods will be based on the following defined components:	Marks
a.	Class/ Laboratory Practical Tests	
b.	Seminar/ Demonstration/ Viva voce/ Lab Record etc.	
c.	Appropriate weightage of attendance in the Class	
	Total	40
	External Assessment	
	Practicum Paper as per University Examination	
	Total	60
	Grand Total	**100**

Department

For 2-Year PG Programme
(Scheme B-1)
With Major Practicum Component

रसायन विज्ञान-कोर (प्रैक्टिकम) पाठ्यक्रम

एम.एससी. प्रथम सेमेस्टर

भाग अ- परिचय			
कार्यक्रम: 2-वर्षीय पीजी	कक्षा- एम.एससी.	सेमेस्टर- I	सत्र: 2025- 26
विषय- रसायन विज्ञान			
1	पाठ्यक्रम कोड	PC-12	
2	पाठ्यक्रम शीर्षक	उन्नत अकार्बनिक रसायन विज्ञान	
3	पाठ्यक्रम का प्रकार	प्रैक्टिकम कोर्स	
4	पाठ्यक्रम सीखने के परिणाम (सीएलओ)	इस पाठ्यक्रम को सफलतापूर्वक पूरा करने पर, शिक्षार्थी निम्नलिखित प्रयोजनों में सक्षम होंगे: ➢ प्रयोगों से संबंधित सैद्धांतिक सिद्धांतों और अवधारणाओं का वर्णन करें। ➢ कार्बनिक और अकार्बनिक रसायन विज्ञान में एक, दो या तीन चरणों की तैयारियों को करते हुए प्रयोगशाला कौशल का प्रयोग कर सकेंगे। ➢ अरोमैटिक प्रतिस्थापन प्रतिक्रियाओं पर चर्चा, उत्पादों/मध्यवर्ती यौगिकों की भविष्यवाणी, तथा प्रतिक्रियाओं के प्रकार और उनके यांत्रिकी(mechanisms) को समझ सकेंगे। ➢ विभिन्न तकनीकों द्वारा प्राप्त उत्पाद की पहचान और विश्लेषण कर सकेंगे। ➢ शुद्धिकरण और पुनःस्फटिकीकरण(recrystallization) की विधियों का प्रदर्शन कर सकेंगे। ➢ परिसरों, ऑर्गनोमेटालिक और अकार्बनिक यौगिकों की तैयारी का ज्ञान प्राप्त करें, उत्पादों की भविष्यवाणी करें तथा उनके अनुप्रयोगों को समझ सकेंगे। ➢ स्पेक्ट्रोस्कोपी के मूल सिद्धांतों को समझें और विभिन्न स्पेक्ट्रोस्कोपिक तकनीकों के अनुप्रयोग प्रदर्शित करें। स्पेक्ट्रोस्कोपिक डेटा के आधार पर संरचनाओं का प्रस्ताव कर सकेंगे। ➢ अणुओं के सममिति (symmetry) की अवधारणा और उनके स्पेक्ट्रल गुणों के बीच संबंध विकसित कर सकेंगे। ➢ प्रयोगात्मक परिणामों का विश्लेषण करना तथा उनकी व्याख्या कर सकेंगे।	
5	क्रेडिट मूल्य	प्रैक्टिकल– 04	
6	कुल मार्क	अधिकतम अंक: कुल 100 विश्वविद्यालय परीक्षा (यूई)-60, सीसीई-40	न्यूनतम उत्तीर्ण अंक: 40

Department of Higher Education

भाग ब- पाठ्यक्रम की विषयवस्तु

व्याख्यानों की कुल संख्या- ट्यूटोरियल-प्रैक्टिकल (प्रति सप्ताह घंटे में): 08

L-T-P : 90-0-0 (कुल घंटे)

अ. असाइनमेंट/अभ्यास/सर्वेक्षण/फील्डवर्क	**व्याख्यानों की संख्या : 120**
ब. प्रयोगशाला में किये जाने वाले प्रयोगों की सूची	

1. पोटैशियम ट्राइस(ऑक्सालेट)क्रोमेट(II) का संश्लेषण।
2. हेक्साअमीन कोबाल्ट (III) क्लोराइड $[Co(NH_3)_6]Cl_3$ का संश्लेषण।
3. धातु एसीटिलऐसिटोनेट परिसरों का संश्लेषण, जैसे $Mn(acac)_2$ और $Ni(acac)_2$।
4. धातु/एथिलीन डाइमिन परिसरों का संश्लेषण।
5. सोडियम हेक्सानाइट्रीटोकॉबाल्टेट (III), $Na_3[Co(NO_2)_6]$ का संश्लेषण।
6. Fe_3O_4 (मैग्नेटाइट) नैनो कणों का को-प्रिसिपिटेशन विधि द्वारा संश्लेषण।
7. फेराइट नैनोकणों का को-प्रिसिपिटेशन (जैसे $NiFe_2O_4$ या $CoFe_2O_4$)।
8. धातु-डोप्ड नैनो फेराइट्स का संश्लेषण, जैसे Fe_3O_4: Ni/Cu, को-प्रिसिपिटेशन विधि द्वारा।
9. प्रूशियन ब्लू यौगिक का संश्लेषण और चुंबकीय गुणों का निर्धारण।
10. दिये गए यौगिकों में मौजूद धातु आयनों की पहचान और पेपर/TLC क्रोमैटोग्राफी द्वारा रिटेंशन फैक्टर (Rf) मानों की गणना।
11. जटिलमिति टाइट्रेशन द्वारा अज्ञात रासायनिक मिश्रण में Ni^{2+} का निर्धारण।
12. निकेल का रंगमिति/स्पेक्ट्रोफोटोमेट्रिक विधि द्वारा निर्धारण।
13. जॉब विधि द्वारा अकार्बनिक परिसरों की स्थिरांक और स्थिरता स्थिरांक का निर्धारण।

भाग स- शिक्षण संसाधन

पाठ्य पुस्तकें, संदर्भ पुस्तकें, अन्य संसाधन

सुझायी गयी पठन सामग्री :

पुस्तकें

1. Mendham, J., Vogel's Textbook of Quantitative Chemical Analysis, Pearson Education.
2. Svehla, G., Vogel's Qualitative Inorganic Analysis, Pearson Education.
3. Levie, D., Quantitative Chemical Analysis, Tata McGraw-Hill.
4. Vogel, A.I., A Textbook of Quantitative Inorganic Analysis, Longman.
5. Schoder, W.R., Powell, A.R., Analysis of Minerals and Ores of Rare Elements, Kessinger Publishing.
6. Kolthoff, I.M., Sanderson, E.M., Quantitative Chemical Analysis, Macmillan.
7. Cao, G., Nanostructures and Nanomaterials: Synthesis, Properties and Applications, Imperial College Press.
8. Brechignac, C., Houdy, P., Lahmani, M., Nanomaterials and Nanochemistry, Springer.

Department of Higher Education

9. Rao, C.N.R., Müller, A., Cheetham, A.K., Nanomaterials Chemistry, Wiley-VCH.
10. Klabunde, K.J., Nanoscale Materials in Chemistry, Wiley-Interscience.
11. West, A.R., Solid State Chemistry and Its Applications, Wiley.
12. Keer, H.V., Principles of the Solid State, Wiley Eastern.
13. Chakrabarty, D.K., Solid State Chemistry, New Age International.
14. Gogotsi, Y., Carbon Nanomaterials, CRC Press.
15. Murty, B.S., Shankar, P., Raj, B., Rath, B.B., Murday, J., Textbook of Nanoscience and Nanotechnology, Springer.
16. Poole, C.P., Owens, F.J., Introduction to Nanotechnology, Wiley.

सुझाए गए ऑनलाइन पाठ्यक्रम और वेब स्रोत :

- https://archive.nptel.ac.in/course.html
- https://ugcmoocs.inflibnet.ac.in/index.php/courses/moocs
- https://swayam.gov.in/explorer

भाग द : मूल्यांकन और मूल्यांकन

अधिकतम अंक: 100
आंतरिक मूल्यांकन (सीसीई): 40
बाह्य मूल्यांकन (यूई): 60

	आंतरिक मूल्यांकन	
	सतत एवं संचयी मूल्यांकन (सीसीई) विधियां निम्नलिखित परिभाषित घटकों पर आधारित होंगी:	अंक
क	कक्षा/प्रयोगशाला व्यावहारिक परीक्षण	
ख	सेमिनार/ प्रदर्शन/ मौखिक परीक्षा/ प्रयोगशाला अभिलेख आदि ।	
ग	कक्षा में उपस्थिति का उचित महत्व	
	कुल	40
	बाह्य मूल्यांकन	
	विश्वविद्यालय परीक्षा के अनुसार प्रैक्टिकम पेपर	
	कुल	60
	कुल-अंक योग	100

For 2-Year PG Programme
(Scheme B-1)
With Major Practicum Component

CHEMISTRY-CORE (THEORY) SYLLABUS

M.Sc. II Semester

Part A- Introduction			
Program: 2-Year PG	Class-M.Sc.	Semester-II	Session: 2025-26

Subject– Chemistry

1	Course Code	CC-21 (T)
2	Course Title	Advanced Physical Chemistry
3	Course Type	CORE Course
4	Pre-requisite	To study this course, students must have Chemistry as one of the subjects in B.Sc. Degree Course.
5	Course Learning Outcomes (CLO)	Upon successful completion of this Course, learners will be able to: ➤ Apply the Schrödinger equation to key quantum systems and interpret wave functions and energy levels. ➤ Use Hückel Molecular Orbital theory to analyze conjugated systems and calculate bond orders and charge densities. ➤ Explain Laws of thermodynamic, calculate partial molar properties, and understand activity and fugacity in real gases. ➤ Utilize quantum statistics and partition functions to connect microscopic states with macroscopic thermodynamic properties. ➤ Analyze reaction kinetics using classical and advanced theories, including mechanisms of chain, photochemical, and fast reactions. ➤ Describe surface phenomena such as adsorption, surface tension, and estimate surface areas using BET theory. ➤ Understand surfactants, micellization, critical micelle concentration, and thermodynamics of micellar systems. ➤ Explain ion interactions in solutions, Debye-Hückel-Onsager theory extensions, and electrified interface thermodynamics. ➤ Interpret electrochemical concepts like, charge transfer, polarography, and voltammetry.
6	Credit Value	Theory–06

Department of Higher Education

7	Total Marks	Maximum Marks: Total 100 University Exam(UE)-60, CCE-40	Minimum Passing Marks: 40

Part B-Content of the Course

Total No. of Lectures-Tutorials-Practical (L-06 hours per week):
L-T-P:90-0-0 (Total Hours)

Unit	Topic	No. of Lectures
1	**Indian Knowledge System and its relevance to Quantum Mechanics**: Indian Atomism and Concept of Discreteness-Vaisheshika Darshan: Philosophy of Anu and Paramanu, Comparison with modern atomic theory and quantized energy levels. **Quantum Mechanics**: Schrödinger equation and the postulates of quantum mechanics. Discussion of solutions of the Schrödinger equation to some model systems *viz.*, Particle in a box, Rigid rotator, Harmonic oscillator. **Approximation Methods** Variational and perturbation methods. Applications of variation method and perturbation theory to the Helium atom. **Molecular Orbital Theory**: Huckel theory of conjugated systems, bond and charge density calculations. Applications to ethylene, butadiene, cyclopropenyl radical, and cyclobutadiene. ***Keywords***: Schrödinger equation, Quantum postulates, Particle in a box, Rigid Rotator, Harmonic Oscillator, Approximation methods, Helium atom, Hückel theory, Molecular orbital theory (MOT) ***Activities:*** 1. Poster Making: a) Understanding the Variational Principle and Perturbation Theory. b) Plot energy diagrams of MOs. c) Visualization of bonding and antibonding nature. 2. Problem Solving Assignments: a) Practice questions on energy corrections using perturbation theory. b) Determination of energy levels. c) MO coefficients. d) Bond order and charge densities for different molecules.	20

Department of Higher Education

	3. Group Discussion on "How ancient Indian philosophies anticipated quantum ideas?" 4. Seminar on the topics: a) Anu and Paramanu vs Quantum. b) Importance of Approximation Methods in Chemistry. c) Limitations of the Schrödinger Equation and Need for Approximations. 5. Solving Schrödinger equation for Particle in 1D/3D box, Rigid rotator, Harmonic oscillator.	
2	**Classical Thermodynamics:** Partial molar Quantities: Partial molar free energy, partial molar volume and partial molar heat content, Chemical Potential and their significance. Determinations of these quantities. Variation of Chemical potential with temperature and pressure. Concept of fugacity and determination of fugacity. Variation of fugacity with temperature and pressure. Thermodynamics of Non-Ideal Solutions: Activity and Activity Coefficient **Statistical Thermodynamics:** Partition function, calculation of thermodynamic functions in terms of partition function. Applications of partition function: translational, rotational, vibrational and electronic partition functions. Entropy of monoatomic ideal gas. Gibbs-Duhem Equation. ***Keywords:*** Partial molar quantities, Activity and fugacity, Partition function ***Activities:*** 1. Problem Solving Assignments on the calculation of chemical potential, partial molar properties. 2. Poster Making: a) Partial molar quantities and their graphical interpretations. b) Comparison of translational, rotational, vibrational, and electronic contributions. 3. Seminar: a) Importance of Fugacity in Real Gas Behavior. b) Applications of Chemical Potential.	20
3	**Chemical Dynamics:** Chemical kinetics, methods of determining rate laws, collision theory of reaction rates, steric factor, Arrhenius equation and the activated	20

