

15時00分～17時30分

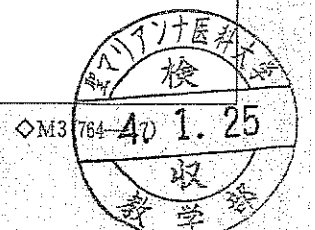
# 理 科 問 題 冊 子

科目名	頁
物 理	1 ～ 10 頁
化 学	11 ～ 14 頁
生 物	15 ～ 23 頁

## 注 意 事 項

1. 試験開始の合図【チャイム】があるまで、この注意をよく読むこと。
2. 試験開始の合図【チャイム】があるまで、問題冊子ならびに解答用紙は開かないこと。
3. 試験開始の合図【チャイム】の後に問題冊子ならびに選択した科目に拘わらず解答用紙の全ページの所定の欄に受験番号と氏名を記入すること。
4. 解答はかならず定められた解答用紙を用い、それぞれ定められた位置に問題の指示に従って記入すること。解答用紙に解答以外のことを書かないこと。
5. 解答はすべて黒鉛筆を用いてはつきりと読みやすく書くこと。
6. 解答用紙のホチキスはずさないこと。
7. 質問は文字が不鮮明なときに限り受け付ける。
8. 問題冊子に、落丁や乱丁があるときは手を挙げて交換を求めること。
9. 試験開始60分以内および試験終了前10分間は、退場を認めない。
10. 試験終了の合図【チャイム】があったとき、ただちに筆記用具を置くこと。
11. 試験終了の合図【チャイム】の後は、問題冊子ならびに解答用紙はいずれも表紙を上にして、通路側から解答用紙、問題冊子の順に並べて置くこと。いっさい持ち帰ってはならない。  
なお、途中退場の場合は、すべて裏返しにして置くこと。
12. 選択科目の変更は認めない。
13. その他、監督者の指示に従うこと。

受験番号		氏 名	
------	--	-----	--



# 化学

[注意] 必要があれば、次の値を用いよ。

原子量: H = 1.00 C = 12.0 O = 16.0 Na = 23.0 P = 31.0

アボガドロ定数  $N_A = 6.00 \times 10^{23}$  個/mol

$\log_{10} 2 = 0.30$

1) メチレン基  $-\text{CH}_2-$  の数が  $m$  個の直鎖状の第一級飽和アルコール  $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_m\text{OH}$  を A とし、A がもつヒドロキシ基を適切な酸化剤を用いて酸化させたものを B とする。A および B は、 $m$  の数が増加するごとに水に溶解しにくくなる。ただし、 $m$  が 2 までのものは水によく溶けるが、 $m$  が 6 を超えるものは水にはまったく溶解しないものとする。

[1] 下線の性質が生じる理由を、メチレン基の性質に言及して 2 行以内で説明せよ。

[2]  $m = 1$  のとき、下記の問いに答えよ。

1) A 50 mL を水 50 mL と混合すると、その体積は 100 mL よりも小さくなる。その理由を「結合」に言及して 2 行以内で説明せよ。

2) A と濃硫酸の混合物を  $160^\circ\text{C}$  で加熱すると気体が発生した。この気体を臭素水に通じたところ、臭素水の色が変化した。

i) 臭素水の色はどのように変化したかを記せ。

ii) 発生した気体を密閉容器に捕集して高温・高圧下で放置したところ、付加重合により固体が生じた。この反応の化学反応式を、化学式の価標を省略せずに記せ。

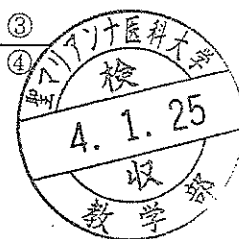
[3]  $m$  の数が不明の A と、その酸化物 B を用意した。A 270 mg を完全燃焼させたところ、二酸化炭素 792 mg と水 342 mg が得られた。下記の問いに答えよ。

