रसायन विज्ञान / CHEMISTRY

प्रश्न-पत्र II / Paper II

निर्धारित समय : **तीन** घंटे *Time Allowed* : ***Three*** *Hours*	Civil Services (Main) Examination, 2026	अधिकतम अंक : **250** *Maximum Marks* : ***250***

प्रश्न-पत्र सम्बन्धी विशेष अनुदेश

कृपया प्रश्नों के उत्तर देने से पूर्व निम्नलिखित प्रत्येक अनुदेश को ध्यानपूर्वक पढ़िए :

*इसमें **आठ** प्रश्न हैं जो **दो खण्डों** में विभाजित हैं तथा **हिन्दी** और **अंग्रेज़ी** दोनों में छपे हुए हैं।*

*परीक्षार्थी को कुल **पाँच** प्रश्नों के उत्तर देने हैं।*

*प्रश्न संख्या **1** और **5** अनिवार्य हैं तथा बाकी प्रश्नों में से प्रत्येक खण्ड से कम-से-कम **एक** प्रश्न चुनकर किन्हीं **तीन** प्रश्नों के उत्तर दीजिए।*

प्रत्येक प्रश्न/भाग के लिए नियत अंक उसके सामने दिए गए हैं।

प्रश्नों के उत्तर उसी प्राधिकृत माध्यम में लिखे जाने चाहिए, जिसका उल्लेख आपके प्रवेश पत्र में किया गया है और इस माध्यम का स्पष्ट उल्लेख प्रश्न-सह-उत्तर (क्यू.सी.ए.) पुस्तिका के मुख पृष्ठ पर निर्दिष्ट स्थान पर किया जाना चाहिए। प्राधिकृत माध्यम के अतिरिक्त अन्य किसी माध्यम में लिखे गए उत्तर पर कोई अंक नहीं मिलेंगे।

जहाँ आवश्यक हो, निर्देशांक आरेखों को प्रश्न का उत्तर देने के लिए दिए गए स्थान में ही बनाना है।

जब तक उल्लिखित न हो, संकेत तथा शब्दावली प्रचलित मानक अर्थों में प्रयुक्त हैं।

यदि आवश्यक हो, तो उपयुक्त आँकड़ों का चयन कीजिए, तथा उनको निर्दिष्ट कीजिए।

प्रश्नों के उत्तरों की गणना क्रमानुसार की जाएगी। यदि काटा नहीं हो, तो प्रश्न के उत्तर की गणना की जाएगी चाहे वह उत्तर अंशतः दिया गया हो। प्रश्न-सह-उत्तर पुस्तिका (क्यू.सी.ए.) में खाली छोड़ा हुआ पृष्ठ या उसके अंश को स्पष्ट रूप से काटा जाना चाहिए।

Question Paper Specific Instructions

Please read each of the following instructions carefully before attempting questions :

*There are **EIGHT** questions divided in **TWO SECTIONS** and printed both in **HINDI** and in **ENGLISH**.*

*Candidate has to attempt **FIVE** questions in all.*

*Questions no. **1** and **5** are compulsory and out of the remaining, any **THREE** are to be attempted choosing at least **ONE** question from each section.*

The number of marks carried by a question / part is indicated against it.

Answers must be written in the medium authorized in the Admission Certificate which must be stated clearly on the cover of this Question-cum-Answer (QCA) Booklet in the space provided. No marks will be given for answers written in a medium other than the authorized one.

Coordinate diagrams, wherever required, shall be drawn in the space provided for answering the question itself.

Unless otherwise mentioned, symbols and notations carry their usual standard meanings.

Assume suitable data, if considered necessary, and indicate the same clearly.

Attempts of questions shall be counted in sequential order. Unless struck off, attempt of a question shall be counted even if attempted partly. Any page or portion of the page left blank in the Question-cum-Answer (QCA) Booklet must be clearly struck off.

खण्ड A

SECTION A

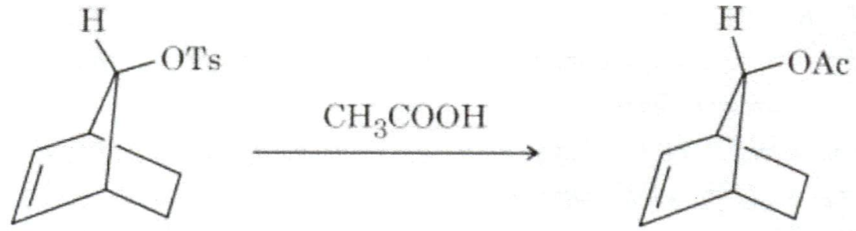
Q1. (a) (i) [10] ऐन्यूलीन के तीन संभावित ज्यामितीय समावयवों की संरचनाएँ बनाइए तथा ऐरोमैटिकता की व्याख्या कीजिए।

(ii) सिडनोन तथा ट्रोपोलोन की ऐरोमैटिकता की व्याख्या कीजिए।

(i) Draw the structures of three possible geometrical isomers of [10] annulene and explain the aromaticity. 5

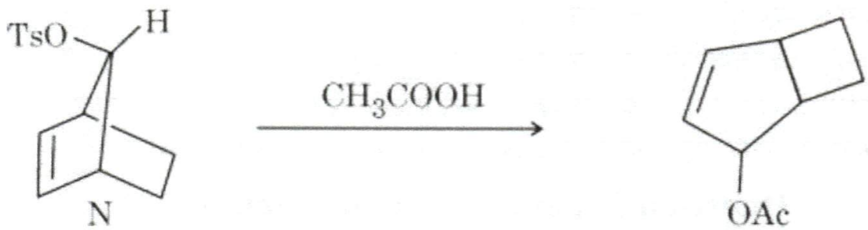
(ii) Explain the aromaticity of sydnone and tropolone. 5

(b) निम्नलिखित विलायक अपघटन अभिक्रियाओं में M तथा N की अभिक्रियाशीलता में अंतर की व्याख्या उपयुक्त क्रियाविधि द्वारा कीजिए :



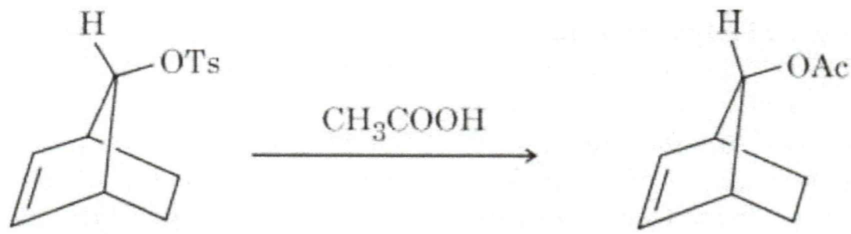
M

(अभिक्रिया 1)



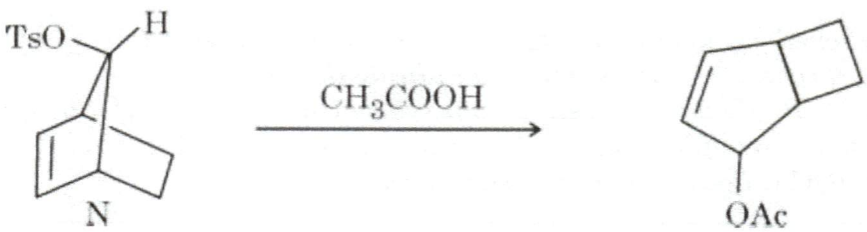
(अभिक्रिया 2)

Through a proper mechanism, explain the difference in the reactivity of M and N in the following solvolysis reactions.