Department of Higher Education

	complex theory, kinetic salt effects, steady state kinetics, transition state theory, kinetics of enzyme reactions, Dynamics of chain reaction (hydrogen-bromine reaction, pyrolysis of acetaldehyde, decomposition of ethane), photochemical (hydrogen-bromine and hydrogen-chlorine reactions), homogenous catalysis. **Complex and Fast Reaction:** Complex Reactions: Opposing reactions, Complex reactions, and Parallel reactions. Fast reactions: Experimental techniques for fast reactions viz., flow method, relaxation method, flash photolysis. ***Keywords***: Rate laws, Arrhenius equation, dynamics of chain reactions, kinetics of fast reactions. ***Activities:*** 1. Problem Solving Assignments: a) Calculations involving Arrhenius equation (activation energy, frequency factor). b) Applying collision theory to calculate reaction rates and steric factors. c) Problems on steady-state approximation and enzyme kinetics. d) Kinetic analysis of opposing, parallel, and consecutive reactions. e) Calculations involving relaxation times and rate constants from fast reaction data. 2. Poster Making: a) Visual summary of collision theory and activated complex theory. b) Diagrammatic representation of enzyme kinetics (Michaelis-Menten, steady state). c) Flowchart of reaction mechanisms for chain reactions (e.g., hydrogen-bromine). d) Experimental methods for fast reaction kinetics: flow method, relaxation method, flash photolysis. 3. Seminar: a) Transition State Theory and its Applications. b) Kinetics of Enzyme Catalysis: Theory and Practice. c) Mechanisms and Dynamics of Chain Reactions. *d)* Experimental Techniques in Studying Fast Reactions.	
4	**Surface Chemistry:** **Adsorption:** Surface tension, Gibbs adsorption isotherm, estimation of surface area by BET equation. **Micelles:** Surface active agents, classification of surface active agents, micellization, hydrophobic interaction, critical micellar concentration (CMC), factors affecting the CMC of surfactants, thermodynamics of micellization.	15

Department of Higher Education

	Keywords: Adsorption, BET Equation, Surface area, Micelles, Critical Micellar Concentration (CMC) ***Activities:*** 1. Problem Solving: a) Problems based on Gibbs adsorption isotherm for surface concentration. b) Use of BET equation to estimate surface area from adsorption data. c) Calculations of critical micellar concentration (CMC) and factors influencing it. d) Thermodynamic problems on micellization. 2. Poster Making: a) Diagram of adsorption isotherms including Gibbs isotherm and BET theory. b) Types and classification of surface active agents (surfactants). c) Stages and thermodynamics of micelle formation including hydrophobic interactions and reverse micelles. 3. Seminars: a) Role of Surface Tension in Physical and Biological Systems. b) Gibbs Adsorption and its Industrial Applications. c) Micellization: Mechanism and Thermodynamics. d) Applications of Surface Chemistry in Everyday Life and Industry.	
5	**Electrochemistry:** Electrochemistry of solutions. Debye-Huckel-Onsager treatment and its extension, ion solvent interactions. Debye-Huckel-Jerum mode. Polarography- Principle and Instrumentation, Ilkovic equation, half-wave potential, and its significance. **Voltammetry**: General principle and instrumentation, Cyclic Voltammetry, and Linear Scan Voltammetry, ***Keywords***: Debye-Hückel theory, Electrode interface, Cyclic voltammetry, Linear Scan Voltammetry ***Activities:*** 1. Problem Solving: a) Calculations using Debye-Hückel-Onsager equations for ionic conductivity. b) Calculations based on the Ilkovic equation in polarography. c) Interpretation of half-wave potential data. d) Problems on cyclic voltammetry parameters and scan rates.	15

Department of Higher Education

2. Poster Making:
   a) Diagrammatic explanation of Debye-Hückel theory and ion atmosphere.
   b) Components and working principle of polarography instrumentation.
   c) Overview of voltammetry techniques: Cyclic Voltammetry and Linear Scan Voltammetry.

3. Seminars:
   a) Understanding Ion-Ion and Ion-Solvent Interactions in Electrolytes.
   b) Polarography: Principles, Instrumentation, and Applications.
   c) Voltammetry Techniques in Modern Electrochemical Analysis.

Part C-Learning Resources

Text Books, Reference Books, Other Resources

Suggested Readings:

Books

1. Radhakrishnan, S., Indian Philosophy, Oxford University Press.
2. Chattopadhyaya, D., Indian Philosophy: A Popular Introduction, People's Publishing House, New Delhi.
3. Kak, S., The Astronomical Code of the Rigveda, Aditya Prakashan, Delhi.
4. Kuppuram, G., Kumudamani, K., History of Science and Technology in India, Sundeep Prakashan, New Delhi.
5. Atkins, P.W., Physical Chemistry, ELBS.
6. Chandra, A.K., Introduction to Quantum Chemistry, Tata McGraw-Hill.
7. Levine, I.N., Quantum Chemistry, Prentice Hall.
8. Laidler, K.J., Chemical Kinetics, McGraw-Hill.
9. Rajaraman, J., Kuriacose, J., Kinetics and Mechanism of Chemical Transformation, Macmillan.
10. Moroi, Y., Micelles: Theoretical and Applied Aspects, Plenum Press.
11. Bockris, J.O.M., Reddy, A.K.N., Modern Electrochemistry, Plenum Press.
12. Prasad, R.K., Introduction to Quantum Chemistry, New Age International.
13. Bajpai, D.N., Advanced Physical Chemistry, S. Chand and Company Ltd.

Suggested equivalent online courses and Web Sources:

- https://archive.nptel.ac.in/course.html
- https://ugcmoocs.inflibnet.ac.in/index.php/courses/moocs
- https://swayam.gov.in/explorer

Part D-Assessment and Evaluation

Maximum Marks: 100
Internal Assessment (CCE): 40
External Assessment (UE): 60

Department of Higher Education

	Internal Assessment	
	Continuous and Cumulative Evaluation (CCE) Methods will be based on the following defined components:	**Marks**
a.	**Class Tests**	
b.	**Presentation/Assignment/ Quiz/ Group Discussion**	
c.	**Appropriate weightage of attendance in the Class**	
	Total	**40**
	External Assessment	
	Theory Paper as per University Examination	
	Total	**60**
	Grand Total	**100**

Department of Higher Education

For 2-Year PG Programme
(Scheme B-1)
With Major Practicum Component

रसायन विज्ञान-कोर (सिद्धांत) पाठ्यक्रम

एम.एससी. द्वितीय सेमेस्टर

भाग अ - परिचय			
कार्यक्रम: 2-वर्षीय पीजी	कक्षा- एम.एससी.	सेमेस्टर- II	सत्र: 2025- 26
विषय- रसायन विज्ञान			

1	पाठ्यक्रम कोड	CC-21 (T)
2	पाठ्यक्रम शीर्षक	उन्नत भौतिक रसायन विज्ञान
3	पाठ्यक्रम का प्रकार	कोर कोर्स
4	पूर्व-अपेक्षा	इस पाठ्यक्रम का अध्ययन करने के लिए छात्रों के पास बीएससी डिग्री कोर्स में एक विषय के रूप में रसायन विज्ञान होना चाहिए ।
5	पाठ्यक्रम सीखने के परिणाम (सीएलओ)	ऊपर सफल इस का पूरा होना अवधि, शिक्षार्थी करेंगे होना योग्य को: ➢ प्रमुख क्वांटम प्रणालियों पर श्रोडिंगर समीकरण लागू तथा तरंग कार्यों और ऊर्जा स्तरों की व्याख्या कर सकेंगे। ➢ विश्लेषण करने और बंध क्रम और आवेश घनत्वों की गणना करने के लिए हकल आणविक कक्षीय सिद्धांत का उपयोग कर सकेंगे। ➢ ऊष्मागतिकी के नियमों की व्याख्या, आंशिक मोलर गुणों की गणना, तथा वास्तविक गैसों में सक्रियता और फुगासीति को समझेंगे। ➢ सूक्ष्म अवस्थाओं को स्थूल ऊष्मागतिक गुणों से जोड़ने के लिए क्वांटम सांख्यिकी और विभाजन कार्यों का उपयोग कर सकेंगे। ➢ श्रृंखला, प्रकाश रासायनिक और तीव्र प्रतिक्रियाओं के तंत्र सहित शास्त्रीय और उन्नत सिद्धांतों का उपयोग करके प्रतिक्रिया गतिकी का विश्लेषण कर सकेंगे। ➢ अधिशोषण, पृष्ठ तनाव जैसी सतही परिघटनाओं का वर्णन तथा बीईटी सिद्धांत का उपयोग करके पृष्ठीय क्षेत्रफल का अनुमान लगाएंगे। ➢ पृष्ठसक्रियक, माइसेलीकरण , महत्वपूर्ण माइसेल सांद्रता, तथा माइसेलर प्रणालियों की ऊष्मागतिकी को समझेंगे। ➢ विलयनों में आयन अंतःक्रिया, डेबाई- ह्केल -ऑनसेगर सिद्धांत विस्तार, तथा विद्युतीकृत इंटरफेस ऊष्मागतिकी की व्याख्या कर सकेंगे।

Department of Higher Education

		➢ चार्ज ट्रांसफर, पोलारोग्राफी, वोल्टामेट्री आदि विद्युत रासायनिक अवधारणाओं की व्याख्या कर सकेंगे।	
6	**क्रेडिट मूल्य**	**सिद्धांत– 06**	
7	**कुल मार्क**	**अधिकतम अंक: कुल 100** **विश्वविद्यालय परीक्षा (यूई)-60, सीसीई-40**	**न्यूनतम उत्तीर्ण अंक: 40**

भाग ब- पाठ्यक्रम की सामग्री

व्याख्यान-ट्यूटोरियल-प्रेक्टिकल की कुल संख्या (प्रति सप्ताह घंटे में): 06

L-T-P : 90-0-0 (कुल घंटे)

इकाई	**विषय**	**व्याख्यानों की संख्या**
1	**भारतीय ज्ञान प्रणाली और इसका क्वांटम यांत्रिकी से संबंध:** भारतीय परमाणुवाद और विवेकशीलता की अवधारणा- वैशेषिक दर्शन : अणु और परमाणु का दर्शन , आधुनिक परमाणु सिद्धांत और परिमाणित ऊर्जा स्तरों के साथ तुलना। **क्वांटम यांत्रिकी :** श्रोडिंगर समीकरण और क्वांटम यांत्रिकी के सिद्धांत । श्रोडिंगर समीकरण के कुछ मॉडल सिस्टम के समाधान की चर्चा जैसे कि बॉक्स में कण , रिजिड रोटेटर , हार्मोनिक दोलन। **अनुमानित विधियाँ:** परिवर्तन संबंधी और विक्षोभ विधिया. अनुप्रयोग का परिवर्तन का तरीका और हीलियम परमाणु के लिए विक्षोभ सिद्धांत। **आणविक कक्षीय सिद्धांत:** संयुग्मित सिस्टम का हकल सिद्धांत , बंध और आवेश घनत्व की गणना। एथिल अल्कोहल, ब्यूटाडाइन , साइक्लोप्रोपेनिल रेडिकल और साइक्लोब्यूटाडाइन के अनुप्रयोग । **सार बिंदु (कीवर्ड):** श्रोडिंगर समीकरण, क्वांटम सिद्धांत, बॉक्स में कण, दृढ़ रोटेटर, हार्मोनिक दोलक, सन्निकटन विधियाँ, हीलियम परमाणु, हकल सिद्धांत, आणविक कक्षीय सिद्धांत (MOT) **गतिविधियाँ:** 1. पोस्टर बनाना: i. परिवर्तनीय सिद्धांत और गड़बड़ी सिद्धांत को समझना । ii. एम.ओ. का ऊर्जा आरेख बनाइये ।	20

Department of Higher Education

	iii. गठनात्मक प्रकृति का (एंटीबॉन्डिंग) और प्रतिगठनात्मक (बॉन्डिंग) दृश्य निरूपण। 2. समस्या समाधान कार्यभार: i. विक्षोभ सिद्धांत का उपयोग करके ऊर्जा सुधार पर अभ्यास प्रश्न। ii. ऊर्जा स्तर का निर्धारण. iii. एमओ गुणांक. iv. विभिन्न अणुओं के लिए बंध क्रम और आवेश घनत्व। 3. प्राचीन भारतीय दर्शन ने क्वांटम विचारों का पूर्वानुमान कैसे लगाया?" विषय पर समूह चर्चा। 4. निम्नलिखित विषयों पर सेमिनार: i. अणु और परमाणु एवं क्वांटम। ii. रसायन विज्ञान में अनुमानित विधियों का महत्व। iii. श्रोडिंगर समीकरण की सीमाएँ और अनुमान की आवश्यकता। 5. 1D/3D बॉक्स में कण, कठोर रोटेटर, हार्मोनिक दोलक के लिए श्रोडिंगर समीकरण को हल करना।	
2	**क्लासिकल ऊष्मागतिकी:** आंशिक मोलर मात्राएँ: आंशिक मोलर मुक्त ऊर्जा, आंशिक मोलर आयतन और आंशिक मोलर ऊष्मा सामग्री, रासायनिक क्षमता और उनका महत्व। इन मात्राओं का निर्धारण। तापमान और दबाव के साथ रासायनिक क्षमता में परिवर्तन। फ्यूगैसिटी की अवधारणा और फ्यूगैसिटी का निर्धारण। तापमान और दबाव के साथ फ्यूगैसिटी में परिवर्तन। अवैषम्य विलयों का ऊष्मागतिकी: सक्रियता)Activity) और सक्रियता गुणांक)Activity Coefficient) **सांख्यिकीय ऊष्मागतिकी:** विभाजन फलन (Partition Function): विभाजन फलन के माध्यम से ऊष्मागतिक राशियों की गणना। विभाजन फलन के अनुप्रयोग: स्थानांतरणीय, घूर्णन, कंपन तथा वैद्युतिक विभाजन फलन। एक-परमाण्वीय आदर्श गैस (Monoatomic Ideal Gas) की एंट्रॉपी, गिब्स-डुहेम समीकरण।	20

