

---

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

First Semester Examination  
2010/2011 Academic Session

November 2010

**KIE 355 – Industrial Colorants**  
*[Pewarna Industri]*

Duration: 3 hours  
*[Masa : 3 jam]*

---

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

**Instructions:**

Answer **FIVE** (5) questions.

Answer each question on a new page.

You may answer 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.

1. (a) Each sentence below gives a brief description of a synthetic dye from a certain application class. Identify the class of the dye and the most suitable textile fibre on which it can be applied. Draw the structure of a molecule that represents each class.
- A water soluble dye that is applied from a strongly acidic dyebath.
  - An insoluble dye with a high colour fastness that requires a strong reducing agent for dyeing.
  - An insoluble dye which is formed *in situ* on the fibre from its soluble components.
  - A dye that is fixed onto fibres with the aid of an inorganic salt (usually that of chromium) which is added during dyeing.
- (12 marks)
- (b) Define *substantivity*. Explain how structural features and dyeing conditions influence the substantivity of direct dyes towards cellulosic substrates. Illustrate the bonding of the dye to the fibre.
- (8 marks)

2. **TABLE 1** displays the absorption data for a pair of polymethine dyes:

**TABLE 1**

<b><u>X</u></b>	<b><u>Y</u></b>
$(\text{CH}_3)_2\text{N}-(\text{CH}=\text{CH})_n-\overset{\text{H}}{\underset{ }{\text{C}}}=\text{O}$	$(\text{CH}_3)_2\text{N}-(\text{CH}=\text{CH})_n-\overset{\text{H}}{\underset{ }{\text{C}}}=\overset{+}{\text{N}}(\text{CH}_3)_2$
$\lambda_{\text{max}}:$	$\lambda_{\text{max}}:$
$n = 1 \quad 280 \text{ nm}$ $n = 6 \quad 510 \text{ nm}$	$n = 1 \quad 313 \text{ nm}$ $n = 3 \quad 519 \text{ nm}$ $n = 6 \quad 735 \text{ nm}$

- (a) Predict the colour of **X** and **Y** in each series. What is the term used to describe the absorption shifts shown above?
- (4 marks)
- (b) Based on the data given, write a summary on how structural changes influence the  $\lambda_{\text{max}}$  of the dyes.
- (4 marks)
- (c) Taking **Y** with  $n = 1$  and 3 as representatives, explain the above phenomenon in detail using the molecular orbital energy level diagrams. Show all the possible electron transitions involved.
- (8 marks)

-3-

- (d) What are the main uses of **X** and **Y** in industry? Why are they particularly suitable for these purposes?  
(4 marks)
3. (a) Describe and differentiate between the principles of colour production in a TV screen and a colour printer.  
(8 marks)
- (b) Explain how the geometry of a colorant molecule affects the delocalisation of  $\pi$ -electrons and thus its colour. Give one example.  
(5 marks)
- (c) Acetylation of cellulose affects its chemical and physical properties as well as its dyeing method. Discuss this statement by referring to the changes that occur before and after acetylation.  
(7 marks)
4. (a) **TABLE 2** shows the percentage of reflectance at seven wavelengths for three pieces of tiles. Sketch the reflectance spectra of the tiles in the range 400 – 700 nm. Determine the colour of each tile and explain your answer using the colour perception concept.

**TABLE 2**

Wavelength (nm)	% Reflectance		
	Tile A	Tile B	Tile C
400	75.00	8.85	19.39
450	80.00	10.94	15.08
500	85.00	20.75	10.52
550	85.00	56.90	8.84
600	85.00	20.75	10.52
650	85.00	10.97	15.02
700	85.00	8.90	19.18

(10 marks)

- (b) Procion MX is known as the most reactive of all reactive dyes. Identify the source of its reactivity and explain. Compare its reactivity with that of Procion H and justify your answer. Discuss the positive and negative aspects of each dye, particularly for dyeing cellulosic fibres in alkaline medium.