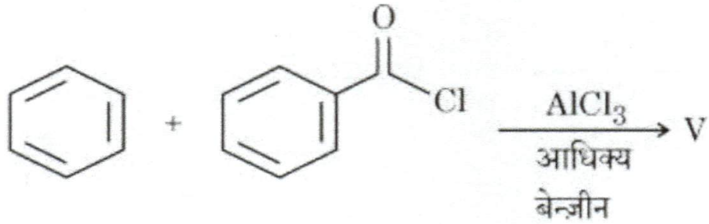
M

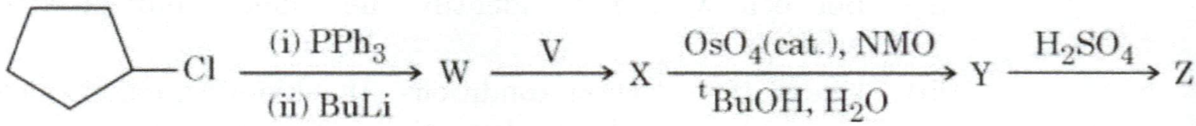
(Reaction 1) 5



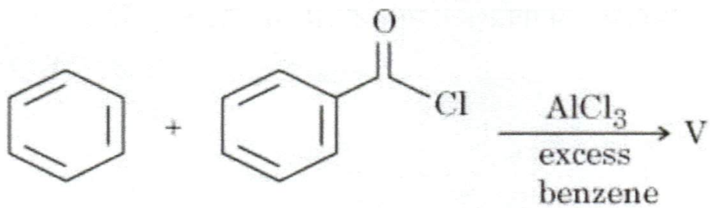
(Reaction 2) 5

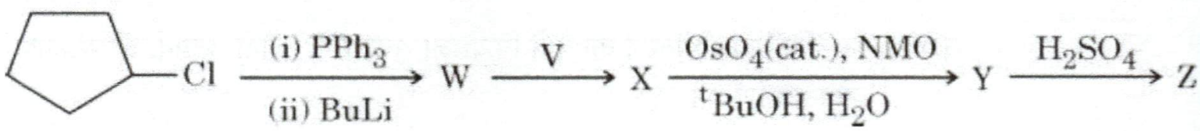
(c) निम्नलिखित अभिक्रिया अनुक्रमों में मुख्य उत्पादों V, W, X, Y तथा Z की पहचान कीजिए :



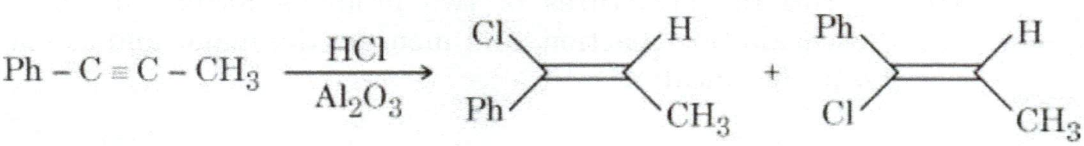


Identify the major products V, W, X, Y and Z in the following reaction sequences : 5×2=10





(d) निम्नलिखित अभिक्रिया, दो उत्पाद X तथा Y देती है :



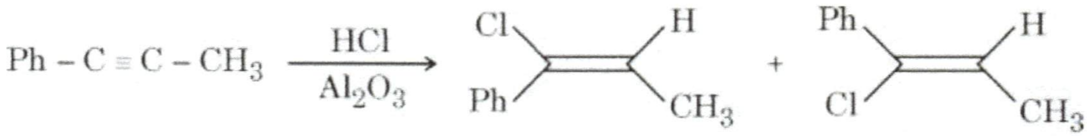
X Y

(i) उत्पाद X तथा Y के E/Z विन्यास निर्धारित कीजिए।

(ii) X तथा Y के बीच, गतिक तथा ऊष्मागतिक उत्पाद की पहचान कीजिए।

(iii) अभिक्रिया की अवस्था के अंतर्गत, गतिक उत्पाद धीरे-धीरे ऊष्मागतिक उत्पाद में रूपांतरित होता है जब तक साम्यावस्था (संतुलन) पहुँचती है। इस रूपांतरण की संभावित क्रियाविधि प्रस्तावित कीजिए।

The following reaction gives two products X and Y :



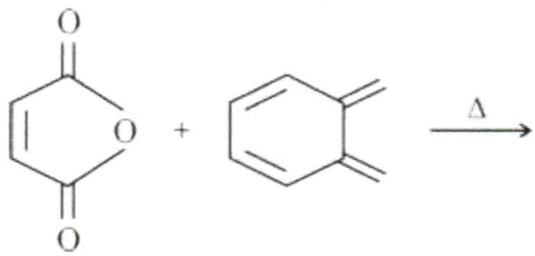
X Y

(i) Assign E/Z configuration to the products X and Y.

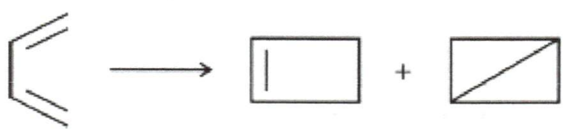
(ii) Between X and Y, identify the kinetic and thermodynamic products. } 5

(iii) Under the reaction conditions, the kinetic product slowly gets converted to a thermodynamic product, until the equilibrium is reached. Propose a probable mechanism for this conversion. 5

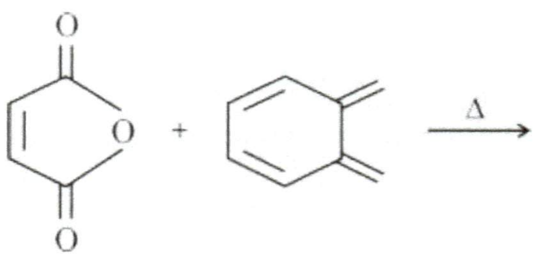
(e) (i) निम्नलिखित चक्रीयोगज अभिक्रिया में बनने वाले दो उत्पादों की संरचनाएँ लिखिए तथा मुख्य एवं अल्प उत्पाद का स्पष्टीकरण के साथ उल्लेख कीजिए।



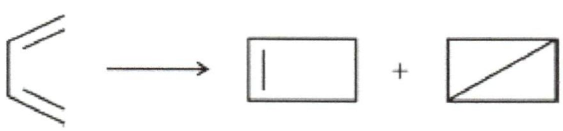
(ii) निम्नलिखित रूपांतरण को कैसे किया जा सकता है ? दोनों उत्पादों की संक्रमण अवस्थाओं की संरचनाएँ बनाइए।



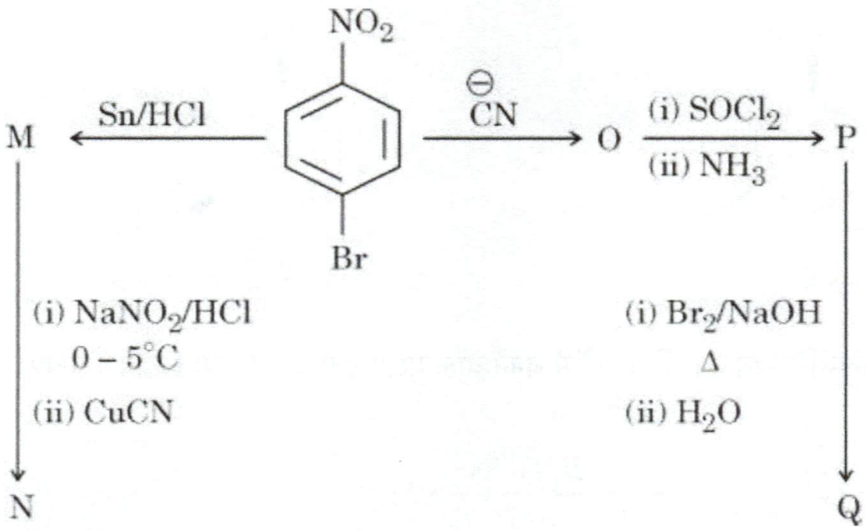
(i) Write the structures of two products formed in the following cycloaddition reaction, and mention the major and minor product with justification : 5



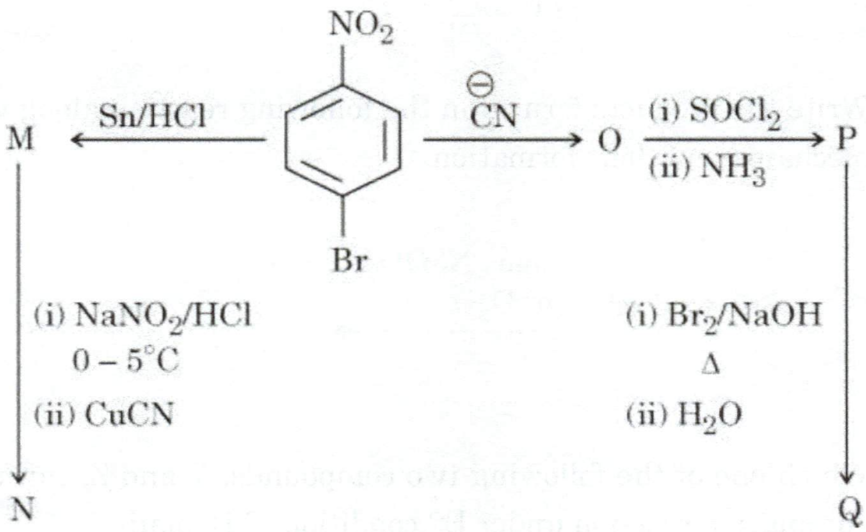
(ii) How may the following conversion be carried out ? Draw the structures of transition state for both the products. 5