Department of Higher Education

	सार बिंदु (कीवर्ड): आंशिक मोलर मात्रा, गतिविधि और फ्यूगैसिटी, विभाजन समारोह **गतिविधियाँ:** 1. रासायनिक क्षमता, आंशिक मोलर गुणों की गणना पर समस्या समाधान असाइनमेंट। 2. पोस्टर बनाना: i. आंशिक मोलर मात्राएँ और उनकी ग्राफिकल व्याख्याएँ। ii. स्थानान्तरणीय, घूर्णी, कंपनीय और इलेक्ट्रॉनिक योगदान की तुलना। 3. संगोष्ठी: i. वास्तविक गैस व्यवहार में फ्यूगैसिटी का महत्व। ii. रासायनिक क्षमता के अनुप्रयोग। iii. एक-परमाणुक आदर्श गैस की एन्ट्रॉपी।	
3	**रासायनिक गतिशीलता :** रासायनिक गतिकी, दर के नियमो निर्धारित करने की विधियाँ, अभिक्रिया दरों का टकराव सिद्धांत , स्थैतिक कारक , अरहेनियस समीकरण और सक्रिय जटिल समीकरण सिद्धांत , गतिज लवण प्रभाव, स्थिर अवस्था गतिकी, संक्रमण अवस्था सिद्धांत, एंजाइम अभिक्रियाओं की गतिकी । श्रृंखला अभिक्रिया की गतिकी (हाइड्रोजन -ब्रोमीन अभिक्रिया, एसीटैल्डिहाइड का पाइरोलिसिस , ईथेन का अपघटन) , प्रकाश रासायनिक (हाइड्रोजन -ब्रोमीन और हाइड्रोजन -क्लोरीन अभिक्रिया) , समजातीय उत्प्रेरक अभिक्रिया । **संकुल एवं तीव्र अभिक्रिया:** संकुल अभिक्रियाएँ, विरोधी अभिक्रियाएँ, संकुल अभिक्रियाएँ और समानांतर अभिक्रियाएं तीव्र अभिक्रियाएँ: तीव्र अभिक्रियाओं के लिए प्रायोगिक तकनीकें जैसे प्रवाह विधि, विश्राम विधि, फ्लैश फोटोलिसिस । **सार बिंदु (कीवर्ड):** दर नियम, अरहेनियस समीकरण, श्रृंखला अभिक्रियाओं की गतिकी , तीव्र अभिक्रियाओं की गतिकी । **गतिविधियाँ:** 1. समस्या समाधान कार्य : i. अरहेनियस समीकरण (सक्रियण ऊर्जा, आवृत्ति कारक) से संबंधित गणना। ii. अभिक्रिया दर और स्थैतिक कारकों की गणना के लिए कोलिजन सिद्धांत का अनुप्रयोग। iii. स्थिर-अवस्था सन्निकटन और एंजाइम गतिकी पर समस्याएं। iv. विरोधी, समान्तर और क्रमागत प्रतिक्रियाओं का गतिज विश्लेषण।	20

Department of Higher Education

	v. तीव्र प्रतिक्रिया डेटा से विश्राम समय और दर स्थिरांक से संबंधित गणना। 2. पोस्टर बनाना: i. कोलिजन सिद्धांत और सक्रिय जटिल सिद्धांत का दृश्य सारांश। ii. एंजाइम गतिकी का आरेखीय निरूपण (माइकलिस-मेन्टेन , स्थिर अवस्था)। iii. श्रृंखला अभिक्रियाओं (जैसे, हाइड्रोजन-ब्रोमीन) के लिए अभिक्रिया तंत्र का फ्लोचार्ट। iv. तीव्र प्रतिक्रिया गतिकी के लिए प्रायोगिक विधियाँ: प्रवाह विधि, विश्राम विधि, फ्लैश फोटोलिसिस। 3. सेमिनार: i. संक्रमण अवस्था सिद्धांत और इसके अनुप्रयोग। ii. एंजाइम उत्प्रेरक की गतिकी: सिद्धांत और व्यवहार। iii. श्रृंखला अभिक्रियाओं के तंत्र और गतिशीलता। iv. तीव्र प्रतिक्रियाओं के अध्ययन में प्रायोगिक तकनीकें।	
4	**पृष्ठ रसायन विज्ञान :** अधिशोषण: पृष्ठ तनाव, गिब्स अधिशोषण समतापी, पृष्ठ क्षेत्र का अनुमान (बी.ई.टी. समीकरण)। **मिसेल्स :** पृष्ठ सक्रिय एजेंट, पृष्ठ सक्रिय एजेंटों का वर्गीकरण, मिसेलीकरण, हाइड्रोफोबिक इंटरैक्शन , क्रान्तिक मिसेलर सांद्रता (सीएमसी), सर्फेक्टेंट के सी.एम.सी. को प्रभावित करने वाले कारक , मिसेलीकरण के थर्मोडायनामिक्स। **सार बिंदु (कीवर्ड):** अधिशोषण, बी.ई.टी. समीकरण, पृष्ठ क्षेत्र, मिसेल, क्रिटिकल मिसेलर सांद्रता (सी.एम.सी.) **गतिविधियाँ:** 1. समस्या समाधान: i. पृष्ठ सांद्रता के लिए गिब्स अधिशोषण समतापी पर आधारित समस्याएँ। ii. अधिशोषण डेटा से सतह क्षेत्र का अनुमान लगाने के लिए बी.ई.टी. समीकरण का उपयोग। iii. क्रान्तिक मिसेलर सांद्रता (सीएमसी) की गणना और इसे प्रभावित करने वाले कारक। iv. मिसलेकरण पर ऊष्मागतिकी समस्याएं । 2. पोस्टर बनाना: i. गिब्स समतापी और बी.ई.टी. सिद्धांत सहित अधिशोषण समतापी का आरेख।	15

Department of Higher Education

	ii. पृष्ठ सक्रिय एजेंटों (सर्फेक्टेंट्स) के प्रकार और वर्गीकरण। iii. हाइड्रोफोबिक अंतः क्रियाओं और रिवर्स मिसेल्स सहित मिसेल निर्माण के चरण और ऊष्मागतिकी। 3. सेमिनार: i. भौतिक और जैविक प्रणालियों में पृष्ठ तनाव की भूमिका। ii. गिब्स अधिशोषण और इसके औद्योगिक अनुप्रयोग। iii. माइसेलिज़ेशन : तंत्र और ऊष्मागतिकी। iv. रोजमर्रा की जिंदगी और उद्योग में पृष्ठ रसायन विज्ञान के अनुप्रयोग।	
5	**इलेक्ट्रोकेमिस्ट्री :** विलयानो की इलेक्ट्रोकैमिस्ट्री, डेबई-हकेल-ऑनसागर उपचार और इसके विस्तार, आयन विलायक इंटरैक्शन, डेबई-हकेल -जेरम मोड। पोलारो ग्राफी- सिद्धांत और इंस्ट्रूमेंटेशन , इलकोविक समीकरण, हाफ - वेव पोटेंशियल और इसका महत्व। वोल्टामेट्री : सामान्य सिद्धांत और उपकरण, चक्रीय वोल्टामेट्री, और रैखिक स्कैन वोल्टामेट्री **सार बिंदु (कीवर्ड):** डेबाई-हुकेल सिद्धांत, इलेक्ट्रोड इंटरफ़ेस, चक्रीय वोल्टामेट्री, रैखिक स्कैन वोल्टामेट्री **गतिविधियाँ:** 1. समस्या समाधान: i. आयनिक चालकता के लिए डेबाई -ह्केल -ऑनसागर समीकरणों का उपयोग करके गणना । ii. पोलारोग्राफी में इल्कोविक समीकरण पर आधारित गणना । iii. अर्ध-तरंग विभव डेटा की व्याख्या । iv. चक्रीय वोल्टामेट्री मापदंडों और स्कैन दरों पर समस्याएं। 2. पोस्टर बनाना: i. डेबाई -ह्केल सिद्धांत और आयन वायुमंडल का आरेखीय स्पष्टीकरण । ii. पोलारोग्राफी उपकरण के घटक और कार्य सिद्धांत । iii. वोल्टामेट्री तकनीकों का अवलोकन : चक्रीय वोल्टामेट्री और रैखिक स्कैन वोल्टामेट्री। 3. सेमिनार: i. इलेक्ट्रोलाइट्स में आयन-आयन और आयन-विलायक अंतःक्रियाओं को समझना। ii. पोलारोग्राफी: सिद्धांत, उपकरण और अनुप्रयोग। iii. आधुनिक विद्युत-रासायनिक विश्लेषण में वोल्टामेट्री तकनीक।	15

Department of Higher Education

भाग स-शिक्षण संसाधन

पाठ्य पुस्तकें, संदर्भ पुस्तकें, अन्य संसाधन

सुझायी गयी पठन सामग्री :

पुस्तकें

1. Radhakrishnan, S., Indian Philosophy, Oxford University Press.
2. Chattopadhyaya, D., Indian Philosophy: A Popular Introduction, People's Publishing House, New Delhi.
3. Kak, S., The Astronomical Code of the Rigveda, Aditya Prakashan, Delhi.
4. Kuppuram, G., Kumudamani, K., History of Science and Technology in India, Sundeep Prakashan, New Delhi.
5. Atkins, P.W., Physical Chemistry, ELBS.
6. Chandra, A.K., Introduction to Quantum Chemistry, Tata McGraw-Hill.
7. Levine, I.N., Quantum Chemistry, Prentice Hall.
8. Laidler, K.J., Chemical Kinetics, McGraw-Hill.
9. Rajaraman, J., Kuriacose, J., Kinetics and Mechanism of Chemical Transformation, Macmillan.
10. Moroi, Y., Micelles: Theoretical and Applied Aspects, Plenum Press.
11. Bockris, J.O.M., Reddy, A.K.N., Modern Electrochemistry, Plenum Press.
12. Prasad, R.K., Introduction to Quantum Chemistry, New Age International.
13. Bajpai, D.N., Advanced Physical Chemistry, S. Chand and Company Ltd.

सुझाए गए ऑनलाइन पाठ्यक्रम और वेब स्रोत:

- https://archive.nptel.ac.in/course.html
- https://ugcmoocs.inflibnet.ac.in/index.php/courses/moocs
- https://swayam.gov.in/explorer

ent of Higher Education

भाग द - मूल्यांकन और आकलन

अधिकतम अंक: 100
आंतरिक मूल्यांकन (सीसीई): 40
बाह्य मूल्यांकन (यूई): 60

आंतरिक मूल्यांकन

	सतत एवं संचयी मूल्यांकन (सीसीई) विधियां निम्नलिखित परिभाषित घटकों पर आधारित होंगी:	अंक
क	कक्षा परीक्षण	
ख	प्रस्तुति/असाइनमेंट/क्विज़/समूह चर्चा	
ग	कक्षा में उपस्थिति का उचित महत्व	
	कुल	40

	बाह्य मूल्यांकन	
	परीक्षा के अनुसार सिद्धांत पेपर	
	कुल	60
	कुल अंक योग	100

Department of Higher Education

For 2-Year PG Programme
(Scheme B-1)
With Major Practicum Component

CHEMISTRY-CORE (THEORY) SYLLABUS

M.Sc. II Semester

Part A - Introduction			
Program: 2-Year PG	**Class-M.Sc.**	**Semester-II**	**Session: 2025-26**
Subject– Chemistry			

1	**Course Code**	**CC-22 (T)**
2	**Course Title**	**Research Methodology for Chemists**
3	**Course Type**	**CORE Course**
4	**Pre-requisite**	**To study this course, students must have <u>Chemistry</u> as one of the subjects in B.Sc. Degree Course.**
5	**Course Learning Outcomes (CLO)**	**Upon successful completion of this Course, learners will be able to:** ➢ Explain the purpose and types of research in chemistry and distinguish among basic, applied, experimental, and computational research approaches. ➢ Formulate testable hypotheses and identify relevant research gaps through effective use of chemical databases and critical literature review. ➢ Analyze and interpret scientific articles to extract research objectives, methodologies, results, and conclusions relevant to chemical investigations. ➢ Design concise and well-structured research proposals with clearly defined titles, objectives, methodologies, timelines, and expected outcomes. ➢ Describe ethical principles in chemical research including responsible conduct, authorship norms, plagiarism, fabrication, falsification, and publication integrity. ➢ Recognize predatory journals and unethical publishing practices and apply tools like Turnitin or DrillBit to ensure research originality. ➢ Utilize standard computational tools (MS Word, Excel, PowerPoint) for documentation, data analysis, and scientific presentations. ➢ Draw chemical structures and reaction schemes using ChemDraw and ChemSketch. ➢ Develop basic programs to solve chemistry-related problems involving thermodynamics, kinetics, radioactive decay, and solution chemistry. ➢ Perform essential laboratory techniques such as solution preparation, recrystallization, distillation, and standardization with attention to safety and quality control. ➢ Demonstrate proper laboratory safety practices, chemical handling procedures, and adherence to waste disposal protocols.

		➢ Integrate green chemistry principles into research design and evaluate their contribution to sustainable development and environmental safety.	
6	**Credit Value**	**Theory–06**	
7	**Total Marks**	**Maximum Marks: Total 100** **University Exam(UE)-60, CCE-40**	**Minimum Passing Marks: 40**

Part B: Content of the Course

Total No. of Lectures-Tutorials-Practical (L-06 hours per week):
L-T-P: 90-0-0 (Total Hours)

Unit	Topic	No. of Lectures
1	**Indian Knowledge System and Research in Chemistry:** Experimental Design in Rasashastra-Defined protocols for preparation, testing, and validation of chemical substances, paralleling modern experimental methodology. Ethics in Research-Principles of Satya (truth) and Dharma (duty) promoted honesty, reproducibility, and integrity in research work. Introduction and purpose of research in chemistry. Classification of research types: basic, applied, and experimental. Qualitative approaches include case studies, interviews, and observational methods; quantitative approaches include surveys, experimental designs, and statistical analysis. Literature survey using scientific databases and digital platforms. Identification of research gaps and formulation of research problems and hypotheses. Structure of research proposals including title, objectives, methodology, expected outcomes, and timelines. Referencing techniques, citation styles, and bibliography. **Keywords:** Research in Chemistry, Research Types, Literature Survey, Hypothesis, Proposal Writing, Referencing, Citations ***Activities:*** **1.** Problem Solving: 1. Design simple experimental protocols based on Rasashastra principles aligned with modern methodology. 2. Case-based exercises on identifying ethical dilemmas and applying Satya (truth) and Dharma (duty) in research. 3. Analyze sample research proposals: identify objectives, hypotheses, and methodologies. 4. Practice literature survey exercises using scientific databases to find relevant articles and research gaps.	20