(10 marks)

...4/-

5. Write a concise account on each of the following subjects:

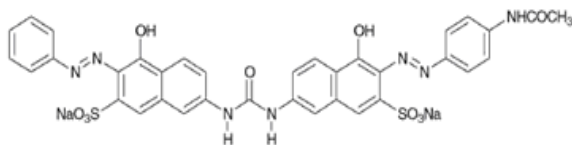
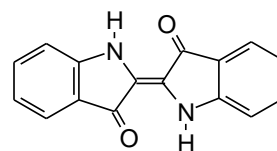
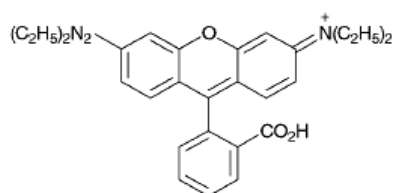
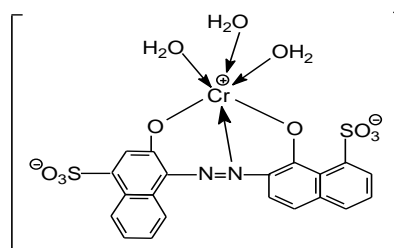
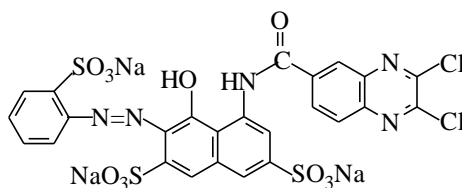
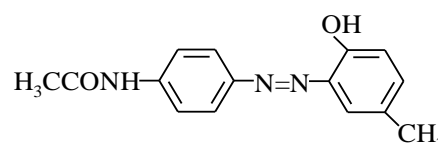
- i. Colour vision.
- ii. Illuminant metamerism.
- iii. Donor-acceptor pair.
- iv. Specular and diffuse reflections.
- v. Viscose fibre.

(20 marks)

6. (a) i. Explain the term *azo coupling*.
- ii. Give two examples of aminonaphthols that are most commonly used as coupling agents in azo dye synthesis. Using these examples, state and explain the two factors that determine the choice of coupling site.

(10 marks)

- (b) Assume that you are a trainee in a textile factory. Your task is to dye a piece of fabric made of acrylic and polyester, with each fibre having different colours. You are given a selection of dyestuffs with the following structures

**I****II****III****IV****V****VI**

-5-

- i. Which are the two dyes you would choose and why?
- ii. Explain how do you plan to carry out the dyeings. (Remember: The dyeing sequence is important). Then give a short description of the dyeing processes.
- iii. Name the application classes of the other four dyes which are not chosen.

(10 marks)

7. (a) By means of a suitable diagram, describe the mechanism of operation of a solar cell OR a laser device, focussing on the special role of dye in the equipment. Give one example of dyes used. What are the benefits of a solar cell OR laser to mankind?

(10 marks)

- (b) What is the advantage of inorganic pigments over organic pigments and vice versa? With reasons, suggest a suitable pigment for the coloration of each of the followings:

- i. Plastics.
- ii. Car exterior.
- iii. Kitchen utensils.
- iv. Printing ink.

(10 marks)

**TERJEMAHAN**

---

**Arahan:**

Jawab **LIMA** (5) soalan sahaja.

Jawab setiap soalan pada muka surat yang baru.

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) Setiap ayat di bawah ini memberikan keterangan ringkas mengenai pencelup sintetik daripada kelas aplikasi tertentu. Kenalpastikan kelas pencelup tersebut dan gentian tekstil yang paling sesuai di mana ia boleh diaplikasikan. Lukiskan struktur satu molekul yang mewakili setiap kelas.
- Suatu pencelup yang larut dalam air yang diaplikasikan daripada rendaman pencelup yang sangat berasid.
  - Suatu pencelup yang tidak larut dengan ketahanan warna yang tinggi, memerlukan agen penurunan yang kuat untuk pencelupan.
  - Suatu pencelup yang tidak larut yang terbentuk secara *in situ* di atas gentian daripada komponen-komponennya yang larut.
  - Suatu pencelup yang terikat kepada gentian dengan bantuan garam takorganik (selalunya garam kromium) yang ditambahkan semasa pencelupan.
- (12 markah)
- (b) Takrifkan *substantiviti*. Terangkan bagaimana ciri-ciri struktur dan keadaan pencelupan mempengaruhi substantiviti pencelup langsung terhadap substrat selulosik. Tunjukkan pengikatan pencelup ini dengan gentian.
- (8 markah)