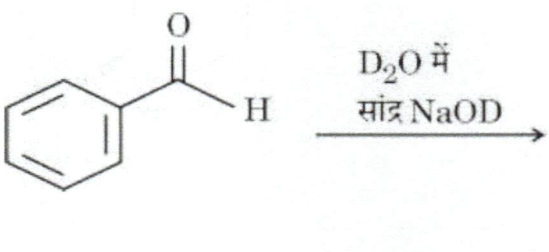
Q2. (a) निम्नलिखित अभिक्रिया अनुक्रम में बनने वाले मुख्य उत्पादों M, N, O, P तथा Q की संरचनाएँ लिखिए :



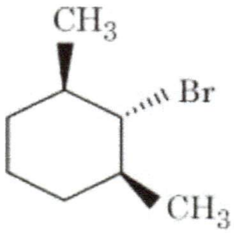
Write the structures of the major products M, N, O, P and Q formed in the following reaction sequence : *15*



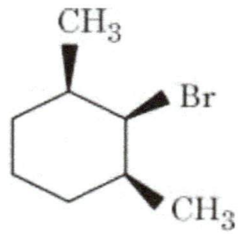
(b) (i) निम्नलिखित अभिक्रिया में बनने वाले उत्पादों को उनके बनने की क्रियाविधि के साथ लिखिए :



(ii) निम्नलिखित दो यौगिकों Y तथा Z में कौन-सा E2 अवस्था के अंतर्गत निराकरण अभिक्रिया कर सकता है ? व्याख्या कीजिए।

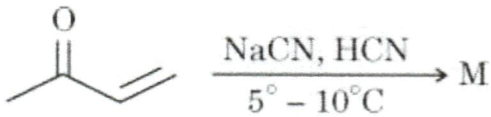


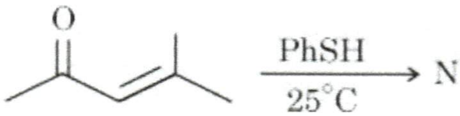
Y



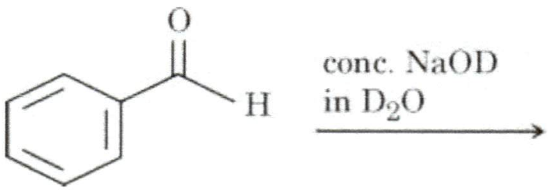
Z

(iii) निम्नलिखित अभिक्रियाओं में बनने वाले मुख्य उत्पादों M तथा N को लिखिए :

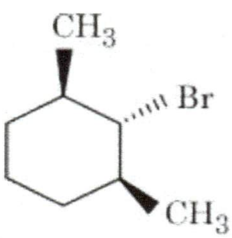




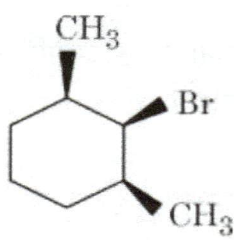
(i) Write the products formed in the following reaction along with the mechanism of their formation. 5



(ii) Which one of the following two compounds, Y and Z, can undergo elimination reaction under E2 conditions ? Explain. 5

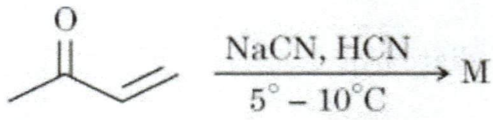


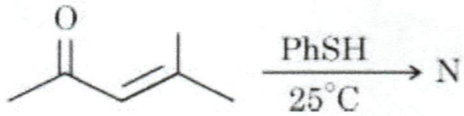
Y



Z

(iii) Write the major products M and N formed in the following reactions : 5



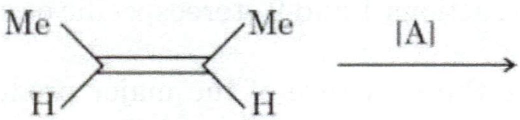


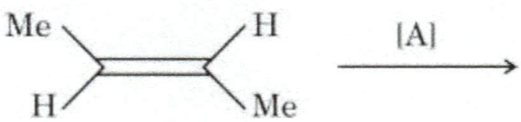
(c) निम्नलिखित अभिक्रिया में मध्यवर्ती [A] बनता है :

$CHCl_3 + {}^{t}BuOK \longrightarrow [A]$

(i) मध्यवर्ती [A] की पहचान कीजिए।

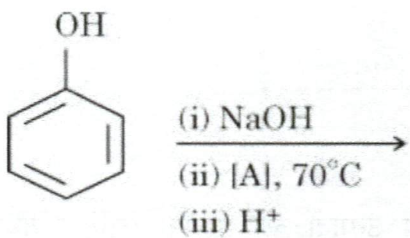
(ii) निम्नलिखित अभिक्रियाओं में सही त्रिविम रसायन के साथ, उत्पादों को लिखिए :

अभिक्रिया 1 

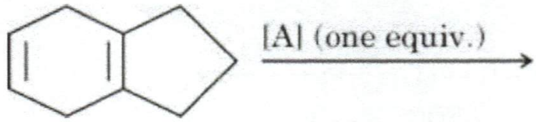
अभिक्रिया 2 

(iii) क्या अभिक्रियाएँ 1 तथा 2 त्रिविमविशिष्ट हैं या त्रिविमवरणात्मक ?

(iv) निम्नलिखित अभिक्रिया में बनने वाले मुख्य उत्पाद की संरचना लिखिए :



(v) निम्नलिखित अभिक्रिया में बनने वाला मुख्य उत्पाद लिखिए :



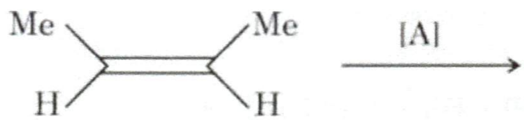
Intermediate [A] is formed in the following reaction :

$$CHCl_3 + {}^tBuOK \longrightarrow [A]$$

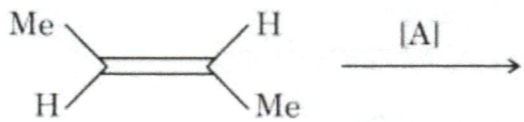
(i) Identify the intermediate [A]. 2

(ii) Write the products of the following reactions with the correct stereochemistry. 5

Reaction 1

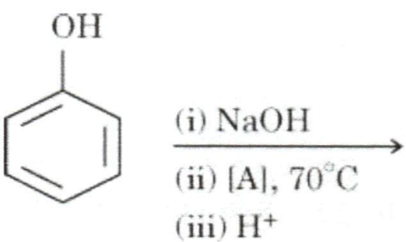


Reaction 2

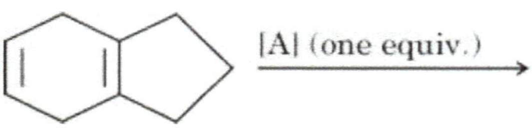


(iii) Are reactions 1 and 2 stereospecific or stereoselective ? 3

(iv) Write the structure of the major product formed in the following reaction : 5