	2. Poster Making: i. Ancient Rasashastra Protocols vs Modern Experimental Design. ii. Visual depiction of Research Ethics focusing on Satya and Dharma principles. iii. Flowchart of Steps in Research Process: from literature survey to proposal writing. iv. Infographic on Types of Research (basic, applied, experimental) and methods (qualitative vs quantitative). **3.** Seminars: i. Integrating Ancient Indian Experimental Traditions with Modern Research Methodology. ii. Effective Literature Survey and Identification of Research Gaps. iii. Preparing a Research Proposal: Structure and Best Practices.	
2	**Research Ethics and Scientific Integrity**: Introduction to ethical issues in scientific research. Definition and types of misconduct, such as plagiarism, falsification, and fabrication. Use of similarity detection tools such as Turnitin and DrillBit. Authorship criteria, contributor roles, and conflict of interest. Identification of predatory journals and unethical publishing practices. Publication misconduct, peer review ethics, and strategies for maintaining scientific integrity in chemical research. **Keywords:** Ethics in Research, Plagiarism, Falsification, Fabrication, Similarity Tools, Authorship, Predatory Journals, Scientific Integrity ***Activities:*** 1. Problem Solving: i. Case studies analyzing examples of plagiarism, falsification, and fabrication. ii. Exercises using sample texts to identify plagiarism or unethical writing. 2. Poster Making: i. Visual guide on types of research misconduct and their consequences. ii. Workflow of ethical peer review process and responsibilities. iii. Checklist for identifying predatory journals and unethical publishing. iv. Summary poster on best practices to maintain scientific integrity in chemical research. 3. Seminars: i. Understanding and Preventing Research Misconduct. ii. Role of Authorship and Contributor Ethics in Publications.	**20**

	iii. Tools and Techniques to Ensure Originality in Research Writing. iv. Importance of Honesty and Integrity in Research. 4. Presentations: i. Prepare and deliver PowerPoint or poster presentations on any of the scientific topics/research papers. ii. Demonstrate how to use similarity detection software with examples.	
3	**Computational Tools for Chemists:** Utilization of standard office software (MS Word, MS Excel, PowerPoint) in documentation, data organization, statistical analysis, graphical representation, and effective presentation of scientific data. Introduction to scientific software tools specific to chemistry: ChemSketch and ChemDraw for drawing molecular structures and reaction schemes; Origin and similar graphing software for advanced data visualization; software for creating statistical charts such as pie charts, histograms, and bar diagrams. Basics of programming logic with applications in solving chemistry-related numerical problems. Development of simple programs for calculations involving the Van der Waals equation, chemical kinetics (rate constants), radioactive decay (half-life and average life), and solution chemistry (normality, molarity, molality). Programming approaches for evaluating atomic properties like electronegativity and lattice energy. **Keywords:** Computational Tools, Chemical Structures, MS Office, ChemDraw, Origin Software, Data Visualization, Programming ***Activities:*** 1. Problem Solving Activities: (i). Numerical simulations using Excel: i. Van der Waals gas calculations. ii. Radioactive decay curves and half-life computations. iii. Rate constant calculations from experimental data. iv. Concentration unit conversions (normality, molarity, molality). (ii). Simple programming exercises (using Python/C/C++/ Excel): i. Create a program for pH, lattice energy, or electronegativity calculations. ii. Write a loop to calculate concentration changes in a first-order reaction. 2. Poster Making: i. Visual tutorial on how to draw molecules and reactions using ChemSketch/ChemDraw.	20

	ii. From Molecule Drawing to Data Presentation – Tools Every Chemist Should Know. 3. Seminars: i. Empowering Research through Computational Tools in Chemistry. ii. Use of MS Excel in Data Analysis. iii. ChemDraw and ChemSketch: Digital Chemistry Made Easy. iv. Basics of Programming for Chemical Problem Solving. 4. Presentations: i. Student presentation on solving a chemistry problem using a self-written program or Excel tool. ii. Live demonstration of drawing reaction mechanisms using ChemDraw or ChemSketch.	
4	**Laboratory Practices in Chemical Research:** Fundamental laboratory techniques essential for chemical research, including preparation of standard solutions (molarity, normality, molality), serial dilutions, handling of reagents, recrystallization, distillation, solvent extraction, filtration, drying, and melting point determination. Emphasis on laboratory safety protocols, chemical storage, labeling, and waste disposal. Proper use of personal protective equipment (PPE) and adherence to safety guidelines. Calibration and standardization of instruments and reagents to ensure quality control. Troubleshooting common experimental errors, maintenance of laboratory notebooks, and ensuring reproducibility and reliability of experimental results. **Keywords:** Solution Preparation, Laboratory Safety, Chemical Handling, Standardization, Quality Control, Reproducibility ***Activities:*** 1. Problem Solving Activities: i. Design serial dilution schemes for stock solutions. ii. Solve case-based problems on experimental errors and troubleshooting. iii. Plan proper waste disposal routes for different types of lab chemicals. 2. Poster Making: i. Step-by-step flowchart for standard lab techniques: recrystallization, distillation, filtration. ii. Laboratory Safety Poster: PPE guidelines, storage labels, and emergency procedures.	15

	iii. Visual representation of chemical waste segregation and disposal. iv. Poster on instrument calibration and reagent standardization. v. Do's and Don'ts in the Chemical Laboratory. 3. Seminars: i. Best Practices in Laboratory Safety and Chemical Handling. ii. Standardization and Calibration: Foundations of Reliable Lab Data. 4. Presentations: i. Student presentation on correct method of solution preparation and dilution. ii. Presentation on setting up and calibrating common laboratory instruments (e.g., pH meter, burette, and colorimeter).	
5	**Green Chemistry and Sustainable Research Practices:** Environmental and societal impacts of chemical research, emphasizing the importance of sustainability and safety. Introduction to green chemistry principles and their alignment with the United Nations Sustainable Development Goals (SDGs) aimed at reducing waste, minimizing hazardous substances, and promoting energy-efficient and environmentally benign chemical processes. Discussion of ethical considerations related to environmental safety and responsible research conduct. Strategies to incorporate green chemistry concepts into research design, experimentation, and industrial applications to promote sustainable innovation in chemistry. **Keywords:** Green Chemistry, Sustainability, Environmental Safety, Ethical Research, Waste Minimization, Eco-friendly Processes, Sustainable Development Goals. ***Activities:*** 1. Problem Solving Activities: i. Analyze chemical reactions and redesign them to make them greener using the 12 principles of green chemistry. ii. Solve problems to calculate atom economy and E-factor of various synthetic routes. iii. Case-based discussions on industrial processes and how they can be made more sustainable. iv. Identify hazardous reagents/solvents in a given experiment and suggest safer alternatives. v. Match green chemistry principles with related Sustainable Development Goals (SDGs).	15

	2. Poster Making: i. Poster on 12 Principles of Green Chemistry with practical examples. ii. Poster mapping Green Chemistry principles to relevant SDGs. iii. "Green Lab Practices" – showcasing eco-friendly research habits (e.g., waste minimization, solvent reuse). iv. Poster comparing traditional vs green processes (e.g., oxidation using $KMnO_4$ vs oxygen/enzymes). v. Sustainable chemistry innovations in industry (e.g., biodegradable plastics, green solvents). 3. Seminars: i. Green Chemistry: Science for a Sustainable Future. ii. Aligning Chemical Research with UN Sustainable Development Goals. iii. Ethical and Environmental Responsibility in Chemical Research. iv. Designing Greener Reactions for Industrial and Academic Labs.	

Part C- Learning Resources

Text Books, Reference Books, Other Resources

Suggested Readings:

Books

1. Mukherjee, K.C., Rasashastra: The Science of Indian Alchemy and Chemistry, Motilal Banarsidass, Delhi.
2. Kothari, C.R., Garg, G., Research Methodology: Methods and Techniques, New Age International Publishers.
3. Gastel, B., Day, R.A., How to Write and Publish a Scientific Paper, Cambridge University Press.
4. Davis, M., Scientific Papers and Presentations, Academic Press.
5. Shamoo, A.E., Resnik, D.B., Responsible Conduct of Research, Oxford University Press.
6. Steneck, N.H., Introduction to the Responsible Conduct of Research, Office of Research Integrity (ORI).
7. UGC, Research and Publication Ethics (Available as e-book on ugc.ac.in).
8. Lewars, E.G., Computational Chemistry: Introduction to the Theory and Applications of Molecular and Quantum Mechanics, Springer.
9. Billo, E.J., Excel for Scientists and Engineers, Wiley-Interscience.
10. Mendham, J., Denney, R.C., Barnes, J.D., Thomas, M., Sivasankar, B.S., Vogel's Textbook of Quantitative Chemical Analysis, Pearson.
11. American Chemical Society (ACS), Safety in Academic Chemistry Laboratories, Vol. 1 and 2.
12. Mukherjee, J.C., A Textbook of Practical Chemistry, Orient BlackSwan.
13. Anastas, P.T., Warner, J.C., Green Chemistry: Theory and Practice, Oxford University Press.
14. Doxsee, K.M., Hutchison, J.E., Green Organic Chemistry: Strategies, Tools, and Laboratory Experiments, Brooks/Cole.
15. Benvenuto, M.A., Sustainable Green Chemistry: A Teaching Approach, De Gruyter.
16. ChemDraw and ChemSketch user manuals (Available from PerkinElmer and ACD/Labs).

Suggested equivalent online courses and Web Sources:

- https://archive.nptel.ac.in/course.html
- https://ugcmoocs.inflibnet.ac.in/index.php/courses/moocs
- https://swayam.gov.in/explorer

Part D-Assessment and Evaluation

Maximum Marks: 100 Internal
Assessment (CCE): 40 External
Assessment (UE): 60

	Internal Assessment	
	Continuous and Cumulative Evaluation (CCE) Methods will be based on the following defined components:	**Marks**
a.	**Class Tests**	
b.	**Presentation/Assignment/ Quiz/ Group Discussion**	
c.	**Appropriate weightage of attendance in the Class**	
	Total	**40**
	External Assessment	
	Theory Paper as per University Examination	
	Total	**60**
	Grand Total	**100**

For 2-Year PG Programme
(Scheme B-1)
With Major Practicum Component

रसायन विज्ञान-कोर (सिद्धांत) पाठ्यक्रम

एम.एससी. द्वितीय सेमेस्टर

कार्यक्रम: 2-वर्ष पीजी	कक्षा-एम.एससी.	सेमेस्टर- II	सत्र: 2025- 26
विषय- रसायन विज्ञान			

1	अवधि कोड	CC-22 (T)
2	पाठ्यक्रम शीर्षक	रसायनज्ञों के लिए अनुसंधान पद्धति
3	अवधि प्रकार	कोर कोर्स
4	पूर्व-अपेक्षा	इस पाठ्यक्रम का अध्ययन करने के लिए छात्रों के पास बीएससी डिग्री कोर्स में रसायन विज्ञान एक विषय के रूप में होना चाहिए ।
5	पाठ्यक्रम सीखने के परिणाम (सीएलओ)	इस पाठ्यक्रम को सफलतापूर्वक पूरा करने पर, शिक्षार्थी सक्षम होंगे: ➢ रसायन विज्ञान में अनुसंधान के उद्देश्य और प्रकारों की व्याख्या तथा बुनियादी, अनुप्रयुक्त, प्रयोगात्मक और कम्प्यूटेशनल अनुसंधान दृष्टिकोणों के बीच अंतर कर सकेंगे। ➢ रासायनिक डेटाबेस और महत्वपूर्ण साहित्य समीक्षा के प्रभावी उपयोग के माध्यम से परीक्षण योग्य परिकल्पनाएं तैयार करना और प्रासंगिक अनुसंधान अंतराल की पहचान कर सकेंगे। ➢ रासायनिक जांच से संबंधित अनुसंधान उद्देश्यों, पद्धतियों, परिणामों और निष्कर्षों को निकालने के लिए वैज्ञानिक लेखों का विश्लेषण और व्याख्या कर सकेंगे। ➢ स्पष्ट रूप से परिभाषित शीर्षक, उद्देश्य, कार्यप्रणाली, समयसीमा और अपेक्षित परिणामों के साथ संक्षिप्त और अच्छी तरह से संरचित अनुसंधान प्रस्ताव तैयार कर सकेंगे। ➢ रासायनिक अनुसंधान में नैतिक सिद्धांतों का वर्णन जिसमें नैतीक आचरण, लेखकीय मानदंड, साहित्यिक चोरी, निर्माण, मिथ्याकरण और प्रकाशन अखंडता का आकलन कर सकेंगे। ➢ प्रीडेटोरी पत्रिकाओं और अनैतिक प्रकाशन प्रथाओं की पहचान और शोध की मौलिकता सुनिश्चित करने के लिए टर्निटिन या ड्रिलबिट जैसे उपकरणों का उपयोग कर सकेंगे। ➢ दस्तावेज़ीकरण, डेटा विश्लेषण और वैज्ञानिक प्रस्तुतियों के लिए मानक कम्प्यूटेशनल टूल (एमएस वर्ड, एक्सेल, पावरपॉइंट) का उपयोग कर सकेंगे। ➢ ChemDraw और ChemSketch का उपयोग करके रासायनिक संरचनाएं और प्रतिक्रिया योजनाएं बना सकेंगे ।

		➢ ऊष्मागतिकी, गतिकी, रेडियोधर्मी क्षय और विलयन रसायन विज्ञान से संबंधित रसायन विज्ञान संबंधी समस्याओं को हल करने के लिए बुनियादी कार्यक्रम विकसित कर सकेंगे। ➢ सुरक्षा और गुणवत्ता नियंत्रण पर ध्यान देते हुए आवश्यक प्रयोगशाला तकनीकों जैसे कि विलयन तैयार करना, पुनःक्रिस्टलीकरण, आसवन और मानकीकरण का निष्पादन कर सकेंगे। ➢ उचित प्रयोगशाला सुरक्षा प्रथाओं, रासायनिक हैंडलिंग प्रक्रियाओं और अपशिष्ट निपटान प्रोटोकॉल के पालन का प्रदर्शन कर सकेंगे। ➢ हरित रसायन सिद्धांतों को अनुसंधान डिजाइन में एकीकृत करना तथा सतत विकास और पर्यावरण सुरक्षा में उनके योगदान का मूल्यांकन कर सकेंगे।	
6	**श्रेय कीमत**	**सिद्धांत–06**	
7	**कुल निशान**	**अधिकतम अंक: कुल 100** **विश्वविद्यालय परीक्षा(यूई)-60,** **सीसीई-40**	**न्यूनतम उत्तीर्ण अंक: 40**

[illegible] पाठ्यक्रम की विषयवस्तु

व्याख्यान-ट्यूटोरियल-प्रेक्टिकल की कुल संख्या (प्रति सप्ताह घंटे में): 06

L-T-P : 90-0-0 (कुल घंटे)