2. **JADUAL 1** menunjukkan data penyerapan bagi sepasang pencelup polimetina:

**JADUAL 1**

<u><b>X</b></u>	<u><b>Y</b></u>										
$(\text{CH}_3)_2\text{N}-(\text{CH}=\underset{\text{H}}{\text{CH}})_n-\overset{\text{H}}{\text{C}}=\text{O}$	$(\text{CH}_3)_2\text{N}-(\text{CH}=\underset{\text{H}}{\text{CH}})_n-\overset{\text{H}}{\text{C}}=\overset{+}{\text{N}}(\text{CH}_3)_2$										
$\lambda_{\text{max}}:$ <table style="margin-left: 20px; border: none;"> <tr> <td style="padding-right: 10px;"><math>n = 1</math></td> <td style="padding-right: 10px;">280 nm</td> </tr> <tr> <td><math>n = 6</math></td> <td>510 nm</td> </tr> </table>	$n = 1$	280 nm	$n = 6$	510 nm	$\lambda_{\text{max}}:$ <table style="margin-left: 20px; border: none;"> <tr> <td style="padding-right: 10px;"><math>n = 1</math></td> <td style="padding-right: 10px;">313 nm</td> </tr> <tr> <td><math>n = 3</math></td> <td>519 nm</td> </tr> <tr> <td><math>n = 6</math></td> <td>735 nm</td> </tr> </table>	$n = 1$	313 nm	$n = 3$	519 nm	$n = 6$	735 nm
$n = 1$	280 nm										
$n = 6$	510 nm										
$n = 1$	313 nm										
$n = 3$	519 nm										
$n = 6$	735 nm										

- (a) Ramalkan warna **X** dan **Y** dalam setiap siri. Apakah istilah yang digunakan untuk menerangkan anjakan penyerapan yang ditunjukkan di atas?
- (4 markah)
- (b) Berdasarkan data yang diberi, tuliskan satu rumusan mengenai bagaimana perubahan struktur mempengaruhi  $\lambda_{\text{max}}$  pencelup.
- (4 markah)
- (c) Dengan mengambil **Y** dengan  $n = 1$  dan 3 sebagai wakil, terangkan fenomena di atas dengan terperinci menggunakan gambarajah paras tenaga orbital molekul. Tunjukkan kesemua peralihan elektron yang mungkin terlibat.
- (8 markah)

-8-

- (d) Apakah kegunaan utama **X** dan **Y** di dalam industri? Mengapakah keduanya amat sesuai bagi tujuan tersebut?  
(4 markah)
3. (a) Perihalkan dan bezakan antara prinsip penghasilan warna di dalam skrin TV dengan pencetak warna.  
(8 markah)
- (b) Terangkan bagaimana geometri molekul pewarna memberi kesan terhadap pentaksetempatan elektron- $\pi$  dan maka warnanya. Berikan satu contoh.  
(5 markah)
- (c) Pengasetilan selulosa mempengaruhi sifat-sifat kimia dan fizik serta kaedah pencelupannya. Bincangkan kenyataan ini dengan merujuk kepada perubahan yang berlaku sebelum dan selepas pengasetilan.  
(7 markah)
4. (a) **JADUAL 2** menunjukkan peratus kepantulan pada tujuh panjang gelombang bagi tiga keping jubin. Lakarkan spektra kepantulan bagi jubin-jubin tersebut dalam julat 400 – 700 nm. Tentukan warna setiap jubin dan terangkan jawapan anda menggunakan konsep persepsi warna.

**JADUAL 2**

Panjang gelombang (nm)	% Kepantulan		
	Jubin A	Jubin B	Jubin C
400	75.00	8.85	19.39
450	80.00	10.94	15.08
500	85.00	20.75	10.52
550	85.00	56.90	8.84
600	85.00	20.75	10.52
650	85.00	10.97	15.02
700	85.00	8.90	19.18

(10 markah)

- (b) Procion MX dikenali sebagai yang paling reaktif daripada semua pencelup reaktif. Kenalpastikan punca kereaktifannya dan terangkan. Bandingkan kereaktifannya dengan kereaktifan Procion H dan jelaskan jawapan anda. Bincangkan aspek-aspek positif dan negatif bagi setiap pencelup tersebut, terutamanya bagi pencelupan gentian selulosik dalam medium beralkali.