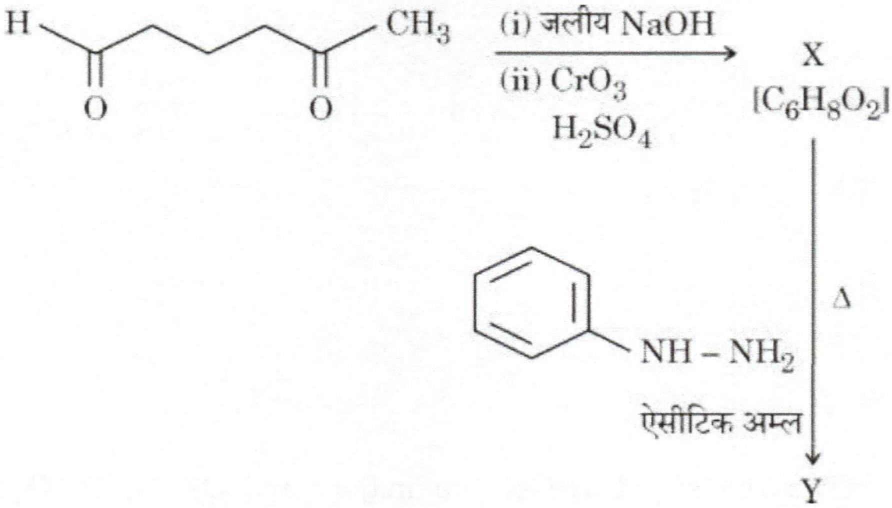
(v) Write the major product formed in the following reaction : 5



Q3. (a) (i) निम्नलिखित अभिक्रिया में मुख्य उत्पादों की संरचना लिखिए तथा इनके बनने की क्रियाविधि लिखिए :

$$H_3C-\overset{\overset{\large O}{||}}{C}-H + \underset{\text{(आधिक्य)}}{H-\overset{\overset{\large O}{||}}{C}-H} \xrightarrow{\text{जलीय NaOH}}$$

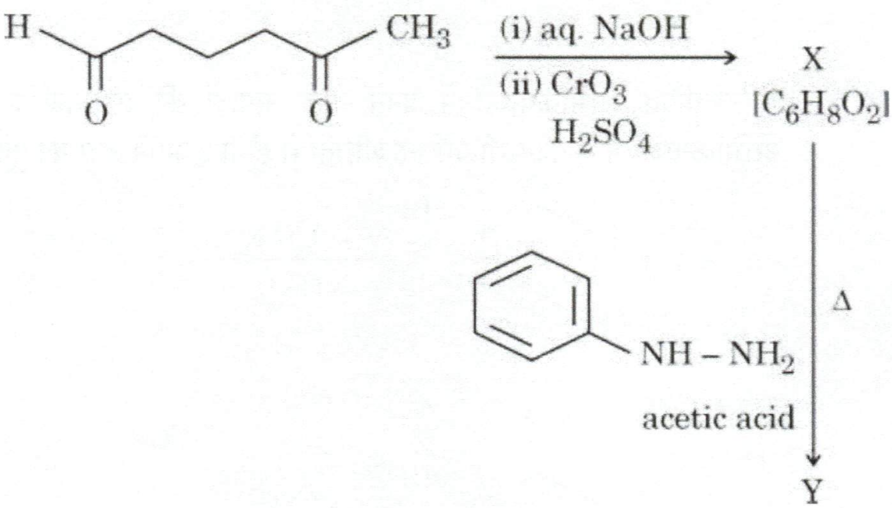
(ii) निम्नलिखित अभिक्रिया अनुक्रम में बनने वाले मुख्य उत्पादों X तथा Y की संरचनाएँ लिखिए। X से Y के रूपांतरण की क्रियाविधि दीजिए।



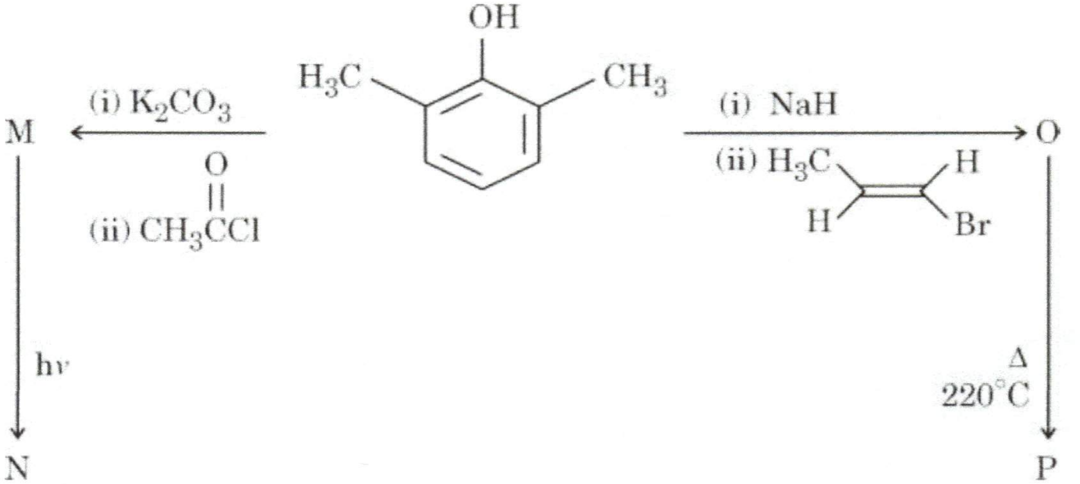
(i) Write the structure of the major products of the following reaction and write the mechanism of their formation : 5

$$H_3C-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-H + H-\underset{\text{(excess)}}{\overset{\overset{O}{\|}}{C}}-H \xrightarrow{\text{aq. NaOH}}$$

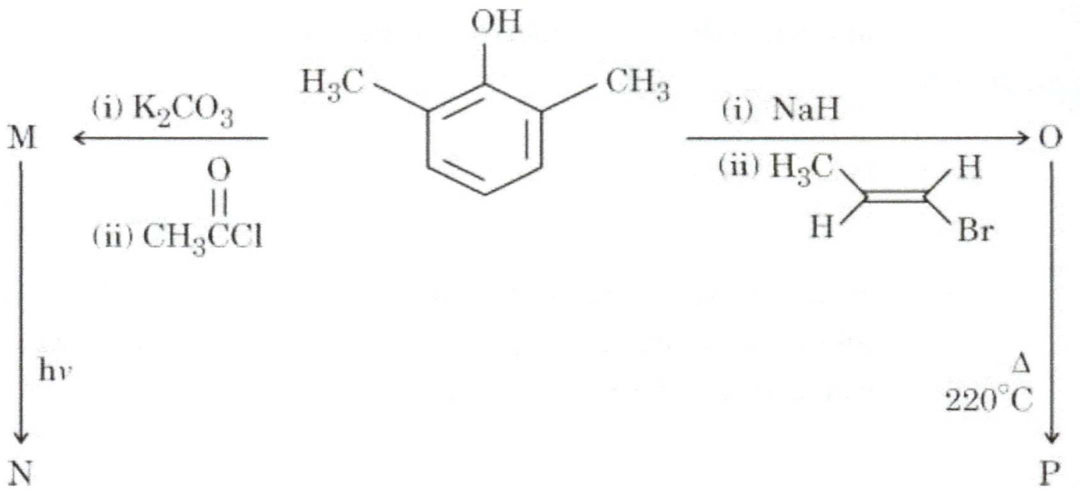
(ii) Write the structures of the major products X and Y formed in the following reaction sequence. Provide a mechanism for the conversion of X to Y. 10



(b) निम्नलिखित अभिक्रिया अनुक्रम में मुख्य उत्पादों M, N, O तथा P की संरचनाएँ लिखिए। O से P के रूपांतरण की क्रियाविधि का सुझाव दीजिए।

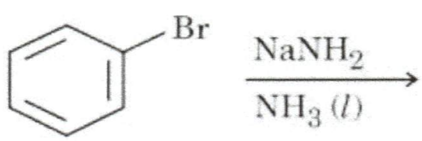


Write the structures of the major products M, N, O and P in the following reaction sequence. Suggest a mechanism for the conversion of O to P. *15*

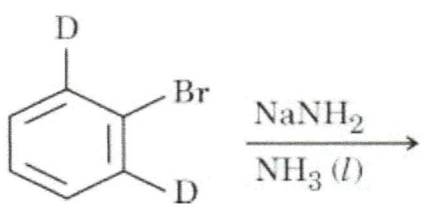


(c) (i) निम्नलिखित अभिक्रियाओं में बनने वाले उत्पादों की संरचनाएँ लिखिए । इन दोनों अभिक्रियाओं में से कौन-सी अधिक शीघ्रता से होगी ? अपने उत्तर की पुष्टि कीजिए।