इकाई	**विषय**	**व्याख्यानों की संख्या**
1	**भारतीय ज्ञान प्रणाली और रसायन विज्ञान में अनुसंधान :** रसशास्त्र में प्रायोगिक डिजाइन - आधुनिक प्रयोगात्मक पद्धति के समानांतर रासायनिक पदार्थों की तैयारी, परीक्षण और सत्यापन के लिए परिभाषित प्रोटोकॉल। अनुसंधान में नैतिकता-सत्य और धर्म के सिद्धांतों में अनुसंधान कार्य में ईमानदारी, पुनरुत्पादकता और अखंडता का महत्त्व । रसायन विज्ञान में शोध का परिचय और उद्देश्य। शोध प्रकारों का वर्गीकरण: मूल, अनुप्रयुक्त और प्रायोगिक। गुणात्मक दृष्टिकोण में केस स्टडी, साक्षात्कार और अवलोकन विधियाँ; मात्रात्मक दृष्टिकोण में सर्वेक्षण, प्रयोगात्मक डिज़ाइन और सांख्यिकीय विश्लेषण । वैज्ञानिक डेटाबेस और डिजिटल प्लेटफ़ॉर्म का उपयोग करके साहित्य सर्वेक्षण। शोध अंतराल की पहचान और शोध समस्याओं और परिकल्पनाओं का निर्माण। शीर्षक, उद्देश्य, कार्यप्रणाली, अपेक्षित परिणाम और समयसीमा सहित शोध प्रस्तावों की संरचना। संदर्भ तकनीक, उद्धरण शैली और ग्रंथ सूची।	20

	सार बिंदु (कीवर्ड): रसायन विज्ञान में अनुसंधान, अनुसंधान के प्रकार, साहित्य सर्वेक्षण, परिकल्पना, प्रस्ताव लेखन, संदर्भ, उद्धरण **गतिविधियाँ:** 1. आकलन: i. आधुनिक पद्धति के साथ संरेखित रसशास्त्र सिद्धांतों पर आधारित सरल प्रयोगात्मक प्रोटोकॉल डिजाइन करना । ii. नैतिक दुविधाओं की पहचान करने और अनुसंधान में सत्य और धर्म को लागू करने पर केस-आधारित अभ्यास। iii. नमूना अनुसंधान प्रस्तावों का विश्लेषण करें: उद्देश्यों, परिकल्पनाओं और कार्यप्रणालियों की पहचान । iv. प्रासंगिक लेख और शोध अंतराल खोजने के लिए वैज्ञानिक डेटाबेस का उपयोग करके साहित्य सर्वेक्षण अभ्यास का अभ्यास । 2. पोस्टर बनाना: i. प्राचीन रसशास्त्र प्रोटोकॉल बनाम आधुनिक प्रयोगात्मक डिजाइन। ii. सत्य और धर्म सिद्धांतों पर केंद्रित अनुसंधान नैतिकता का दृश्य चित्रण। iii. शोध प्रक्रिया में चरणों का फ्लोचार्ट: साहित्य सर्वेक्षण से प्रस्ताव लेखन तक। iv. अनुसंधान के प्रकार (मूलभूत, अनुप्रयुक्त, प्रायोगिक) और विधियों (गुणात्मक बनाम मात्रात्मक) पर इन्फोग्राफिक। 3. सेमिनार: i. प्राचीन भारतीय प्रयोगात्मक परंपराओं को आधुनिक अनुसंधान पद्धति के साथ एकीकृत करना। ii. प्रभावी साहित्य सर्वेक्षण और अनुसंधान अंतराल की पहचान। iii. अनुसंधान प्रस्ताव तैयार करना: संरचना और सर्वोत्तम अभ्यास।	
2	**अनुसंधान नैतिकता और वैज्ञानिक अखंडता** : वैज्ञानिक अनुसंधान में नैतिक मुद्दों का परिचय। कदाचार की परिभाषा और प्रकार, जैसे साहित्यिक चोरी, मिथ्याकरण और निर्माण। टर्निटिन और ड्रिलबिट जैसे समानता पहचान उपकरणों का उपयोग । लेखकीय मानदंड, योगदानकर्ता भूमिकाएँ और हितों का टकराव। शिकारी पत्रिकाओं और अनैतिक प्रकाशन प्रथाओं की पहचान। प्रकाशन कदाचार, सहकर्मी समीक्षा नैतिकता और रासायनिक अनुसंधान में वैज्ञानिक अखंडता बनाए रखने की रणनीतियाँ।	**20**

	सार बिंदु (कीवर्ड): शोध में नैतिकता, साहित्यिक चोरी, मिथ्याकरण, निर्माण, समानता उपकरण, लेखकत्व, प्रीडेटरी पत्रिकाएँ, वैज्ञानिक अखंडता **गतिविधियाँ:** 1. समस्या को सुलझाना: i. साहित्यिक चोरी, मिथ्याकरण और निर्माण के उदाहरणों का विश्लेषण करने वाले केस अध्ययन। ii. साहित्यिक चोरी या अनैतिक लेखन की पहचान करने के लिए नमूना पाठ्य सामग्री का उपयोग करने का अभ्यास। 2. पोस्टर बनाना: i. अनुसंधान कदाचार के प्रकारों और उनके परिणामों पर दृश्य मार्गदर्शिका। ii. नैतिक सहकर्मी समीक्षा प्रक्रिया और जिम्मेदारियों का कार्यप्रवाह। iii. प्रीडेटरी पत्रिकाओं और अनैतिक प्रकाशन की पहचान के लिए चेकलिस्ट। iv. रासायनिक अनुसंधान में वैज्ञानिक अखंडता बनाए रखने के सर्वोत्तम तरीकों पर सारांश पोस्टर। 3. सेमिनार: i. अनुसंधान कदाचार को समझना और रोकना। ii. प्रकाशनों में लेखकत्व और योगदानकर्ता नैतिकता की भूमिका। iii. शोध लेखन में मौलिकता सुनिश्चित करने के लिए उपकरण और तकनीकें। iv. अनुसंधान में ईमानदारी और सत्यनिष्ठा का महत्व। 4. प्रस्तुतियाँ: i. किसी भी वैज्ञानिक विषय/शोध पत्र पर पावरपॉइंट या पोस्टर प्रस्तुतीकरण तैयार करना । ii. उदाहरणों के साथ समानता पहचान सॉफ्टवेयर का उपयोग कैसे करें, इसका प्रदर्शन करना ।	
3	**रसायनज्ञों के लिए कम्प्यूटेशनल उपकरण :** दस्तावेज़ीकरण, डेटा संगठन, सांख्यिकीय विश्लेषण, ग्राफ़िकल प्रतिनिधित्व और वैज्ञानिक डेटा की प्रभावी प्रस्तुति में मानक कार्यालय सॉफ़्टवेयर (MS Word, MS Excel, PowerPoint) का उपयोग। रसायन विज्ञान के लिए विशिष्ट वैज्ञानिक सॉफ़्टवेयर उपकरणों का परिचय: आणविक संरचनाओं और प्रतिक्रिया योजनाओं को चित्रित करने के लिए केमस्केच और केमड्रॉ ; उन्नत डेटा विज़ुअलाइज़ेशन के लिए ओरिजिन और इसी तरह के ग्राफ़िंग सॉफ़्टवेयर; पाई चार्ट, हिस्टोग्राम और बार आरेख जैसे सांख्यिकीय चार्ट बनाने के लिए सॉफ़्टवेयर।	20

रसायन विज्ञान से संबंधित संख्यात्मक समस्याओं को हल करने में अनुप्रयोगों के साथ प्रोग्रामिंग तर्क की मूल बातें। वैन डेर वाल्स समीकरण, रासायनिक गतिकी (दर स्थिरांक), रेडियोधर्मी क्षय (अर्ध-आयु और औसत जीवन), और समाधान रसायन विज्ञान (सामान्यता, मोलरता, मोललता) से संबंधित गणनाओं के लिए सरल कार्यक्रमों का विकास। इलेक्ट्रोनगेटिविटी और जाली ऊर्जा जैसे परमाणु गुणों के मूल्यांकन के लिए प्रोग्रामिंग दृष्टिकोण।

सार बिंदु (कीवर्ड): कम्प्यूटेशनल टूल्स, रासायनिक संरचनाएं, एमएस ऑफिस, केमड्रॉ, ओरिजिन सॉफ्टवेयर, डेटा विज़ुअलाइज़ेशन, प्रोग्रामिंग

गतिविधियाँ:

1. समस्या समाधान गतिविधियाँ:

I. एक्सेल का उपयोग करके संख्यात्मक सिमुलेशन:

i. वांडर वाल्स गैस गणना।
ii. रेडियोधर्मी क्षय वक्र और अर्ध-आयु संगणना।
iii. प्रायोगिक डेटा से दर स्थिरांक की गणना।
iv. सांद्रता इकाई रूपांतरण (नोर्मलिटी, मोलरता, मोललता)।

II. सरल प्रोग्रामिंग अभ्यास (पायथन/सी/सी++/एक्सेल का उपयोग करके):

i. पीएच, जालक ऊर्जा, या विद्युतऋणात्मकता गणना के लिए एक प्रोग्राम बनाएं।
ii. प्रथम-क्रम अभिक्रिया में सांद्रता परिवर्तन की गणना करने के लिए एक लूप लिखना ।

2. पोस्टर बनाना:

i. ChemSketch/ ChemDraw का उपयोग करके अणुओं और प्रतिक्रियाओं को कैसे चित्रित किया जाए, इस पर दृश्य ट्यूटोरियल ।
ii. अणु चित्रण से लेकर डेटा प्रस्तुति हेतु माध्यम ।

4. सेमिनार:

i. रसायन विज्ञान में कम्प्यूटेशनल उपकरणों के माध्यम से अनुसंधान को सशक्त बनाना।
ii. डेटा विश्लेषण में एमएस एक्सेल का उपयोग।
iii. केमड्रॉ और केमस्केच : डिजिटल रसायन विज्ञान को आसान बनाया गया।
iv. रासायनिक समस्या समाधान के लिए प्रोग्रामिंग की मूल बातें।

4. प्रस्तुतियाँ:

i. स्वयं लिखित प्रोग्राम या एक्सेल टूल का उपयोग करके रसायन विज्ञान की समस्या को हल करने पर छात्र प्रस्तुति।
ii. केमड्रॉ या केमस्केच का उपयोग करके प्रतिक्रिया तंत्र को चित्रित करने का लाइव प्रदर्शन ।

4	**रासायनिक अनुसंधान में प्रयोगशाला अभ्यास :** रासायनिक अनुसंधान के लिए आवश्यक मौलिक प्रयोगशाला तकनीकें, जिनमें मानक विलयन (मोलरिटी, नॉर्मलिटी, मोललिटी) की तैयारी, क्रमिक तनुकरण, अभिकर्मकों की हैंडलिंग, पुनःक्रिस्टलीकरण, आसवन, विलायक निष्कर्षण, निस्पंदन, सुखाने और गलनांक निर्धारण शामिल हैं। प्रयोगशाला सुरक्षा प्रोटोकॉल, रासायनिक भंडारण, लेबलिंग और अपशिष्ट निपटान पर जोर। व्यक्तिगत सुरक्षा उपकरण (पीपीई) का उचित उपयोग और सुरक्षा दिशानिर्देशों का पालन। गुणवत्ता नियंत्रण सुनिश्चित करने के लिए उपकरणों और अभिकर्मकों का अंशांकन और मानकीकरण। सामान्य प्रयोगात्मक त्रुटियों का निवारण, प्रयोगशाला नोटबुक का रखरखाव और प्रयोगात्मक परिणामों की पुनरुत्पादकता और विश्वसनीयता सुनिश्चित करना। **सार बिंदु (कीवर्ड):** प्रयोगशाला सुरक्षा, रासायनिक हैंडलिंग, मानकीकरण, गुणवत्ता नियंत्रण, पुनरुत्पादन **गतिविधियाँ:** 1. समस्या समाधान गतिविधियाँ: i. स्टॉक समाधानों के लिए क्रमिक तनुकरण योजनाएं डिजाइन करें। ii. प्रयोगात्मक त्रुटियों और समस्या निवारण पर केस-आधारित समस्याओं का समाधान करें। iii. विभिन्न प्रकार के प्रयोगशाला रसायनों के लिए उचित अपशिष्ट निपटान मार्गों की योजना बनाएं। 2. पोस्टर बनाना: i. मानक प्रयोगशाला तकनीकों के लिए चरण-दर-चरण फ्लोचार्ट: पुनःक्रिस्टलीकरण, आसवन, निस्पंदन। ii. प्रयोगशाला सुरक्षा पोस्टर: पीपीई दिशानिर्देश, भंडारण लेबल और आपातकालीन प्रक्रियाएं। iii. रासायनिक अपशिष्ट पृथक्करण और निपटान का दृश्य प्रतिनिधित्व। iv. उपकरण अंशांकन और अभिकर्मक मानकीकरण पर पोस्टर। v. रासायनिक प्रयोगशाला में क्या करें और क्या न करें। 3. सेमिनार: i. प्रयोगशाला सुरक्षा और रासायनिक हैंडलिंग में सर्वोत्तम अभ्यास। ii. मानकीकरण और अंशांकन: विश्वसनीय प्रयोगशाला डेटा की नींव। 4. प्रस्तुतियाँ: i. विलयन तैयार करने और तनुकरण की सही विधि पर छात्र प्रस्तुति। ii. सामान्य प्रयोगशाला उपकरणों (जैसे, पीएच मीटर, ब्यूरेट और कलरमीटर) की स्थापना और अंशांकन पर प्रस्तुति।	15

