

---

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

First Semester Examination  
2011/2012 Academic Session

January 2012

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

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

---

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

**Instructions:**

Answer any **FIVE** (5) questions. If a candidate answers more than five questions only the first five questions in the answer sheet will be graded.

Answer each question on a new page.

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

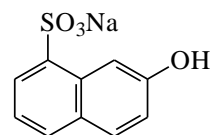
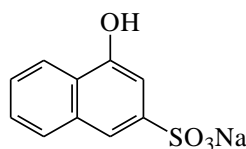
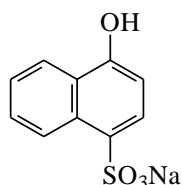
In the event of any discrepancies, the English version shall be used.

-2-

Answer any **FIVE** (5) questions

1. (a) The absorption spectrum of a colorant reveals many information about its colour characteristics. Clarify these information. (6 marks)
- (b) Sketch the reflectance spectra of white and turquoise colours such as seen in the Petronas logo. Name a famous organic pigment which has a bright turquoise colour. What colour of ink should be mixed with turquoise ink to get blue in colour printing? (6 marks)
- (c) Why is the absorbance of a coloured solution is linearly proportional to the concentration of the colorant whereas the reflectance of a coloured solid is not? (8 marks)

2. (a) Compounds **I** – **III** are naphtholsulfonic acids which can act as coupling agents in azo dye synthesis.



- (i) Draw the structure of the azo dye formed from the coupling reaction of each of the compounds with *p*-chlorobenzenediazonium ion.
- (ii) Explain in detail the influencing factor(s) that determines the rate of azo coupling reaction. Compare the relative reactivity of **I** – **III** towards coupling. Arrange them in order of decreasing reactivity.

(15 marks)

- (b) How could you differentiate polyester, nylon and acrylic fibres through dyeing methods?

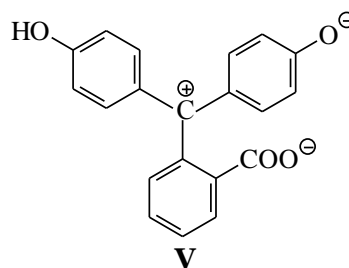
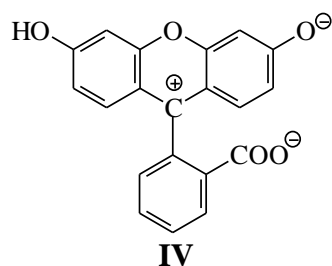
(5 marks)

3. (a) To reduce counterfeiting or copyright theft, a special type of printing inks is being used in document security and authentication applications, as well as in packaging and labeling of products. These inks contain photosensitive pigments. Describe the unique property of these pigments and give one example. What is the technical term used for this phenomenon? How the purposes mentioned above may be achieved?

(9 marks)

-3-

- (b) Discuss the functions of auxochrome (electron donating group) in dye molecules. (6 marks)
- (c) Explain how colour is measured using a spectrophotometer. (5 marks)
4. (a) One of the security features on a genuine RM50 banknote is the incorporation of a fluorescent substance. Explain how this feature helps in distinguishing genuine notes from fake notes. (5 marks)
- (b) Explain why fluorescein (**IV**) is fluorescent whereas phenolphthalein (**V**) is not.

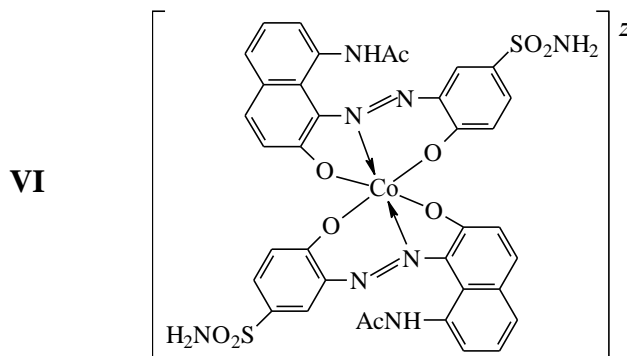


Which of the two dyes is suitable as an acid-base indicator? Explain.