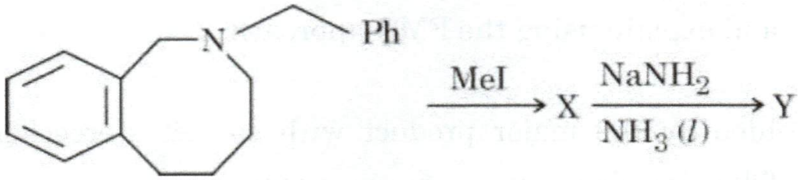
अभिक्रिया 1



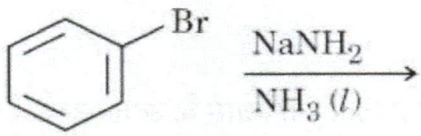
अभिक्रिया 2

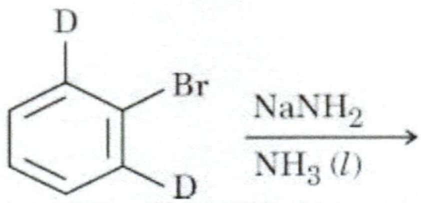


(ii) निम्नलिखित अभिक्रिया अनुक्रम में बनने वाले मुख्य उत्पादों X तथा Y की संरचनाएँ लिखिए। X से Y बनने की उपयुक्त क्रियाविधि लिखिए।

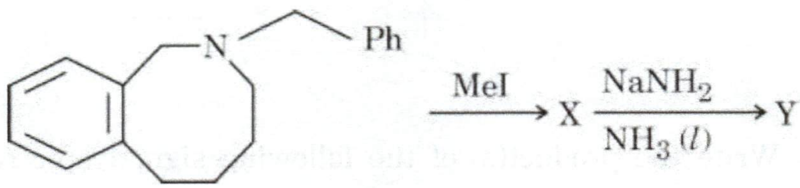


(i) Write the structures of the products formed in the following reactions. Which one of these two reactions would proceed faster ? Justify your answer. *10*

Reaction 1 

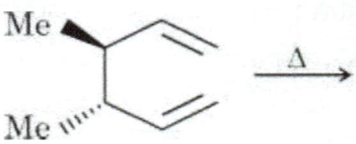
Reaction 2 

(ii) Write the structures of the major products X and Y formed in the following reaction sequence. Write a suitable mechanism for the formation of Y from X. *10*



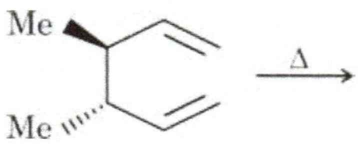
Q4. (a) (i) (2E, 4E)-हेक्सा-2,4-डाइईन की प्रकाश-रासायनिक अवस्था में अभिक्रिया में बनने वाले त्रिविमरासायनिक उत्पाद की संरचना लिखिए तथा FMO उपगमन के द्वारा व्याख्या कीजिए।

(ii) निम्नलिखित सिग्मानुवर्ती पुनर्विन्यास में मुख्य उत्पाद की सही त्रिविम रसायन के साथ पहचान कीजिए :

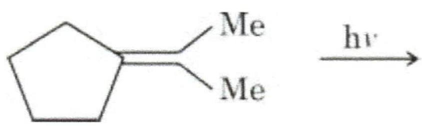


(i) Write the structure of the stereochemical product formed in the reaction of (2E, 4E)-hexa-2,4-diene under photochemical conditions and explain using the FMO approach. *10*

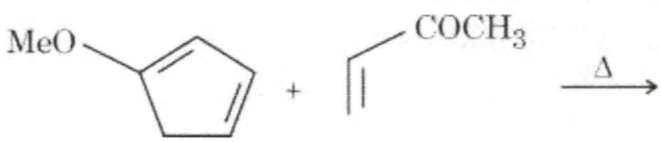
(ii) Identify the major product with correct stereochemistry in the following sigmatropic rearrangement : *5*



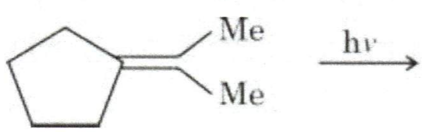
(b) (i) निम्नलिखित सिग्मानुवर्ती पुनर्विन्यास के उत्पाद/उत्पादों को लिखिए तथा FMO उपगमन के द्वारा व्याख्या कीजिए :



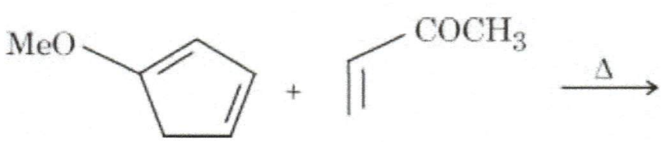
(ii) निम्नलिखित चक्रीयोगज अभिक्रिया में सही त्रिविम रसायन को दर्शाते हुए मुख्य उत्पाद को लिखिए :



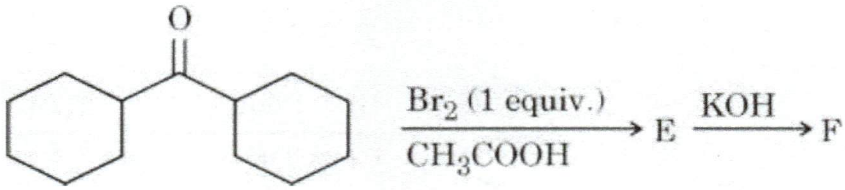
(i) Write the product(s) of the following sigmatropic rearrangement and explain using the FMO approach : *10*



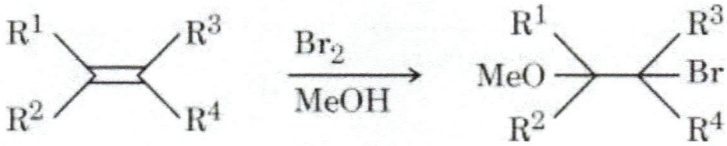
(ii) Write the major product showing correct stereochemistry of the following cycloaddition reaction : *5*



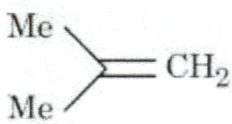
(c) (i) निम्नलिखित अभिक्रिया अनुक्रम में मुख्य उत्पादों E तथा F की संरचनाएँ लिखिए । E से F बनने की क्रियाविधि लिखिए।



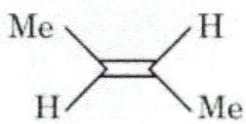
(ii) नीचे दी गई अभिक्रिया पर विचार कीजिए :



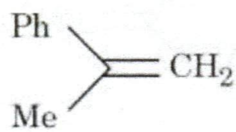
उपर्युक्त अभिक्रिया में निम्नलिखित ऐल्कीनों की अभिक्रियाशीलता को बढ़ते हुए क्रम में लिखिए।



1



2



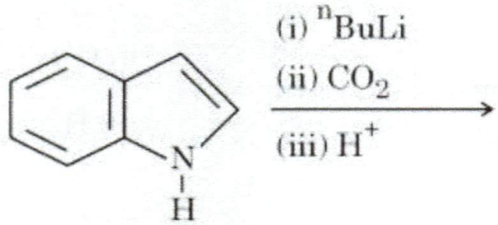
3

$CH_2 = CH_2$

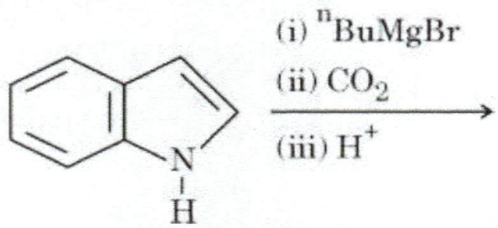
4

(iii) निम्नलिखित अभिक्रियाओं में बनने वाले मुख्य उत्पादों को लिखिए :