5	**हरित रसायन और सतत अनुसंधान पद्धतियाँ :** पर्यावरणीय और सामाजिक प्रभाव, स्थिरता और सुरक्षा के महत्व पर प्रकाश। हरित रसायन सिद्धांतों का परिचय और संयुक्त राष्ट्र सतत विकास लक्ष्यों (एसडीजी) के साथ उनका संरेखण जिसका उद्देश्य अपशिष्ट को कम करना, खतरनाक पदार्थों को कम करना और ऊर्जा-कुशल और पर्यावरण के अनुकूल रासायनिक प्रक्रियाओं को बढ़ावा देना है। पर्यावरण सुरक्षा और जिम्मेदार अनुसंधान आचरण से संबंधित नैतिक विचारों की चर्चा। रसायन विज्ञान में संधारणीय नवाचार को बढ़ावा देने के लिए अनुसंधान डिजाइन, प्रयोग और औद्योगिक अनुप्रयोगों में हरित रसायन अवधारणाओं को शामिल करने की रणनीतियाँ। **सार बिंदु (कीवर्ड):** हरित रसायन, स्थिरता, पर्यावरण सुरक्षा, नैतिक अनुसंधान, अपशिष्ट न्यूनीकरण, पर्यावरण अनुकूल प्रक्रियाएं, सतत विकास लक्ष्य। **गतिविधियाँ:** 1. समस्या समाधान गतिविधियाँ: i. रासायनिक अभिक्रियाओं का विश्लेषण करें और उन्हें हरित रसायन शास्त्र के 12 सिद्धांतों का उपयोग करके अधिक पर्यावरण अनुकूल रूप में डिज़ाइन करना। ii. विभिन्न सिंथेटिक मार्गों की परमाणु अर्थव्यवस्था और ई-फैक्टर की गणना करने के लिए समस्याओं को हल करना। iii. औद्योगिक प्रक्रियाओं और उन्हें अधिक टिकाऊ कैसे बनाया जा सकता है, इस पर केस-आधारित चर्चा। iv. किसी प्रयोग में खतरनाक अभिकर्मकों/विलायकों की पहचान करें तथा सुरक्षित विकल्प सुझाएँ। v. हरित रसायन सिद्धांतों को संबंधित सतत विकास लक्ष्यों (एसडीजी) के साथ सामंजस्य बनाना। 2. पोस्टर बनाना: i. व्यावहारिक उदाहरणों के साथ हरित रसायन के 12 सिद्धांतों पर पोस्टर। ii. हरित रसायन के सिद्धांतों को प्रासंगिक सतत विकास लक्ष्यों से जोड़ने वाला पोस्टर। iii. "ग्रीन लैब प्रैक्टिसेस" - पर्यावरण अनुकूल अनुसंधान आदतों का प्रदर्शन (जैसे, अपशिष्ट न्यूनीकरण, विलायक पुन: उपयोग) । iv. पारंपरिक बनाम हरित प्रक्रियाओं की तुलना करने वाला पोस्टर (जैसे, $KMnO_4$ का उपयोग करके ऑक्सीकरण बनाम ऑक्सीजन/एंजाइम)।	15

v. उद्योग में टिकाऊ रसायन विज्ञान नवाचार (जैसे, बायोडिग्रेडेबल प्लास्टिक, हरित सॉल्वेंट्स)।

3. सेमिनार:

i. हरित रसायन: टिकाऊ भविष्य के लिए विज्ञान।
ii. रासायनिक अनुसंधान को संयुक्त राष्ट्र सतत विकास लक्ष्यों के साथ संरेखित करना।
iii. रासायनिक अनुसंधान में नैतिक और पर्यावरणीय जिम्मेदारी।
iv. औद्योगिक और शैक्षणिक प्रयोगशालाओं के लिए हरित प्रतिक्रियाओं का डिजाइन तैयार करना।

भाग स- शिक्षण संसाधन

पाठ्य पुस्तकें, संदर्भ पुस्तकें, अन्य संसाधन

सुझायी गयी पठन सामग्री :

पुस्तकें

1. Mukherjee, K.C., Rasashastra: The Science of Indian Alchemy and Chemistry, Motilal Banarsidass, Delhi.
2. Kothari, C.R., Garg, G., Research Methodology: Methods and Techniques, New Age International Publishers.
3. Gastel, B., Day, R.A., How to Write and Publish a Scientific Paper, Cambridge University Press.
4. Davis, M., Scientific Papers and Presentations, Academic Press.
5. Shamoo, A.E., Resnik, D.B., Responsible Conduct of Research, Oxford University Press.
6. Steneck, N.H., Introduction to the Responsible Conduct of Research, Office of Research Integrity (ORI).
7. UGC, Research and Publication Ethics (Available as e-book on ugc.ac.in).
8. Lewars, E.G., Computational Chemistry: Introduction to the Theory and Applications of Molecular and Quantum Mechanics, Springer.
9. Billo, E.J., Excel for Scientists and Engineers, Wiley-Interscience.
10. Mendham, J., Denney, R.C., Barnes, J.D., Thomas, M., Sivasankar, B.S., Vogel's Textbook of Quantitative Chemical Analysis, Pearson.
11. American Chemical Society (ACS), Safety in Academic Chemistry Laboratories, Vol. 1 and 2.
12. Mukherjee, J.C., A Textbook of Practical Chemistry, Orient BlackSwan.
13. Anastas, P.T., Warner, J.C., Green Chemistry: Theory and Practice, Oxford University Press.
14. Doxsee, K.M., Hutchison, J.E., Green Organic Chemistry: Strategies, Tools, and Laboratory Experiments, Brooks/Cole.
15. Benvenuto, M.A., Sustainable Green Chemistry: A Teaching Approach, De Gruyter.
16. ChemDraw and ChemSketch user manuals (Available from PerkinElmer and ACD/Labs).

सुझाए गए ऑनलाइन पाठ्यक्रम और वेब स्रोत :

- https://archive.nptel.ac.in/course.html
- https://ugcmoocs.inflibnet.ac.in/index.php/courses/moocs
- https://swayam.gov.in/explorer

भाग द - मूल्यांकन और आकलन

अधिकतम अंक: 100
आंतरिक आकलन (सीसीई): 40
बाह्य मूल्यांकन (यूई): 60

	आंतरिक आकलन	
	सतत एवं संचयी मूल्यांकन (सीसीई) विधियां निम्नलिखित परिभाषित घटकों पर आधारित होंगी:	**अंक**
क	**कक्षा परीक्षण**	
ख	**प्रस्तुति/असाइनमेंट/क्विज़/समूह चर्चा**	
ग	**कक्षा में उपस्थिति का उचित महत्व**	
	कुल	**40**
	बाह्य मूल्यांकन	
	परीक्षा के अनुसार सिद्धांत पेपर	
	कुल	**60**
	कुल अंक योग	**100**

For 2-Year PG Programme
(Scheme B-1)
With Major Practicum Component

CHEMISTRY-CORE (PRACTICUM) SYLLABUS
M.Sc. II Semester

Program:2-Year PG	Class-M.Sc.	Semester-II	Session:2025-26
Subject– Chemistry			

1	Course Code	PC-21	
2	Course Title	Advanced Physical Chemistry	
3	Course Type	PRACTICUM Course	
4	Course Learning Outcomes (CLO)	Upon successful completion of this Course, learners will be able to: ➢ Analyze the temperature dependence of solubility and calculate thermodynamic parameters like the enthalpy of solution. ➢ Investigate the effects of concentration, temperature, catalysts, and ionic strength on reaction rates and mechanisms. ➢ Apply electrochemical techniques to estimate dissociation constants, solubility products, and identify metal ions. ➢ Demonstrate accurate preparation and standardization of solutions along with precise serial dilution techniques. ➢ Utilize modern chemical drawing software to represent molecular structures and reaction pathways effectively. ➢ Apply statistical and graphical tools to analyze and present chemical data with clarity. ➢ Operate and calibrate fundamental analytical instruments, ensuring reliable measurements. ➢ Perform eco-friendly synthesis of nanoparticles using natural plant extracts. ➢ Synthesize important organic compounds using classical organic reactions with practical understanding. ➢ Extract and isolate valuable organic compounds from natural sources using standard laboratory methods.	
6	Credit Value	Practical–04	
7	Total Marks	Maximum Marks: Total 100 University Exam (UE)-60, CCE-40	Minimum Passing Marks: 40

Department of Higher Education

Part B- Content of the course

Total No. of Lectures- Tutorials-Practical (08 hours per week):
L-T-P: 0-0-120 (Total Hours)

A. Assignments/Practice/ Survey/Fieldwork	**No. of Hours: 120**
B. List of Experiments to be performed in laboratory	

1. Determination of partial molar volume of solute (e.g., KCl) and solvent in a binary mixture.
2. Determination of the temperature dependence of the solubility of a compound in two solvents having similar intramolecular interactions (benzoic acid in water and in DMSO water mixture and calculate the partial molar heat of solution).
3. Determination of energy and enthalpy of activation in the reaction of $KMnO_4$ and benzyl alcohol in acidic medium.
4. Determination of solubility and solubility product of sparingly soluble salts (e.g., $PbSO_4$, $BaSO_4$) conductometrically.
5. Determination of the strength of strong and weak acid in a given mixture conductometrically/ potentiometrically/pH-metrically.
6. Determination of strengths of halides in a mixture potentiometrically.
7. Determination of the rate constant of the reaction between potassium persulfate and potassium iodide.
8. Determination of the pKa and ΔG (Gibbs free energy change) of an organic acid using a pH meter.
9. Verification of the Beer's Law using a colorimetric method.
10. Investigation of the autocatalytic reaction between potassium permanganate and oxalic acid and determination of the enthalpy change (ΔH) and activation energy (Ea).
11. Measurement of the surface tension of organic liquids using a Stalagmometer.
12. Determination of the relative viscosity of organic liquids using an Ostwald Viscometer.
13. Investigation of the adsorption of oxalic acid on activated charcoal and examination of the validity of the Langmuir and Freundlich adsorption isotherms.
14. Influence of ionic strength on the rate constant of the reaction between potassium iodide (KI) and potassium persulfate ($K_2S_2O_8$).
15. Study of the kinetics of acid-catalysed hydrolysis of an ester by titrimetric method.

Department of Higher Education

Part C-Learning Resources

Text Books, Reference Books, Other Resources

Suggested Readings:

Books

1. Yadav, J.B., Advanced Practical Physical Chemistry, Goel Publishing House.
2. Jeffery, G.H., Bassett, J., Mendham, J., Denney, R.C., Vogel's Textbook of Quantitative Chemical Analysis, Longman Scientific & Technical, Longman Group UK Limited.
3. Shoemaker, D.P., Garland, C.W., Steinfeld, J.I:, Experiments in Physical Chemistry, McGraw-Hill Education.
4. Findlay, A., Levitt, B.P., Practical Physical Chemistry, Longman Group Ltd.
5. Bansal, R.K., Laboratory Manual of Physical Chemistry, Wiley Eastern Ltd.
6. Massart, D.L., Data Analysis for Chemistry: An Introductory Guide for Students and Laboratory Scientists, Elsevier.
7. Skoog, D.A., West, D.M., Holler, F.J., Crouch, S.R., Fundamentals of Analytical Chemistry, Cengage Learning.

Suggested equivalent online courses and Web Sources:

- https://archive.nptel.ac.in/course.html
- https://ugcmoocs.inflibnet.ac.in/index.php/courses/moocs
- https://swayam.gov.in/explorer

f Higher Education

Part D: Assessment and Evaluation

Maximum Marks: 100
Internal Assessment (CCE): 40
External Assessment (UE): 60

Internal Assessment		
	Continuous and Cumulative Evaluation (CCE) Methods will be based on the following defined components:	**Marks**
a.	**Class/ Laboratory Practical Tests**	
b.	**Seminar/ Demonstration/ Viva voce/ Lab Record etc.**	
c.	**Appropriate weightage of attendance in the Class**	
	Total	**40**
External Assessment		
	Practicum Paper as per University Examination	
	Total	**60**
Grand Total		**100**

For 2-Year PG Programme
(Scheme B-1)
With Major Practicum Component

रसायन विज्ञान-कोर (प्रैक्टिकम) पाठ्यक्रम

एम.एससी. द्वितीय सेमेस्टर

भाग अ - परिचय			
कार्यक्रम: 2-वर्षीय पीजी	**कक्षा- एम.एससी.**	**सेमेस्टर- II**	**सत्र: 2025-26**
विषय- रसायन विज्ञान			

1	**पाठ्यक्रम कोड**	**PC-21**
2	**पाठ्यक्रम शीर्षक**	**उन्नत भौतिक रसायन विज्ञान**
3	**पाठ्यक्रम का प्रकार**	**प्रैक्टिकम कोर्स**
4	**पाठ्यक्रम सीखने के परिणाम (सीएलओ)**	**इस पाठ्यक्रम को सफलतापूर्वक पूरा करने पर, शिक्षार्थी निम्नलिखित कार्य करने में सक्षम होंगे :** ➢ तापमान पर घुलनशीलता की निर्भरता का विश्लेषण करें और विलयन की एंथैल्पी जैसे ऊष्मागतिकीय मानों की गणना करें। ➢ प्रतिक्रिया दर और तंत्र पर सांद्रता, तापमान, उत्प्रेरक और आयनिक शक्ति के प्रभावों की जांच करें। ➢ पृथक्करण स्थिरांक, घुलनशीलता उत्पादों का अनुमान लगाने और धातु आयनों की पहचान करने के लिए विद्युत रासायनिक तकनीकों को लागू करना। ➢ सटीक क्रमिक तनुकरण तकनीकों के साथ-साथ विलयनों की सटीक तैयारी और मानकीकरण का प्रदर्शन करना। ➢ आणविक संरचनाओं और प्रतिक्रिया मार्गों को प्रभावी ढंग से प्रस्तुत करने के लिए आधुनिक रासायनिक ड्राइंग सॉफ्टवेयर का उपयोग करें। ➢ विश्लेषण और स्पष्टता के साथ प्रस्तुत करने के लिए सांख्यिकीय और ग्राफिकल उपकरण लागू करें । ➢ विश्वसनीय माप सुनिश्चित करते हुए मौलिक विश्लेषणात्मक उपकरणों का संचालन और अंशांकन करना। ➢ प्राकृतिक पौधों के अर्क का उपयोग करके नैनोकणों का पर्यावरण-अनुकूल संश्लेषण करना। ➢ व्यावहारिक समझ के साथ शास्त्रीय कार्बनिक प्रतिक्रियाओं का उपयोग करके महत्वपूर्ण कार्बनिक यौगिकों का संश्लेषण करना। ➢ मानक प्रयोगशाला विधियों का उपयोग करके प्राकृतिक स्रोतों से मूल्यवान कार्बनिक यौगिकों को निकालना और अलग करना।

Department of Higher Education

6	क्रेडिट मूल्य	प्रैक्टिकल– 04	
7	कुल मार्क	अधिकतम अंक: कुल 100 विश्वविद्यालय परीक्षा (यूई)-60, सीसीई-40	न्यूनतम उत्तीर्ण अंक: 40

भाग ब पाठ्यक्रम की विषय-वस्तु

व्याख्यानों की कुल संख्या- ट्यूटोरियल-प्रैक्टिकल (प्रति सप्ताह घंटे में): 08

L-T-P : 0-0-120 (कुल घंटे)