5. Tuliskan keterangan ringkas mengenai setiap perkara berikut:

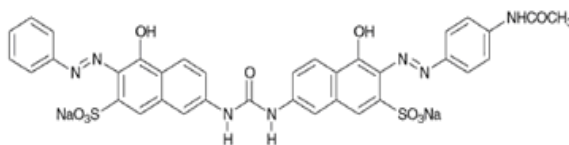
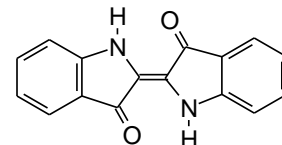
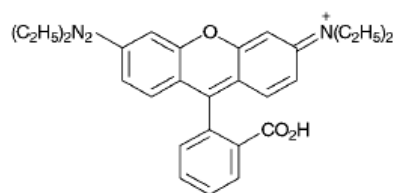
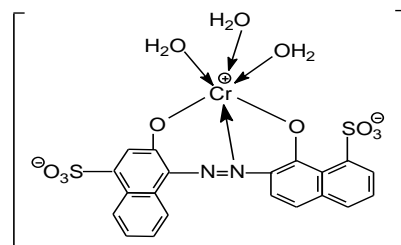
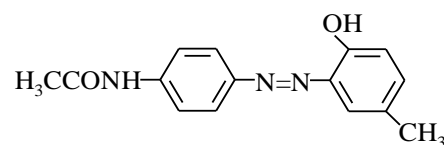
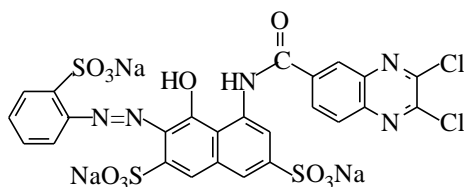
- i. Penglihatan warna.
- ii. Metamerisma pencahayaan.
- iii. Pasangan penderma-penerima.
- iv. Kepantulan spekular dan terserak.
- v. Gantian viskos.

(20 markah)

6. (a) i. Terangkan istilah *gandingan azo*.
- ii. Berikan dua contoh aminonaftol yang paling lazim digunakan sebagai agen gandingan dalam sintesis pencelup azo. Dengan menggunakan contoh-contoh ini, nyatakan dan terangkan dua faktor yang menentukan pilihan tapak gandingan.

(10 markah)

- (b) Andaikan anda seorang pelatih di dalam kilang tekstil. Tugas anda ialah untuk mencelup sekeping fabrik yang dibuat daripada akrilik dan poliester, dengan setiap jenis gantian mempunyai warna yang berbeza. Anda diberi pilihan bahan-bahan pencelup dengan struktur berikut:

**I****II****III****IV**

V

VI

-10-

- i. Dua pencelup yang manakah akan anda pilih dan mengapa?
  - ii. Terangkan bagaimana anda merancang untuk menjalankan pencelupan itu. (Ingat: Tertib pencelupan adalah mustahak). Kemudian berikan keterangan pendek mengenai proses pencelupan itu.
  - iii. Namakan kelas aplikasi empat lagi pencelup yang tidak terpilih.
- (10 markah)

7. (a) Dengan menggunakan gambarajah yang sesuai, perihalkan mekanisme operasi suatu sel solar ATAU peralatan laser, dengan memfokuskan kepada peranan istimewa pencelup dalam alat-alat tersebut. Berikan satu contoh pencelup yang digunakan. Apakah faedah sel solar ATAU laser kepada manusia?

(10 markah)

- (b) Apakah kelebihan pigmen takorganik berbanding pigmen organik dan sebaliknya? Dengan alasan, cadangkan satu pigmen yang sesuai untuk pewarnaan setiap yang berikut:

- i. Plastik.
- ii. Bahagian luar kereta
- iii. Peralatan dapur.
- iv. Dakwat pencetak.

(10 markah)

-oooOOOooo-