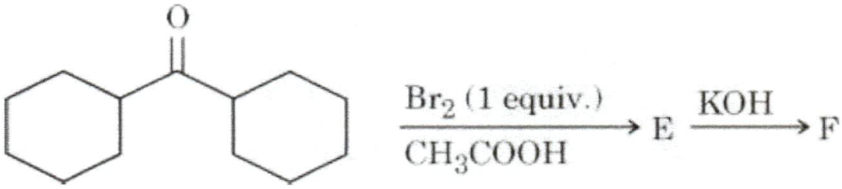
अभिक्रिया 1



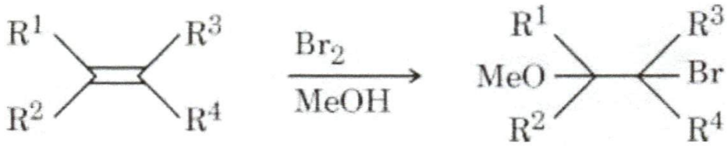
अभिक्रिया 2



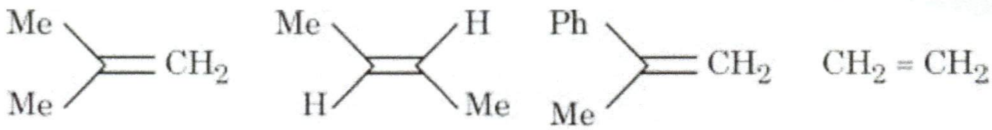
(i) Write the structures of the major products E and F of the following reaction sequence. Write the mechanism of formation of F from E. *10*



(ii) Consider the reaction given below :

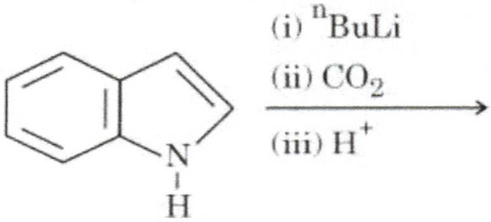


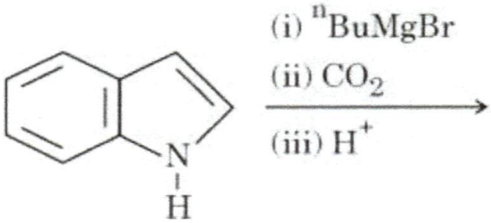
Write the order of increasing reactivity of the following alkenes towards the above reaction. 5



1 2 3 4

(iii) Write the major products formed in the following reactions : 5

Reaction 1 

Reaction 2 

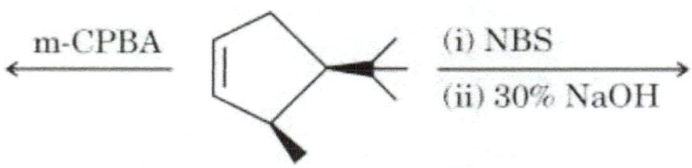
खण्ड B

SECTION B

Q5. (a) प्रोटीन स्थैतिक संरचनाओं की बजाय, गतिक अणु हैं । हीमोग्लोबिन के उदाहरण के द्वारा इस परिघटना की व्याख्या कीजिए।

Proteins are dynamic molecules rather than static structures. Explain this phenomenon using hemoglobin as an example. *10*

(b) निम्नलिखित अभिक्रियाओं में त्रिविम रसायन को दर्शाते हुए मुख्य उत्पाद की संरचना तथा क्रियाविधि लिखिए :

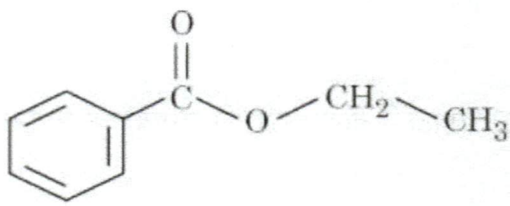


Write the structure of the major product indicating the stereochemistry and mechanism of the following reactions : *10*

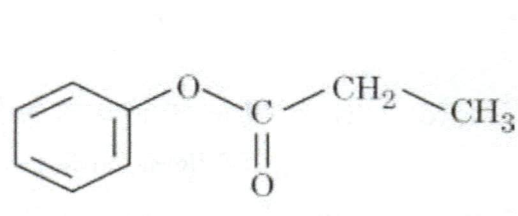
(c) व्याख्या कीजिए, क्यों 2-मेथिल बेन्ज़ोफ़ीनोन तेज़ (शीघ्र) तथा उत्क्रमणीय प्रकाश-इनोलन अभिक्रिया करता है। प्रकाश (फोटो)-इनोल बनने की त्रिविम समावयवता पर विवेचना कीजिए।

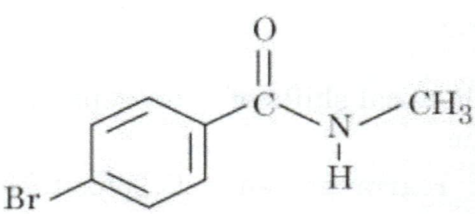
Explain why 2-methyl benzophenone undergoes rapid and reversible photo-enolisation reaction. Discuss the stereoisomerism of the photo-enol formed. *10*

(d) (i) निम्नलिखित यौगिकों के युग्मों में $>C=O$ तथा $>N-H$ आबन्धों की कंपनिक आवृत्ति के आधार पर अंतर स्पष्ट कैसे कर सकते हैं ?

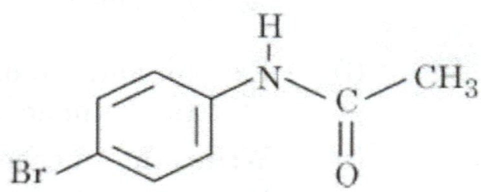


तथा

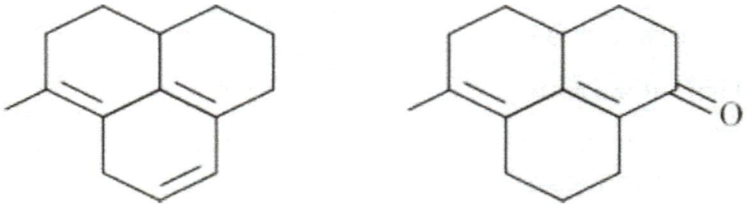




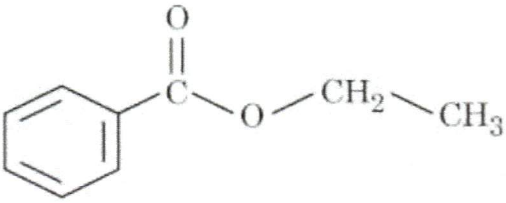
तथा



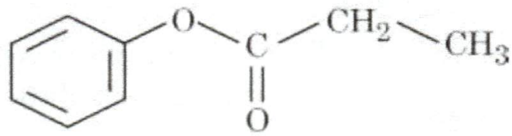
(ii) वुडवर्ड-फीज़र नियमों का उपयोग करते हुए, निम्नलिखित यौगिकों के λ_{max} के मानों की गणना कीजिए :

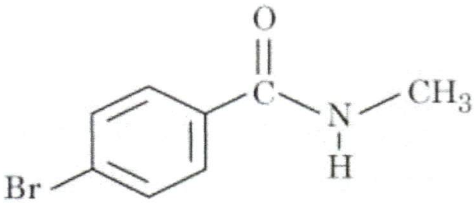


(i) How can the following pairs of compounds be distinguished based on the vibrational frequencies of their $>C=O$ and $>N-H$ bonds ? 5

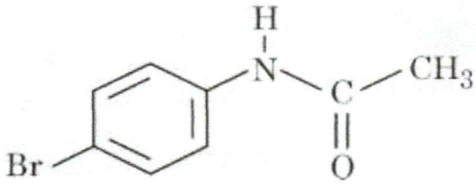


and

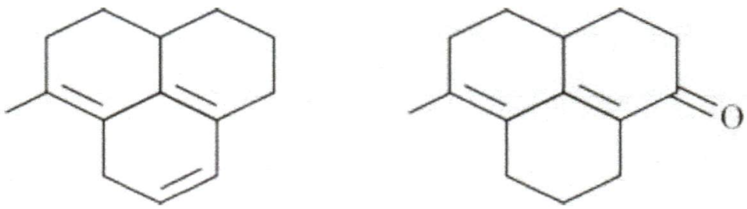




and



(ii) Using the Woodward-Fieser rules, calculate the λ_{max} values of the following compounds : 5



(e) (i) एथीन तथा एथाइन के ^{1}H NMR स्पेक्ट्रा में हाइड्रोजनों की रासायनिक सृति की व्याख्या तथा तुलना कीजिए।