अ. असाइनमेंट/अभ्यास/सर्वेक्षण/फील्डवर्क ब . प्रयोगशाला में किये जाने वाले प्रयोगों की सूची	व्याख्यानों की संख्या
1. द्विघटक मिश्रण में विलयन (जैसे, KCl) और विलायक का आंशिक मोलर आयतन ज्ञात करना। 2. ऐसे दो विलायकों में किसी यौगिक (जैसे, बेंजॉइक अम्ल) की घुलनशीलता पर तापमान के प्रभाव का अध्ययन करना जिनमें अंतःआणविक क्रियाएँ समान हों (जैसे जल और DMSO-पानी मिश्रण), तथा विलयन की आंशिक मोलर ऊष्मा की गणना करना। 3. $KMnO_4$ और बेंज़िल अल्कोहल की अम्लीय माध्यम में होने वाली अभिक्रिया में सक्रियण ऊर्जा तथा एन्थैल्पी का निर्धारण। 4. कम घुलनशील लवणों (जैसे $PbSO_4$, $BaSO_4$) की घुलनशीलता और घुलनशीलता गुणांक का चालकता विधि द्वारा निर्धारण। 5. किसी मिश्रण में उपस्थित तीव्र तथा मंद अम्ल की सांद्रता का चालकता/ विभवमितीय/pH मिति द्वारा निर्धारण। 6. किसी मिश्रण में हैलाइड आयनों (जैसे Cl^-, Br^-, I^-) की सांद्रता का विभवमितीय विधि द्वारा निर्धारण। 7. पोटैशियम पर्सल्फेट और पोटैशियम आयोडाइड की अभिक्रिया में अभिक्रिया नियतांक (rate constant) का निर्धारण। 8. pH मीटर की सहायता से किसी कार्बनिक अम्ल का pKa तथा गिब्स मुक्त ऊर्जा परिवर्तन (ΔG) ज्ञात करना। 9. वर्णमितीय विधि द्वारा बीयर के नियम (Beer's Law) की सत्यता का परीक्षण। 10. पोटैशियम परमैंगनेट और ऑक्सेलिक अम्ल की आत्म-उत्प्रेरक अभिक्रिया (autocatalytic reaction) का अध्ययन तथा एन्थैल्पी परिवर्तन (ΔH) एवं सक्रियण ऊर्जा (Ea) का निर्धारण। 11. स्टैलाग्मोमीटर द्वारा जैविक द्रवों (organic liquids) का पृष्ठ तनाव मापन। 12. ऑस्टवाल्ड विस्कोमीटर द्वारा जैविक द्रवों की सापेक्ष श्यानता (relative viscosity) का निर्धारण। 13. सक्रिय कोयले (activated charcoal) पर ऑक्सेलिक अम्ल के अवशोषण (adsorption) का अध्ययन तथा लैंगम्यूर और फ्रुंडलिश अवशोषण समस्यान्वयों (adsorption isotherms) की सत्यता की जांच। 14. पोटैशियम आयोडाइड (KI) और पोटैशियम पर्सल्फेट ($K_2S_2O_8$) की अभिक्रिया दर पर आयनिक शक्ति (ionic strength) के प्रभाव का अध्ययन।	

Department of Higher Education

15. एस्टर के अम्ल-उत्प्रेरित जलअपघटन (acid-catalyzed hydrolysis) की अभिक्रिया की गतिशीलता (kinetics) का टाइट्रेशन विधि द्वारा अध्ययन।	

भाग स-शिक्षण संसाधन

पाठ्य पुस्तकें, संदर्भ पुस्तकें, अन्य संसाधन

सुझायी गयी पठन सामग्री :

पुस्तकें

1. Yadav, J.B., Advanced Practical Physical Chemistry, Goel Publishing House.
2. Jeffery, G.H., Bassett, J., Mendham, J., Denney, R.C., Vogel's Textbook of Quantitative Chemical Analysis, Longman Scientific & Technical, Longman Group UK Limited.
3. Shoemaker, D.P., Garland, C.W., Steinfeld, J.I., Experiments in Physical Chemistry, McGraw-Hill Education.
4. Findlay, A., Levitt, B.P., Practical Physical Chemistry, Longman Group Ltd.
5. Bansal, R.K., Laboratory Manual of Physical Chemistry, Wiley Eastern Ltd.
6. Massart, D.L., Data Analysis for Chemistry: An Introductory Guide for Students and Laboratory Scientists, Elsevier.
7. Skoog, D.A., West, D.M., Holler, F.J., Crouch, S.R., Fundamentals of Analytical Chemistry, Cengage Learning.

सुझाए गए ऑनलाइन पाठ्यक्रम और वेब स्रोत:

- https://archive.nptel.ac.in/course.html
- https://ugcmoocs.inflibnet.ac.in/index.php/courses/moocs
- https://swayam.gov.in/explorer

For Higher Education

भाग द: मूल्यांकन और आकलन

अधिकतम अंक: 100
आंतरिक मूल्यांकन (सीसीई): 40
बाह्य मूल्यांकन (यूई): 60

आंतरिक मूल्यांकन

	सतत एवं संचयी मूल्यांकन (सीसीई) विधियां निम्नलिखित परिभाषित घटकों पर आधारित होंगी:	अंक
क	कक्षा/प्रयोगशाला व्यावहारिक परीक्षण	
ख	सेमिनार/ प्रदर्शन/ मौखिक परीक्षा/ प्रयोगशाला अभिलेख आदि ।	
ग	कक्षा में उपस्थिति का उचित महत्व	
	कुल	40

बाह्य मूल्यांकन

	विश्वविद्यालय परीक्षा के अनुसार प्रैक्टिकम पेपर	
	कुल	60
	कुल-अंक योग	**100**

For 2-Year PG Programme
(Scheme B-1)
With Major Practicum Component

CHEMISTRY-CORE (PRACTICUM) SYLLABUS
M.Sc. II Semester

Part A- Introduction				
Program: 2-Year PG		**Class-M.Sc.**	**Semester-II**	**Session:2025-26**
Subject– Chemistry				
1	**Course Code**	**PC-22**		
2	**Course Title**	**Research Methodology for Chemists**		
3	**Course Type**	**PRACTICUM Course**		
4	**Course Learning Outcomes (CLO)**	**Upon successful completion of this Course, learners will be able to:** ➢ Demonstrate accurate preparation and standardization of solutions along with precise serial dilution techniques. ➢ Utilize modern chemical drawing software to represent molecular structures and reaction pathways effectively. ➢ Apply statistical and graphical tools to analyze and present chemical data with clarity. ➢ Operate and calibrate fundamental analytical instruments, ensuring reliable measurements. ➢ Perform eco-friendly synthesis of nanoparticles using natural plant extracts. ➢ Synthesize important organic compounds using classical organic reactions with practical understanding. ➢ Extract and isolate valuable organic compounds from natural sources using standard laboratory methods.		
6	**Credit Value**	**Practical–04**		
7	**Total Marks**	**Maximum Marks: Total 100** **University Exam (UE)-60, CCE-40**	**Minimum Passing Marks: 40**	

Part B- Content of the course	
Total No. of Lectures- Tutorials-Practical (08 hours per week): **L-T-P: 0-0-120 (Total Hours)**	
A. Assignments/Practice/ Survey/Fieldwork	**No. of Hours: 120**
B. List of Experiments to be performed in laboratory	

Department of Higher Education

1. Preparation of primary and secondary standard solutions and performance of accurate serial dilutions using volumetric techniques.
2. Drawing of structures/schemes and reaction mechanisms using chemical drawing software such as ChemDraw, ChemSketch, and MarvinSketch, etc.
3. Analysis and graphical/statistical representation of chemical data using software like MS Excel, PowerPoint, and open-source alternatives.
4. Calibration and operation of analytical instruments such as pH meters, potentiometers, and conductometers using standard buffer and salt solutions.
5. Demonstration of green synthesis of nanoparticles using natural extracts such as tea, tulsi (basil), aloe vera, lemon juice and ginger, etc.
6. Synthesis of ZnO Nanoparticles *via* Sol-Gel Method.
7. Green Synthesis of CuO Nanoparticles.
8. Synthesis of Graphene Oxide (GO) using Hummers Method.
9. Characterization of Catalyst/ Compounds using spectral methods.

Part C-Learning Resources

Text Books, Reference Books, Other Resources

Suggested Readings:

Books

1. Kothari, C.R., Garg, G., Research Methodology: Methods and Techniques, New Age International Publishers.
2. Mendham, J., Vogel's Quantitative Chemical Analysis, Pearson Education.
3. Vogel, A.I., Vogel's Textbook of Practical Organic Chemistry, Pearson Education.
4. Seshadri, S.N., Jagannathan, V., Green Chemistry: Principles and Practice, CRC Press.
5. Shoemaker, D.P., Garland, C.W., Nibler, J.W., Experiments in Physical Chemistry, McGraw-Hill Education.
6. Gilbert, J.C., Martin, S.F., Experimental Organic Chemistry: A Miniscale and Microscale Approach, Cengage Learning.
7. Singh, R.N., Singh, S.P., Computational Chemistry and Molecular Modeling: Principles and Applications, Springer.
8. Back, T.G., Green Chemistry: An Inclusive Approach, Elsevier.

Suggested equivalent online courses and Web Sources:

- https://archive.nptel.ac.in/course.html
- https://ugcmoocs.inflibnet.ac.in/index.php/courses/moocs
- https://swayam.gov.in/explorer

Department of Higher Education

Part D-Assessment and Evaluation
Maximum Marks: 100 **Internal Assessment (CCE): 40** **External Assessment (UE): 60**

	Internal Assessment	
	Continuous and Cumulative Evaluation (CCE) Methods will be based on the following defined components:	**Marks**
a.	**Class/ Laboratory Practical Tests**	
b.	**Seminar/ Demonstration/ Viva voce/ Lab Record etc.**	
c.	**Appropriate weightage of attendance in the Class**	
	Total	**40**
	External Assessment	
	Practicum Paper as per University Examination	
	Total	**60**
	Grand Total	100

Department of Higher Ed

For 2-Year PG Programme
(Scheme B-1)
With Major Practicum Component

रसायन विज्ञान-कोर (प्रैक्टिकम) पाठ्यक्रम
एम.एससी. द्वितीय सेमेस्टर

भाग अ - परिचय			
कार्यक्रम: 2-वर्षीय पीजी	कक्षा- एम.एससी.	सेमेस्टर- II	सत्र: 2025-26
विषय- रसायन विज्ञान			

1	पाठ्यक्रम कोड	PC-22	
2	पाठ्यक्रम शीर्षक	रसायनज्ञों के लिए अनुसंधान पद्धति	
3	पाठ्यक्रम का प्रकार	प्रैक्टिकम कोर्स	
4	पाठ्यक्रम सीखने के परिणाम (सीएलओ)	**इस पाठ्यक्रम को सफलतापूर्वक पूरा करने पर, शिक्षार्थी निम्नलिखित कार्य करने में सक्षम होंगे :** ➢ सटीक क्रमिक तनुकरण तकनीकों के साथ-साथ विलयनों की सटीक तैयारी और मानकीकरण का प्रदर्शन करना। ➢ आणविक संरचनाओं और प्रतिक्रिया मार्गों को प्रभावी ढंग से प्रस्तुत करने के लिए आधुनिक रासायनिक ड्राइंग सॉफ्टवेयर का उपयोग करें। ➢ विश्लेषण और स्पष्टता के साथ प्रस्तुत करने के लिए सांख्यिकीय और ग्राफिकल उपकरण लागू करें । ➢ विश्वसनीय माप सुनिश्चित करते हुए मौलिक विश्लेषणात्मक उपकरणों का संचालन और अंशांकन करना। ➢ प्राकृतिक पौधों के अर्क का उपयोग करके नैनोकणों का पर्यावरण-अनुकूल संश्लेषण करना। ➢ व्यावहारिक समझ के साथ शास्त्रीय कार्बनिक प्रतिक्रियाओं का उपयोग करके महत्वपूर्ण कार्बनिक यौगिकों का संश्लेषण करना। ➢ मानक प्रयोगशाला विधियों का उपयोग करके प्राकृतिक स्रोतों से मूल्यवान कार्बनिक यौगिकों को निकालना और अलग करना।	
6	क्रेडिट मूल्य	प्रैक्टिकल– 04	
7	कुल मार्क	अधिकतम अंक: कुल 100 विश्वविद्यालय परीक्षा (यूई)-60, सीसीई-40	न्यूनतम उत्तीर्ण अंक: 40

Department of Higher Education

भाग ब- पाठ्यक्रम की विषय-वस्तु

व्याख्यानों की कुल संख्या- ट्यूटोरियल-प्रैक्टिकल (प्रति सप्ताह घंटे में): 08

L-T-P : 0-0-120 (कुल घंटे)

अ. असाइनमेंट/अभ्यास/सर्वेक्षण/फील्डवर्क **ब. प्रयोगशाला में किये जाने वाले प्रयोगों की सूची**	**व्याख्यानों की संख्या: 120**
1. प्राथमिक और द्वितीयक मानक विलयनों की तैयारी और आयतन-मापी तकनीकों का उपयोग करके सटीक क्रमिक तनुकरण का निष्पादन। 2. रासायनिक ड्राइंग सॉफ्टवेयर जैसे कि केमड्रॉ, केमस्केच और मार्विनस्केच आदि का उपयोग करके संरचनाओं/योजनाओं और प्रतिक्रिया तंत्रों का चित्रण। 3. एमएस एक्सेल, पावरपॉइंट और ओपन-सोर्स विकल्पों जैसे सॉफ्टवेयर का उपयोग करके रासायनिक डेटा का विश्लेषण और ग्राफिकल/सांख्यिकीय प्रतिनिधित्व। 4. मानक बफर और नमक समाधान का उपयोग करके पीएच मीटर, पोटेंशियोमीटर और कंडक्टोमीटर जैसे विश्लेषणात्मक उपकरणों का अंशांकन और संचालन । 5. तुलसी , एलोवेरा , नींबू का रस और अदरक आदि जैसे प्राकृतिक अर्क का उपयोग करके नैनोकणों के हरित संश्लेषण का प्रदर्शन। 6. सोल-जेल विधि के माध्यम से ZnO नैनोकणों का संश्लेषण । 7. CuO नैनोकणों का हरित संश्लेषण । 8. हम्मर्स विधि का उपयोग करके ग्राफीन ऑक्साइड (जीओ) का संश्लेषण। 9. स्पेक्ट्रोस्कोपिक विधियों द्वारा उत्प्रेरक/यौगिकों का संरचना विश्लेषण।	

भाग स- शिक्षण संसाधन

पाठ्य पुस्तकें, संदर्भ पुस्तकें, अन्य संसाधन

सुझायी गयी पठन सामग्री :

पुस्तकें

1. Kothari, C.R., Garg, G., Research Methodology: Methods and Techniques, New Age International Publishers.
2. Mendham, J., Vogel's Quantitative Chemical Analysis, Pearson Education.
3. Vogel, A.I., Vogel's Textbook of Practical Organic Chemistry, Pearson Education.
4. Seshadri, S.N., Jagannathan, V., Green Chemistry: Principles and Practice, CRC Press.
5. Shoemaker, D.P., Garland, C.W., Nibler, J.W., Experiments in Physical Chemistry, McGraw-Hill Education.
6. Gilbert, J.C., Martin, S.F., Experimental Organic Chemistry: A Miniscale and Microscale Approach, Cengage Learning.
7. Singh, R.N., Singh, S.P., Computational Chemistry and Molecular Modeling: Principles and Applications, Springer.
8. Back, T.G., Green Chemistry: An Inclusive Approach, Elsevier.