- (8 marks)
- (c) Anthraquinone chromophoric system is found in a variety of dye application classes. Draw the structure of an acid dye, a vat dye and a reactive dye that are based on the anthraquinone nucleus. In what aspect anthraquinone dyes are superior to azo dyes? (7 marks)
5. (a) Using suitable examples, give a detailed account of the phenomenon of bathochromic shift in the indigoid series of dyes. (12 marks)
- (b) Give reasons why organic pigments are especially well suited to printing ink applications while inorganic pigments are most suited for paints. (5 marks)
- (c) In terms of colour attributes, what is the difference between (i) white, gray and black; (ii) white, cream and deep orange? (3 marks)

-4-

6. (a) Show the step-by-step reactions, with specific experimental conditions, in the preparation of the following dye (**VI**):



- (i) Determine  $z$ .
  - (ii) Name the chemical class and the application class of this dye.
  - (iii) How is its solubility in water? Explain.
  - (iv) Which fibres are the most compatible with this dye and why?
  - (v) State one technical advantage of this kind of dye over other dyes of the same chemical class.
- (15 marks)
- (b) In a two-column table, list two similarities and two differences between wool and nylon. You can base your answer on the chemical, physical or technical aspects of the fibres.
- (5 marks)
7. (a) List four types of chemical interactions responsible for the substantivity of dyes for fibres. For each type, illustrate an example of how a dye interacts with an appropriate fibre.
- (8 marks)
- (b) Hydroxyanthraquinone has two isomers with different  $\lambda_{\max}$ . Draw the ground state and the first excited state (resonance) structures for both isomers.
- (i) Which resonance structure is more stable and why?
  - (ii) Which isomer has a larger  $\Delta E$  (energy difference between the ground and the first excited states) value?
  - (iii) One of the isomers is yellow and the other is yellow-green. Match the colour with the correct isomer.
- (12 marks)

## TERJEMAHAN

---

### Arahan:

Jawab **LIMA** (5) soalan . Jika calon menjawab lebih daripada lima soalan hanya lima soalan pertama mengikut susunan dalam skrip jawapan akan diberi markah.

Jawab setiap soalan pada muka surat yang baru.

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

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

Jawab **LIMA** (5) soalan

1. (a) Spektrum penyerapan sesuatu pewarna mendedahkan banyak maklumat mengenai ciri-ciri warnanya. Jelaskan maklumat ini.

(6 markah)

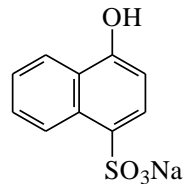
- (b) Lakarkan spektrum kepantulan bagi warna putih dan biru-kehijauan seperti yang terlihat di dalam logo Petronas. Namakan suatu pigmen organik terkenal yang mempunyai warna biru-kehijauan yang terang. Apakah warna dakwat yang perlu dicampurkan dengan dakwat biru-kehijauan untuk mendapatkan biru di dalam percetakan warna?

(6 markah)

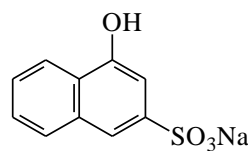
- (c) Mengapakah keserapan larutan berwarna berkadar linear dengan kepekatan pewarna manakala kepantulan pepejal berwarna tidak?

(8 markah)

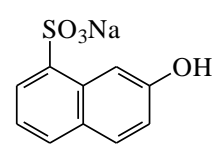
2. (a) Sebatian **I** – **III** adalah asid naftolsulfonik yang boleh bertindak sebagai agen gandingan dalam sintesis pencelup azo.



**I**



**II**



**III**

- (i) Lukiskan struktur pencelup azo yang terbentuk daripada tindak balas gandingan setiap sebatian tersebut dengan ion *p*-klorobenzenediazonium.
- (ii) Terangkan dengan terperinci faktor-faktor berpengaruh yang menentukan kadar tindak balas gandingan azo. Bandingkan kereaktifan relatif **I** – **III** terhadap gandingan. Susunkannya menurut tertib kereaktifan menurun.

(15 markah)

- (b) Bagaimana anda dapat membezakan gentian poliester, nilon dan akrilik melalui kaedah pencelupan?

(5 markah)

3. (a) Bagi mengurangkan pemalsuan dan kecurian hakcipta, sejenis dakwat cetak istimewa telah digunakan dalam aplikasi keselamatan dan keaslian dokumen, juga di dalam pembungkusan dan pelabelan produk. Dakwat ini mengandungi pigmen yang pekacahaya.

Perihalkan sifat unik pigmen ini dan berikan satu contoh. Apakah istilah teknikal yang digunakan bagi fenomenon ini? Bagaimanakah tujuan-tujuan yang tersebut di atas dapat dicapai?

(9 markah)

(b) Bincangkan fungsi oksokrom (kumpulan penderma elektron) dalam molekul pencelup.

