
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

First Semester Examination
2009/2010 Academic Session

November 2009

KIE355 – Industrial Colorants
[Pewarna Industri]

Duration : 3 hours
[Masa : 3 jam]

Please check that this examination paper consists of EIGHT pages of printed material before you begin the examination.

Instructions:

Answer any **FIVE** (5) questions.

You may answer the questions either in Bahasa Malaysia or in English.

If a candidate answers more than five questions, only the answers to the first five questions in the answer sheet will be graded.

In the event of any discrepancies, the English version shall be used.

-2-

1. (a) What is colour? Explain how humans visualise colour. What are the factors that affect how a colour looks? (8 marks)
- (b) The energy that is absorbed by molecules can be dissipated as kinetic and heat energy, but sometimes the energy can be re-emitted. Name and explain one phenomenon that results from the re-emission of absorbed light energy. (7 marks)
- (c) Draw a colour space diagram and explain about it. (5 marks)
2. (a) Write a short note on THREE of the followings: (9 marks)
- (i) Absorption spectrum
 - (ii) Diazotisation
 - (iii) FBA
 - (iv) Electron delocalisation
 - (v) Ortho interaction
- (b) Explain why: (11 marks)
- (i) The addition of salt into a direct dye dyebath will enhance the dye uptake by fibres.
 - (ii) Metal complex azo dyes have higher light fastness but duller colours than the original unmetal azo dyes.
 - (iii) Additive colour mixing will never produce black and subtractive colour mixing will never produce white.
3. (a) Draw the reflectance spectra of the two colours that appear in USM's logotype. Explain the spectra according to the colour concept. (6 marks)

...3/-

- (b) Name TWO manufactured textile fibres. For each fibre, describe its chemical structure, one dyeing method and a mechanism of dye-fibre interaction.
(8 marks)
- (c) Give an account of how soluble synthetic dyes can be made into pigments.
(6 marks)
4. (a) Referring to the synthesis of an azo dye, draw the structure for each of the following Winther's codes: **A, E, D, M** and **Z**.

Using some or all of the above intermediates, draw the structure of a **trisazo** dye that can be formed. Name the application class of the dye.
(10 marks)
- (b) Using suitable examples, explain the relationship between conjugation in a molecule and absorption of visible light.
(10 marks)
5. (a) In an attempt to prepare an azo dye, a student is considering two choices of starting materials:

(i) *p*-aminophenol + nitrobenzene, OR
(ii) *p*-nitroaniline + phenol.

Which combination of compounds is a possible choice? Explain your answer.
(6 marks)
- (b) *Coplanarity is essential for a colorant molecule to retain its colour.*
Explain the above statement by providing relevant examples.
(8 marks)
- (c) What are the basic requirements for a white pigment? Give a few examples of white pigments and their uses in coloration industry.
(6 marks)

6. (a) Discuss the influence of substituents on the λ_{\max} values of anthraquinones.

(8 marks)

- (b) *Carbonyl colorants have an advantage over other chemical classes because they are capable of having high λ_{\max} with short conjugated systems.*

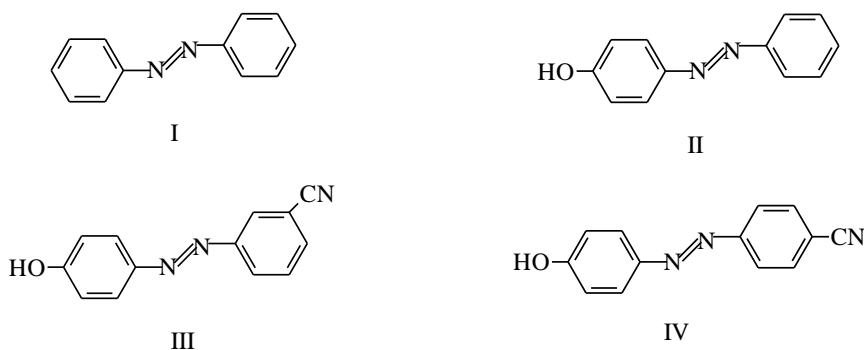
Explain this statement using indigo as a reference.

(7 marks)

- (c) Giving an example, highlight the characteristic structural features of disperse dyes and relate them to their physical properties.

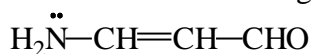
(5 marks)

7. (a) State the two assumptions used in the Valence Bond (resonance) approach. In this approach, what does ΔE refer to? Use the resonance structures to identify and explain the factors that influence ΔE of compounds 1 – IV. Then arrange their relative ΔE in increasing order.



(10 marks)

- (b) Consider a molecule with the following structure:



Sketch a diagram that shows the relative energy (and electron occupancy) of its molecular orbitals in the ground state and all the possible electron transitions in the excited state. Label the HOMO, LUMO and ΔE , the energy needed to excite an electron. What would be the changes in the diagram if the $-\text{NH}_2$ group is replaced by $-\text{NH}_3^+$ group?

(10 marks)

TERJEMAHAN

Arahan:

Jawab **LIMA** (5) soalan.

Anda dibenarkan menjawab soalan ini sama ada dalam Bahasa Malaysia atau Bahasa Inggeris.

Jika calon menjawab lebih daripada lima soalan, hanya lima soalan pertama mengikut susunan dalam skrip jawapan akan diberi markah.

Sekiranya terdapat sebarang percanggahan pada soalan peperiksaan, versi Bahasa Inggeris hendaklah diguna pakai.