1) A 270 mg に含まれる炭素 C と水素 H の質量 [mg] を求める式を下に示す。①~④に当てはまる数値を有効数字 3 桁で求めよ。

$$\text{C の質量 [mg]} = 792 \text{ mg} \times \frac{\text{①}}{\text{②}}$$

$$\text{H の質量 [mg]} = 342 \text{ mg} \times \frac{\text{③}}{\text{④}}$$

2)  $m$  の数を求めよ。



3) B を用いて下記の実験を行った。

	操作	結果
実験 1	炭酸水素ナトリウム水溶液に加えた。	溶解し、気体が発生した。
実験 2	うすい水酸化ナトリウム水溶液に溶解させ、フェーリング液を加えて充分に加熱した。	混合溶液は青色であった。

i) 実験 1 で生じた化学反応を、化学反応式で記せ。ただし、B は示性式で記せ。

ii) 実験 1 と 2 から、B がもつ官能基について明らかにできることを 1 行以内で説明せよ。

4) B 14.2 mg をエタノールに溶解して 1000 mL に調製した。このエタノール溶液を、水を張った水槽に 1.00 mL 滴下したところ、水面上に単分子膜が形成された。

i) 滴下したエタノール溶液 1.00 mL が含む B の物質質量 [mol] を求める式を、単位を添えて記せ。

ii) 図 1 に水を張った水槽を側面から観測した図を示す。B の分子の構造を親水基と疎水基に大別し、親水基を黒く塗りつぶした円で、疎水基を白抜き長方形で表した B の模式図を作成し、その模式図を 3 つ用いて水面上の単分子膜を描け。

水槽の断面

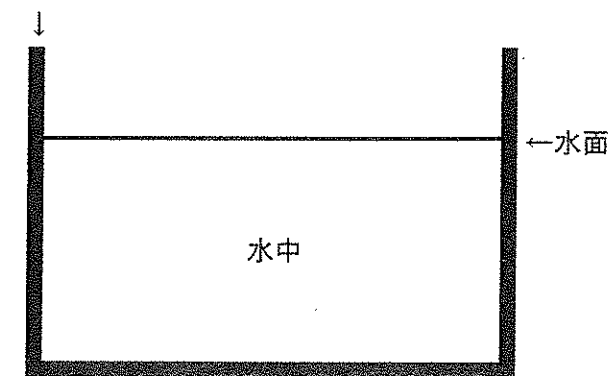


図 1

iii) この単分子膜の面積は  $60.0 \text{ cm}^2$  であった。B 1 分子が占める面積  $[\text{cm}^2]$  を有効数字 2 桁で求めよ。



2 下記の問いに答えよ。

[1] リン酸カルシウム  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$  をけい砂  $\text{SiO}_2$  およびコークスと高温で反応させると、リンが得られる。この反応では、まず①リン酸カルシウムがけい砂と反応し、十酸化四リンとメタケイ酸カルシウム  $\text{CaSiO}_3$  が生じる。続いて、②十酸化四リンがコークスで還元され、蒸気としてリンが得られる。これを水中で固化させると黄リン  $\text{P}_4$  が得られる。黄リンは、空気を断って  $250^\circ\text{C}$  で加熱すると、③同素体である赤リンとなる。

- 1) 下線部①で生じた化学反応を、化学反応式で記せ。
- 2) 下線部②の反応では、コークスに由来する気体が生じる。この気体は水に溶解しにくく、毒性があり、石灰水とは反応しない。この気体の分子式を記せ。
- 3) 下線部③に関する問いに答えよ。
  - i) 同素体の定義を1行で記せ。
  - ii) 黒鉛の同素体を3つ挙げ、名称を記せ。

[2] リンの燃焼で生じる十酸化四リンに水を加えて加熱すると、リン酸が得られた。この反応で  $0.10 \text{ mol/L}$  のリン酸水溶液を  $100 \text{ mL}$  得るには、リンは何  $\text{g}$  必要か。有効数字2桁で求めよ。ただし、リンは完全燃焼してすべて十酸化四リンに変化し、生じた十酸化四リンはすべて水と反応してリン酸に変化したものとする。

[3]  $25^\circ\text{C}$  の水溶液中で、リン酸  $\text{H}_3\text{PO}_4$  は  $\text{pH}$  に応じて段階的に電離する(式1~3)。なお、 $K_1 \sim K_3$  は酸の電離定数を示す。