Department of Higher Education

सुझाए गए ऑनलाइन पाठ्यक्रम और वेब स्रोत :

- https://archive.nptel.ac.in/course.html
- https://ugcmoocs.inflibnet.ac.in/index.php/courses/moocs
- https://swayam.gov.in/explorer

भाग द- मूल्यांकन और आकलन

अधिकतम अंक: 100
आंतरिक मूल्यांकन (सीसीई): 40
बाह्य मूल्यांकन (यूई): 60

आंतरिक मूल्यांकन

	सतत एवं संचयी मूल्यांकन (सीसीई) विधियां निम्नलिखित परिभाषित घटकों पर आधारित होंगी:	**अंक**
क	**कक्षा/प्रयोगशाला व्यावहारिक परीक्षण**	
ख	**सेमिनार/ प्रदर्शन/ मौखिक परीक्षा/ प्रयोगशाला अभिलेख आदि ।**	
ग	**कक्षा में उपस्थिति का उचित महत्व**	
	कुल	**40**
	बाह्य मूल्यांकन	
	विश्वविद्यालय परीक्षा के अनुसार प्रैक्टिकम पेपर	
	कुल	**60**
	कुल अंक योग	**100**

Department

For 2-Year PG Programme
(Scheme B-1)
With Major Practicum Component

CHEMISTRY-CORE (THEORY) SYLLABUS

M.Sc. III Semester

Part A: Introduction			
Program: 2-Year PG	**Class-M.Sc.**	**Semester-III**	**Session: 2025-26**
Subject– Chemistry			

1	**Course Code**	**CC-31 (T)**
2	**Course Title**	**Advanced Spectroscopic Techniques and Applications**
3	**Course Type**	**CORE Course**
4	**Pre-requisite**	**To study this course, students must have Chemistry as one of the subjects in B.Sc. Degree Course.**
5	**Course Learning Outcomes (CLO)**	**Upon successful completion of this Course, learners will be able to:** ➢ Demonstrate a comprehensive understanding of electronic transitions and apply the principles of spin selection and Laporte rules in electronic spectroscopy. ➢ Analyze the effects of solvent polarity on charge transfer (CT) spectra and distinguish between Ligand-to-Metal and Metal-to-Ligand Charge Transfer bands. ➢ Interpret the basic principles of X-ray Photoelectron Spectroscopy (ESCA), including the photoelectric effect, Auger electron transitions, and binding energy analysis. ➢ Utilize advanced microscopic techniques, such as Scanning Electron Microscopy (SEM) and Transmission Electron Microscopy (TEM), to investigate material morphology and understand diffraction patterns. ➢ Apply Raman and Infrared Spectroscopy to analyze molecular vibrations, identify chemical structures, and determine the effect of resonance, overtone bands, and vibrational frequencies. ➢ Understand and apply 2D NMR techniques (COSY, HETCOR, NOESY, DEPT, HMBC, and HMQC) for advanced structural elucidation of organic and inorganic compounds.

Department of Higher Education

6	**Credit Value**	**Theory–06**	
7	**Total Marks**	**Maximum Marks: Total 100** **University Exam(UE)-60, CCE-40**	**Minimum Passing Marks: 40**

Part B- Content of the Course

Total No. of Lectures-Tutorials-Practical (L-06 hours per week):
L-T-P: 90-0-0 (Total Hours)

Unit	Topic	No. of Lectures
1	**Indian Knowledge System and its relevance to vibrational spectroscopy:** The concept of Nada (sound energy) in Indian classical music reflecting an understanding of resonance, frequency, and overtones, like vibrational transitions in IR and Raman spectroscopy. Historical background and contribution of Sir C.V. Raman in Science. **Raman Spectroscopy:** Basic principles of Raman, Instrumentation and Stokes-Anti-Stokes lines, Fermi resonance, chemical structure, Applications of Raman spectroscopy. **Infrared Spectroscopy:** Selection rules, Vibrational energy of diatomic molecules, Zero-point energy, force constant and bond strength, Hook's law, Overtones, fundamental and combinational bands, factors affecting vibrational frequencies, Fermi resonance, and applications of IR. ***Keywords***: Raman and IR Principles, Vibrational Transitions, Fermi Resonance, Selection Rules, Spectroscopic Applications ***Activities:*** 1. Problem Solving Activities: i. Calculate vibrational frequency using Hooke's law for different diatomic molecules. ii. Determine force constant and bond strength from vibrational frequency data. iii. Analyze sample IR and Raman spectra to assign functional groups and identify molecular structures. iv. Compare and contrast Stokes and Anti-Stokes lines in Raman spectra. 2. Poster Making: i. Poster on Vibrational Motions and Selection Rules (IR vs Raman active vibrations). ii. Poster showcasing Sir C.V. Raman's contributions and the Raman Effect. iii. Comparative chart: IR vs Raman Spectroscopy (Principles,	20

Department of Higher Education

	Instrumentation, Applications). iv. Poster on Applications of IR and Raman Spectroscopy in forensic, pharmaceutical, and material sciences. 3. Seminars: i. Vibrational Spectroscopy: Exploring the Invisible Sounds of Molecules. ii. IR and Raman Spectroscopy in Structural Elucidation. 4. Presentations: i. Analysis of unknown compound using IR and Raman. ii. Applications of Raman and IR Spectroscopy in Industry and Research.	
2	**X-ray Photoelectron Spectroscopy (ESCA):** Introduction, Basic principles, Photoelectric effect, Instruments, Auger electron transitions and effects, chemical and electronic states, binding energies analysis, Limitations and Applications. ***Keywords:*** Photoelectric Effect, Binding Energy Analysis, Auger Electron Transitions, Chemical State Identification, Surface Analysis Technique ***Activities:*** 1. Problem Solving Activities: i. Calculation binding energies using kinetic energy. ii. Identification of unknown elements or oxidation states from given XPS spectra. iii. Compare and interpret Auger vs photoelectron peaks. iv. Analyze spectral shifts to deduce chemical environment changes. 2. Poster Making: i. Poster on Basic Working Principle of XPS (ESCA). ii. Photoelectron vs Auger Electron Transitions. iii. Binding Energy and Chemical Shifts iv. Instrumentation of XPS. 3. Seminars/ Presentations: i. XPS: A Powerful Tool for Surface Analysis. ii. Understanding Chemical States through XPS. iii. From Photoelectric Effect to ESCA: Journey through Electronic Transitions.	20

Department of Higher Education

3	**Proton Resonance (PMR) Spectroscopy:** Nuclear spin, nuclear resonance, saturation, shielding of magnetic nuclei, chemical shift and its measurements, factors influencing chemical shift, deshielding, spin-spin interactions, factors influencing coupling constant 'J', First-order and Second-order spectra, Basic idea about the instrument, FT NMR, Chemical shift values and correlation for protons bonded to functionalized carbons, double resonance, NMR shift reagents, Solvent effect and Nuclear Overhauser effect (NOE). ***Keywords***: Chemical Shift, Spin-Spin Coupling, FT-NMR, Nuclear Overhauser Effect (NOE), Shielding and Deshielding ***Activities:*** 1. Problem-Solving Activities: i. Interpretation of PMR spectra: Assign peaks, calculate chemical shifts and coupling constants (J). ii. Predict splitting patterns and number of signals for simple organic molecules. iii. Differentiate between first-order and second-order spectra with given examples. 2. Poster Making Topics: i. Understanding Chemical Shift and Shielding. ii. Spin-Spin Coupling & Pascal's Triangle in PMR. iii. Functional Groups vs. Proton Chemical Shifts. iv. Solvent Effect and Deshielding in PMR. 3. Seminar: i. Principles of Proton NMR and Chemical Shift Correlations. ii. Spin-Spin Interactions and Coupling Constants. iii. Applications of NOE and Shift Reagents in PMR Spectroscopy. iv. Fourier Transform NMR – Modern Instrumentation Techniques.	15
4	**Advance NMR Techniques:** Carbon-13 NMR spectroscopy- General considerations, chemical shift (aliphatic, olefinic, alkyne, aromatic and carbonyl carbon). Multi nuclear NMR techniques. Introductions and fundamentals of 2D NMR spectroscopy-COSY, HETCOR, NOESY, DEPT, HMBC and HMQC techniques and applications. ***Keywords***: 2D NMR Spectroscopy, COSY and NOESY, HETCOR and HMBC, DEPT Analysis, Structural Elucidation	20

Department of Higher Education

<table>
<tr>
<td></td>
<td>

Activities:

1. Problem-Solving Activities:

   i. Interpretation of C-13 NMR spectra: Assign carbon signals for different functional groups (aliphatic, aromatic, carbonyl, etc.).
   ii. Correlation practice: Match 1D and 2D NMR spectra to deduce structure.
   iii. Solve questions using DEPT spectra to distinguish CH, CH_2, and CH_3 groups.
   iv. Structure elucidation from COSY, HETCOR, HMBC, and HMQC data.

2. Poster Making Topics:

   i. Carbon-13 NMR: Understanding Chemical Shifts.
   ii. Visualizing DEPT Spectra: Differentiating CH, CH_2, CH_3.
   iii. Overview of 2D NMR Techniques: COSY, NOESY, HETCOR, HMBC, HMQC.
   iv. Applications of Multinuclear NMR in Modern Chemistry.

3. Seminars:

   i. Introduction of 2D NMR: Concepts and Applications.
   ii. COSY and HETCOR: Tools for Proton-Carbon Correlation.
   iii. Using DEPT Spectroscopy to Interpret Carbon Environments.
   iv. Multinuclear NMR.

</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>5</td>
<td>

Mass Spectrometry:

Introduction, ion production EI, CI, FD, ESI and FAB, MALDI, ion analysis, ion abundance, Analyzers (Quadrupole, Time of flight), Mass spectral fragmentation of organic compounds, common functional groups, molecular ion peak, metastable ion peak, Mc Lafferty rearrangement, Nitrogen rule, High-resolution mass spectrometry.

Combined problems based on UV, IR, NMR and Mass spectral techniques.

Keywords: Mass Spectroscopy, Analyzers, McLafferty rearrangement, Nitrogen rule, High-resolution mass spectrometry.

Activities:

1. Problem-Solving:

   i. Identify molecular ion peaks, metastable ions, and fragmentation patterns including McLafferty rearrangement.
   ii. Apply the Nitrogen rule to determine the number of nitrogen atoms.
   iii. Solve combined spectral problems integrating UV-Vis, IR, NMR, and Mass spectra for structure elucidation of unknown organic compounds.

</td>
<td>15</td>
</tr>
</table>

Department of Higher Education

2. Poster Making:

   i. Ionization Techniques in Mass Spectrometry: Principles and Applications.
   ii. Mass Analyzers: Quadrupole vs Time-of-Flight.
   iii. Common Fragmentation Patterns.

3. Seminars:

   i. Advanced Ionization Techniques in Mass Spectrometry.
   ii. Role of Mass Spectrometry in Organic Compound Identification.
   iii. Integrated Spectral Analysis: Combining UV, IR, NMR, and MS.

Part C-Learning Resources

Text Books, Reference Books, Other Resources

Suggested Readings:

Books

1. Raman, C.V., The Raman Effect (Collected Works), Indian Academy of Sciences, Bangalore.
2. Drago, R.S. Physical Methods in Chemistry. Saunders College.
3. Chang, R. Basic Principles of Spectroscopy. McGraw-Hill.
4. Silverstein, R.M., Bassler, G.C., and Morrill, T.C. Spectrometric Identification of Organic Compounds. John Wiley.
5. Aruldhas, G. Molecular Structure and Spectroscopy. Prentice Hall.
6. Das, A.K., Fundamental concepts of Inorganic Chemistry. CBS publishers and Distributors.
7. Miessler G.L. and Tarr, D. A. Inorganic Chemistry, Pearson Education.
8. Wilkinson, Gillars and Comprehensive Coordination Chemistry, Pergamon Press.
9. Huheey, J.E., Keiter, E.A., Keiter R.L., MedhiOkhil K., Inorganic Chemistry (Principles of Structure and Reactivity), Pearson Education.
10. Sharpe, A.G., Modern Aspect of Inorganic Chemistry. Routledge and Kegan Pau lPLC.
11. Lever, A.B.P., Inorganic Electronic Spectroscopy, Elsevier.
12. Abraham, R.J. Fisher J., Loftus, P., Introduction to NMR spectroscopy, Wiley.
13. Dyer, J.R., Application of Spectroscopy of Organic Compounds, Prentice Hall.
14. Williams, D.H., Fleming, I., Spectroscopic Methods in Organic Chemistry, Tata McGraw-Hill.
15. Banwell, Fundamentals of Molecular Spectroscopy, Tata McGraw Hill.

Suggested equivalent online courses and Web Sources:

- https://archive.nptel.ac.in/course.html
- https://ugcmoocs.inflibnet.ac.in/index.php/courses/moocs
- https://swayam.gov.in/explorer

Part D-Assessment and Evaluation

Maximum Marks: 100
Internal Assessment (CCE): 40
External Assessment (UE): 60

Department of Higher Education

	Internal Assessment	
	Continuous and Cumulative Evaluation (CCE) Methods will be based on following defined components:	Marks
a.	Class Tests	
b.	Presentation/Assignment/Quiz/Group Discussion	
c.	Appropriate weightage of attendance in the Class	
	Total	40
	External Assessment	
	Theory Paper as per University Examination	
	Total	60
	Grand Total	[illegible]

Department of Higher Education