(6 markah)

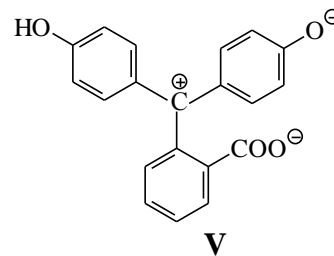
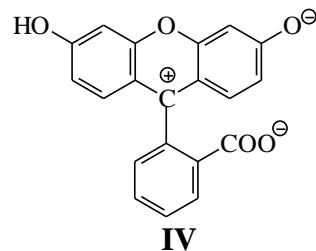
(c) Terangkan bagaimana warna diukur menggunakan spektrofotometer.

(5 markah)

4. (a) Salah satu ciri keselamatan pada wang kertas RM50 yang tulen ialah penggunaan bahan berfluoresen. Jelaskan bagaimana ciri ini membantu dalam membezakan wang kertas tulen dengan yang palsu.

(5 markah)

(b) Terangkan mengapa fluoresein (**IV**) adalah berfluoresen sedangkan fenolftalein (**V**) tidak.



Antara dua pencelup di atas, manakah yang sesuai sebagai penunjuk? Terangkan.

(8 markah)

(c) Sistem kromofor antrakuinon dijumpai dalam berbagai kelas aplikasi pencelup. Lukiskan struktur suatu pencelup asid, pencelup vat dan pencelup reaktif yang berasaskan nukleus antrakuinon. Dalam aspek apakah pencelup antrakuinon lebih baik daripada pencelup azo?

(7 markah)

5. (a) Dengan menggunakan contoh yang sesuai, berikan keterangan terperinci tentang fenomena anjakan batokromik dalam siri pencelup indigoid.

(12 markah)

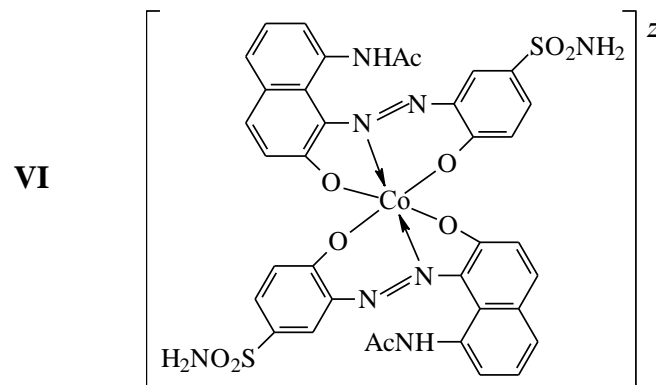
- (b) Berikan sebab mengapa pigmen organik khususnya sesuai bagi aplikasi dakwat pencetak manakala pigmen takorganik sangat sesuai bagi cat.

(5 markah)

- (c) Dari segi ciri-ciri warna, apakah perbezaan di antara (i) putih, kelabu dan hitam; (ii) putih, krim dan oren pekat?

(3 markah)

6. (a) Tunjukkan tindak balas langkah demi langkah, dengan keadaan eksperimen yang spesifik, dalam penyediaan pencilur berikut (VI):



- (i) Tentukan  $z$ .
- (ii) Namakan kelas kimia dan kelas aplikasi bagi pencilur ini.
- (iii) Bagaimanakah keterlarutannya dalam air? Jelaskan.
- (iv) Gentian manakah yang paling sesuai dengan pencilur ini dan mengapa?
- (v) Nyatakan satu kelebihan teknikal bagi pencilur jenis ini berbanding lain-lain pencilur dari kelas kimia yang sama.

(15 markah)

- (b) Dalam sebuah jadual dua-lajur, senaraikan dua persamaan dan dua perbezaan antara wul dan nilon. Anda boleh mengasaskan jawapan anda kepada aspek-aspek kimia, fizikal atau teknikal gentian tersebut.

(5 markah)

7. (a) Senaraikan empat jenis interaksi kimia yang bertanggungjawab ke atas substantiviti pencilur terhadap gentian. Bagi setiap jenis, gambarkan satu contoh bagaimana pencilur berinteraksi dengan gentian yang sesuai.

(8 markah)



- (b) Hidroksiantrakuinon mempunyai dua isomer dengan  $\lambda_{\text{maks}}$  berbeza. Lukiskan struktur keadaan asas dan keadaan teruja pertama (resonans) bagi kedua-dua isomer.
- (i) Struktur resonans yang manakah lebih stabil dan mengapa?
  - (ii) Isomer manakah yang mempunyai nilai  $\Delta E$  (perbezaan tenaga antara keadaan asas dan keadaan teruja pertama) yang lebih besar?
  - (iii) Satu daripada isomer tersebut berwarna kuning dan satu lagi berwarna kuning-hijau. Padankan warna dengan isomer yang betul.

(12 markah)