この水溶液中のリン酸化学種 ( $\text{H}_3\text{PO}_4$ 、 $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ 、 $\text{HPO}_4^{2-}$ 、 $\text{PO}_4^{3-}$ ) の物質量の合計を1としたとき、 $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  および  $\text{HPO}_4^{2-}$  のモル比は  $\text{pH}$  の関数となる(図2)。下記の問いに答えよ。

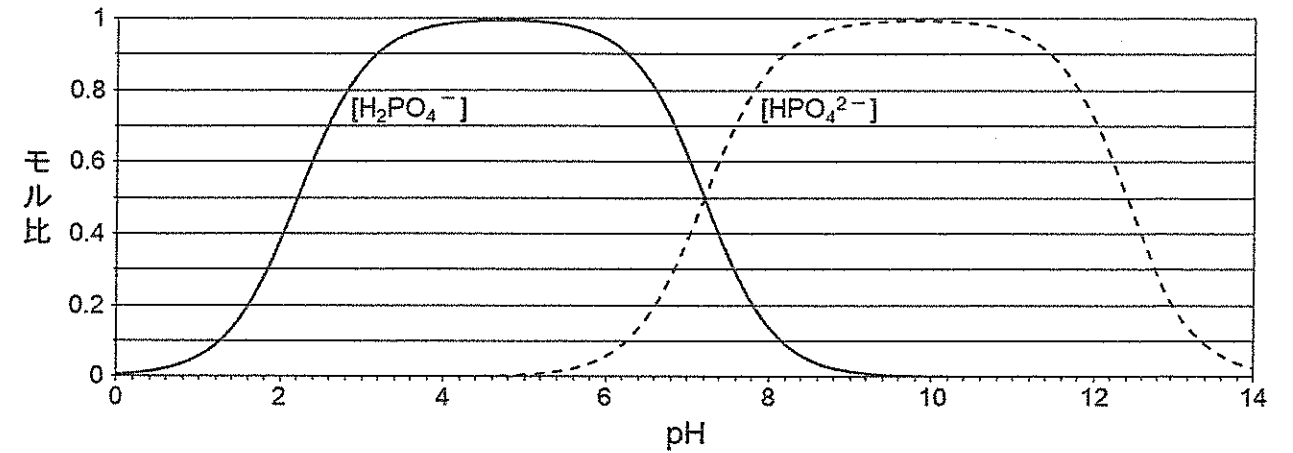


図2

1) 式2の電離平衡が成り立つとき、水溶液の  $\text{pH}$  を次の式4で表したい。式4のA~Cに当てはまるものを【選択肢】から各々選び、記号で記せ。

$$\text{pH} = \boxed{A} + \log_{10} \frac{\boxed{B}}{\boxed{C}} \quad (\text{式4})$$

【選択肢】(ア)  $K_1$  (イ)  $K_2$  (ウ)  $K_3$  (エ)  $\text{p}K_1$  (オ)  $\text{p}K_2$  (カ)  $\text{p}K_3$   
 (キ)  $[\text{H}^+]$  (ク)  $[\text{H}_3\text{PO}_4]$  (ケ)  $[\text{H}_2\text{PO}_4^-]$  (コ)  $[\text{HPO}_4^{2-}]$  (サ)  $[\text{PO}_4^{3-}]$

2) 図2を参照し、 $K_2$  の値  $X$  を求め、 $K_1$  にならい指数表記せよ。

3) 水にリン酸二水素ナトリウム二水和物  $\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  (分子量 156)  $39.0 \text{ g}$  と、リン酸水素二ナトリウム十二水和物  $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$  (分子量 358)  $71.6 \text{ g}$  を加え、完全に溶解させて  $1.0 \text{ L}$  とし、水溶液の温度を  $25^\circ\text{C}$  に保った。この水溶液中の  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$  および  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  のモル濃度を各々有効数字2桁で求めよ。また、この溶液の  $\text{pH}$  を小数第1位まで求めよ。