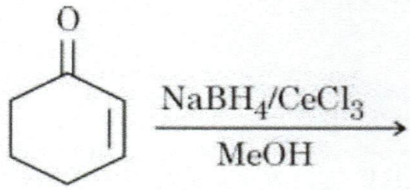
(ii) द्रव्यमान स्पेक्ट्रममिति में बेन्ज़िल धनायन से ट्रोपीलियम धनायन के पुनर्विन्यास की क्रियाविधि लिखिए।

(i) Explain and compare the chemical shifts of hydrogens in ^{1}H NMR spectra of ethene and ethyne. 5

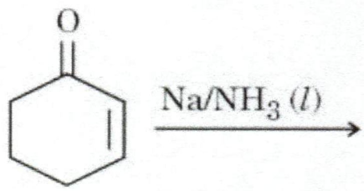
(ii) Write the mechanism of rearrangement of benzyl cation to tropylium cation in mass spectrometry. 5

Q6. (a) निम्नलिखित अभिक्रियाओं में बनने वाले उत्पादों की संरचनाओं को लिखिए :

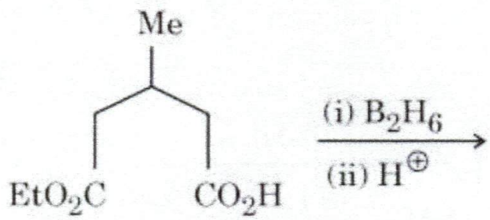
(i)



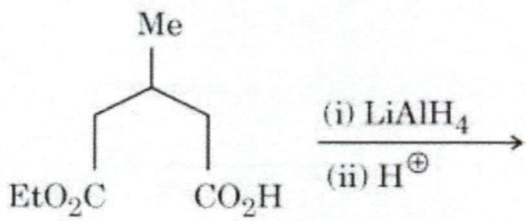
(ii)



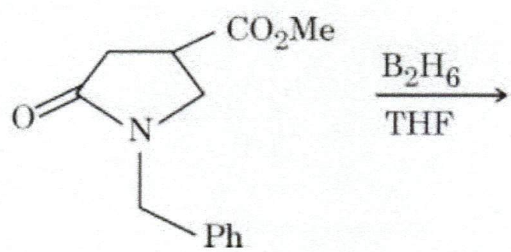
(iii)



(iv)

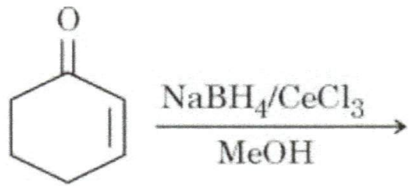


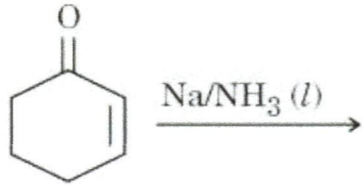
(v)

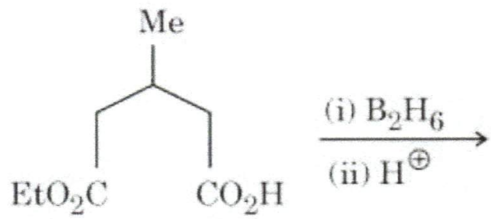


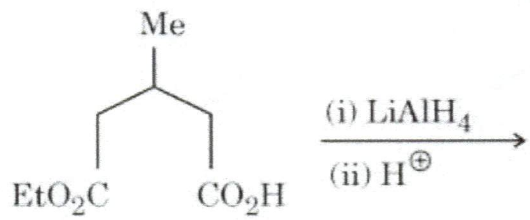
Write the structures of the products formed in the following reactions :

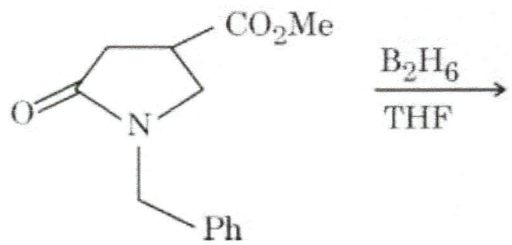
2×5=10

(i) 

(ii) 

(iii) 

(iv) 

(v) 

(b) (i) नाइलॉन 6 तथा नाइलॉन 6,6 कैसे बनाए जाते हैं ?

(ii) यदि 20 g पॉलिएथिलीन को आधिक्य हवा की उपस्थिति में पूर्णतया जलाया जाए, तो CO_2 के कितने ग्राम अणु (मोल) उत्पन्न होंगे ?

(iii) पॉलिस्टाइरीन प्रकृति में भंगुर क्यों है, जबकि पॉलिएथिलीन लचीला होता है ? व्याख्या कीजिए।

(iv) उच्च तापमान पर टेफ्लॉन रसायनत: अक्रिय क्यों है, जबकि PVC अभिक्रियाशील है। व्याख्या कीजिए।

(i) How are nylon 6 and nylon 6,6 prepared ? 5

(ii) If 20 g of polyethylene was completely burnt in the presence of excess air, how many moles of CO_2 will be produced ? 5

(iii) Why is polystyrene brittle in nature, while polyethylene is flexible ? Explain. 5

(iv) Why is Teflon chemically inert, while PVC is reactive at high temperatures ? Explain. 5

(c) (i) प्राकृतिक रबड़ के भौतिक गुणधर्म गटा-पर्चा से किस प्रकार भिन्न हैं ? व्याख्या कीजिए। दोनों बहुलकों की संरचनाएँ भी लिखिए।

(ii) न्यूक्लीक अम्ल क्या होते हैं ? एक न्यूक्लीक अम्ल की प्राथमिक संरचना का व्यवस्थात्मक आरेख दीजिए।

(i) How do the physical properties of natural rubber differ from gutta-percha ? Explain. Also write the structures of both the polymers. 10

(ii) What are nucleic acids ? Give a schematic diagram for the primary structure of a nucleic acid. 10

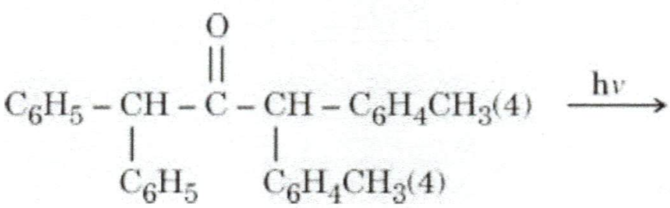
Q7. (a) (i) वह परिघटनाएँ क्या हैं जिनके परिणामस्वरूप प्रकाश रासायनिक अभिक्रियाओं में उत्तेजन तरंगदैर्ध्य से उत्सर्जन तरंगदैर्ध्य दीर्घ होती है ?

(ii) स्फुरदीप्ति, प्रतिदीप्ति से मंद क्यों होती है ? व्याख्या कीजिए।

(i) What are the phenomena that result in the emission wavelength being longer than the excitation wavelength in photochemical reactions ? 5

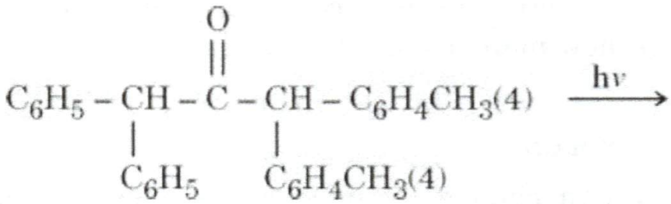
(ii) Why is phosphorescence slower than fluorescence ? Explain. 5

(b) (i) निम्नलिखित नॉरिश टाइप I (Norrish Type I) अभिक्रिया को पूर्ण कीजिए :



(ii) क्या नॉरिश टाइप II (Norrish Type II) अभिक्रियाएँ, एकक अवस्था से तथा/या त्रिक अवस्था से अग्रसर होती हैं ? अपने उत्तर के औचित्य की दो भिन्न उदाहरणों के साथ पुष्टि कीजिए।

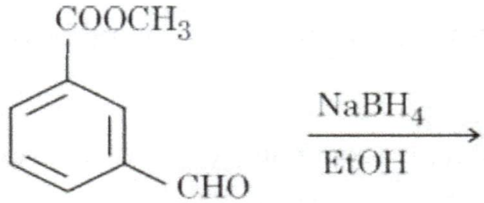
(i) Complete the following Norrish Type I reaction : 10