1. (a) Apakah warna? Terangkan bagaimana manusia melihat warna. Apakah faktor-faktor yang memberi kesan terhadap bagaimana warna dilihat?
(8 markah)
- (b) Tenaga yang diserap oleh molekul boleh disingkirkan sebagai tenaga kinetik dan haba, tetapi kadangkala tenaga itu boleh dipancarkan semula. Namakan dan terangkan satu fenomena yang terhasil daripada pemancaran semula tenaga cahaya yang diserap.
(7 markah)
- (c) Lukiskan gambarajah ruang warna dan terangkan mengenainya.
(5 markah)

2. (a) Tuliskan nota pendek mengenai TIGA daripada yang berikut:
 - (i) Spektrum penyerapan
 - (ii) Pendiazoan
 - (iii) FBA
 - (iv) Penyelerakan elektron
 - (v) Interaksi orto
(9 markah)
- (b) Terangkan mengapa:
 - (i) Penambahan garam ke dalam rendaman pencelup langsung akan meningkatkan penyerapan pencelup oleh gentian.
 - (ii) Pencelup azo kompleks logam mempunyai ketahananlunturan cahaya yang lebih tinggi tetapi warna yang lebih kusam daripada pencelup azo asal yang tidak berlogam.
 - (iii) Percampuran warna aditif tidak pernah menghasilkan warna hitam dan percampuran warna subtraktif tidak pernah menghasilkan warna putih.
(11 markah)

3. (a) Lukiskan spektrum kepantulan bagi dua warna yang terdapat di dalam logotaip USM. Terangkan spektrum tersebut menurut konsep warna.
(6 markah)

- (b) Namakan DUA gentian tekstil buatan manusia. Bagi setiap gentian, perihalkan struktur kimianya, satu kaedah pencelupan dan mekanisme interaksi antara pencelup dengan gentian. (8 markah)
- (c) Berikan satu penjelasan bagaimana pencelup sintetik yang larut boleh dijadikan pigmen. (6 markah)
4. (a) Dengan merujuk kepada sintesis pencelup azo, lukiskan struktur bagi setiap kod Winther berikut: **A, E, D, M** dan **Z**.

Dengan menggunakan sebahagian atau semua bahan pertengahan di atas, lukiskan struktur suatu pencelup **trisazo** yang boleh dibentuk. Namakan kelas aplikasi pencelup tersebut. (10 markah)
- (b) Dengan menggunakan contoh-contoh yang sesuai, terangkan hubungan antara konjugasi dalam suatu molekul dengan penyerapan cahaya nampak. (10 markah)
5. (a) Dalam satu cubaan untuk menyediakan pencelup azo, seorang pelajar mempertimbangkan dua pilihan bahan permulaan:

(i) *p*-aminofenol + nitrobenzena, ATAU
(ii) *p*-nitroanilina + fenol.

Kombinasi sebatian yang manakah merupakan pilihan yang mungkin? Terangkan jawapan anda. (6 markah)
- (b) *Koplanariti adalah perlu bagi molekul pewarna untuk mengekalkan warnanya*.

Terangkan pernyataan di atas dengan memberikan contoh-contoh yang relevan. (8 markah)
- (c) Apakah keperluan asas bagi pigmen putih? Berikan beberapa contoh pigmen putih dan kegunaannya dalam industri pewarnaan. (6 markah)

6. (a) Bincangkan pengaruh kumpulan penukarganti ke atas nilai λ_{\max} bagi sebatian antrakuinon. (8 markah)

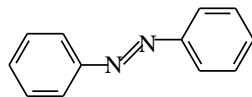
- (b) *Pewarna karbonil mempunyai kelebihan berbanding lain-lain kelas kimia kerana ia mampu mempunyai λ_{\max} yang tinggi dengan sistem konjugat yang pendek.*

Jelaskan pernyataan ini dengan menggunakan indigo sebagai rujukan.

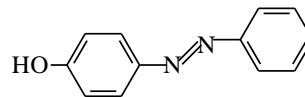
(7 markah)

- (c) Dengan memberikan satu contoh, tekankan ciri-ciri struktur pencelup serak dan hubungkannya dengan sifat-sifat fizik pencelup itu. (5 markah)

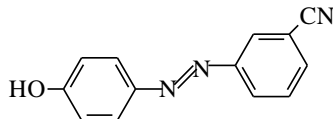
7. (a) Nyatakan dua andaian yang digunakan dalam pendekatan Ikatan Valens (resonans). ΔE dalam pendekatan ini merujuk kepada apa? Gunakan struktur resonans untuk mengenalpasti dan menerangkan faktor-faktor yang mempengaruhi ΔE bagi sebatian I – IV. Kemudian susun ΔE relatif sebatian-sebatian ini dalam tertib menaik.



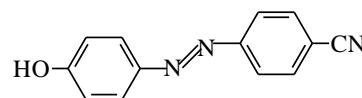
I



II



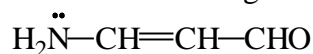
III



IV

(10 markah)

- (b) Pertimbangkan suatu molekul dengan struktur berikut.



Lakarkan satu gambarajah yang menunjukkan tenaga relatif (dan penempatan elektron) orbital-orbital molekulnya di dalam keadaan asas dan kesemua peralihan elektron yang mungkin dalam keadaan teruja. Labelkan HOMO, LUMO dan ΔE , tenaga yang diperlukan untuk menguja satu elektron. Apakah perubahan yang akan terjadi di dalam gambarajah ini sekiranya kumpulan $-\text{NH}_2$ digantikan dengan kumpulan $-\text{NH}_3^+$?

(10 markah)