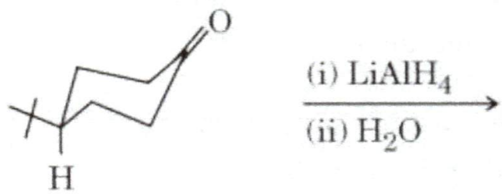
(ii) Do Norrish Type II reactions proceed through singlet state and/or triplet state ? Justify your answer with two different examples. 10

(c) निम्नलिखित अभिक्रियाओं में बनने वाले मुख्य उत्पाद की संरचना लिखिए तथा क्रियाविधि दीजिए :

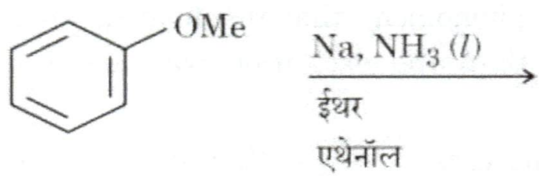
(i)



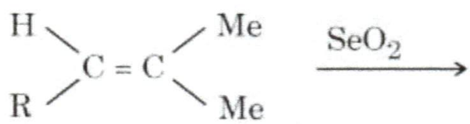
(ii)



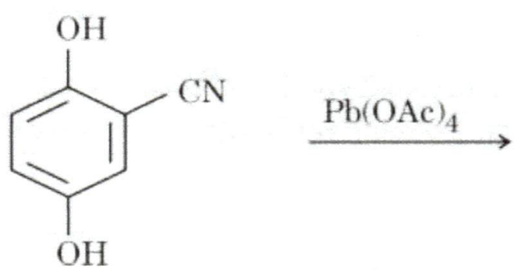
(iii)



(iv)

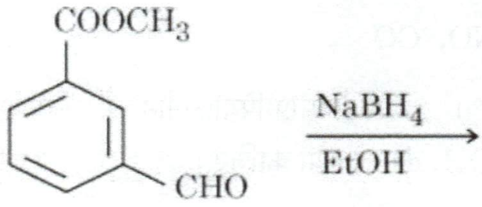


(v)

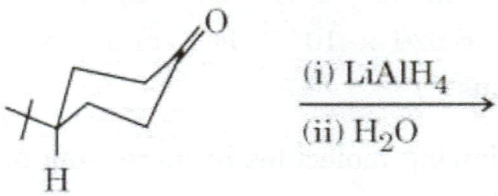


Write the structure of the major product formed in the following reactions and provide the mechanism : *4×5=20*

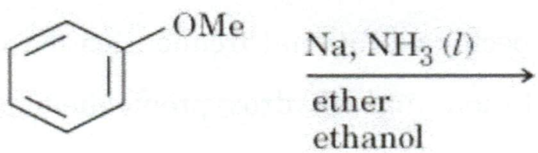
(i)



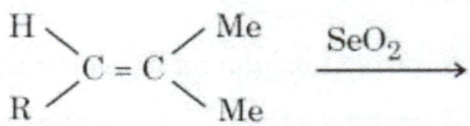
(ii)



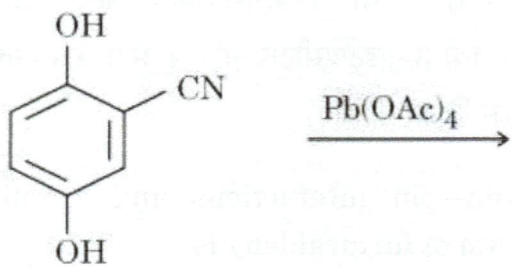
(iii)



(iv)



(v)



Q8. (a) (i) एक द्विपरमाणुक अणु का घूर्णात्मक स्थिरांक परिकलित कीजिए यदि जड़त्व आघूर्ण $13{\cdot}97 \times 10^{-47}$ kg m^2 है। (दिया गया है : प्लांक स्थिरांक $h = 6{\cdot}626 \times 10^{-34}$ Js तथा प्रकाश का वेग $c = 2{\cdot}998 \times 10^{8}$ ms^{-1})

(ii) निम्नलिखित अणुओं को कंपनिक आवृत्ति (cm^{-1}) के आधार पर बढ़ते हुए क्रम में व्यवस्थित कीजिए :

HF, HI, NO, CO

(iii) पेंटेन-2,4-डाइओन तथा 2-हाइड्रॉक्सीप्रोपियोफ़ीनोन में विशिष्ट कंपनिक आवृत्तियों ($>C=O$ तथा – OH) की व्याख्या कीजिए।

(i) Calculate the rotational constant of a diatomic molecule if the moment of inertia is $13{\cdot}97 \times 10^{-47}$ kg m^2. (Given : Planck's constant $h = 6{\cdot}626 \times 10^{-34}$ Js and velocity of light $c = 2{\cdot}998 \times 10^8$ ms^{-1}) 5

(ii) Arrange the following molecules in increasing order of vibrational frequency (cm^{-1}) : 5

HF, HI, NO, CO

(iii) Explain the specific vibrational frequencies ($>C=O$ and – OH) in pentane-2,4-dione and 2-hydroxypropiophenone. 5

(b) (i) फरफ्यूरैल्डिहाइड के ^{1}H NMR स्पेक्ट्रम में प्रचक्रण-प्रचक्रण अन्योन्यक्रियाओं तथा युग्मन स्थिरांकों पर विवेचना कीजिए।

(ii) ^{1}H NMR स्पेक्ट्रा के आधार पर (A) ऐन्थ्रेसीन एवं फिनेंथ्रीन, तथा (B) शुद्ध एथेनॉल एवं एथेनॉल जिसमें लेश मात्रा में अम्लीय अशुद्धि उपस्थित है, के बीच अंतर स्पष्ट कीजिए।

(iii) समीपवर्ती रासायनिक सृति तथा प्रचक्रण-प्रचक्रण अन्योन्यक्रियाओं के आधार पर 2-नाइट्रोऐसीटोफ़ीनॉन तथा 3-नाइट्रोऐसीटोफ़ीनॉन में आप कैसे अंतर स्पष्ट कर सकते हैं ? (केवल ऑर्थो-युग्मन पर विचार कीजिए)

(i) Discuss the spin-spin interactions and coupling constants in ^{1}H NMR spectrum of furfuraldehyde. 5

(ii) Distinguish between (A) anthracene and phenanthrene, and (B) pure ethanol and ethanol in presence of trace amount of acidic impurity, based on ^{1}H NMR spectra. 5

(iii) How can you differentiate between 2-nitroacetophenone and 3-nitroacetophenone based on approximate chemical shifts and spin-spin interactions ? (Consider only ortho-coupling) 5

(c) (i) ऐसीटोन की तुलना में 3-ब्यूटीन-2-ओन में, n-π* तथा π-π* संक्रमणों के कारण, λ_{max} तथा तीव्रता पर संयुग्मन के प्रभाव की व्याख्या कीजिए।

(ii) आवेश-अंतरण संकुल के बनने की (A) पिक्रिक अम्ल एवं ऐन्थ्रेसीन, तथा (B) टेट्रासाइनो एथिलीन एवं ऐनिलीन में इलेक्ट्रॉनिक स्पेक्ट्रोमिकी का उपयोग करके व्याख्या कीजिए।

(iii) एथिल 4-क्लोरोबेन्ज़ोएट के द्रव्यमान स्पेक्ट्रम में आण्विक आयन शिखर/शिखरों तथा मैक्लेफर्टी पुनर्विन्यास के कारण शिखरों की पहचान कीजिए।

(iv) ऐनिसॉल के द्रव्यमान स्पेक्ट्रम में m/z 108, 93, 78, 77 तथा 65 पर आयनों की संरचनाएँ लिखिए।

(i) Explain the effect of conjugation on λ_{max} and intensity due to n-π* and π-π* transitions in 3-buten-2-one compared to acetone. 5

(ii) Explain the formation of charge-transfer complex between (A) picric acid and anthracene, and (B) tetracyanoethylene and aniline, using electronic spectroscopy. 5

(iii) Identify the molecular ion peak(s) and peaks due to McLafferty rearrangement in the mass spectrum of ethyl 4-chlorobenzoate. 5

(iv) Write the structures of ions at m/z 108, 93, 78, 77 and 65 in the mass spectrum of anisole. 5