

デザイン工学部A方式Ⅱ日程・理工学部A方式Ⅱ日程  
 生命科学部A方式Ⅱ日程

## 3 限 理 科 (75分)

科 目	ページ
物 理	2～9
化 学	10～18
生 物	20～32

## 〈注意事項〉

1. 試験開始の合図があるまで、問題冊子を開かないこと。
2. 解答はすべて解答用紙に記入しなさい。
3. 志望学部・学科によって選択できる科目が決まっているので注意すること。

志望学部(学科)	受験科目
デザイン工学部(建築)	物理または化学
理工学部(電気電子工・経営システム工・創生科)	
生命科学部(環境応用化・応用植物科)	物理, 化学または生物

4. 科目の選択は、受験しようとする科目の解答用紙を選択した時点で決定となる。  
一度選択した科目の変更は一切認めない。
5. 問題冊子のページを切り離さないこと。

# (化 学)

- 注意 1. 解答は、すべて解答用紙の指定された解答欄に記入せよ。  
2. 計算問題では、必要な式や計算、説明も解答欄に記入せよ。  
3. 必要であれば、簡単のために原子量は下記の値を用いよ。

元素	H	He	C	O
原子量	1.00	4.00	12.0	16.0

元素	Na	Cl	Ca	Ni
原子量	23.0	35.5	40.0	59.0

4. 必要であれば、下記の値を用いよ。

$$\text{気体定数 } R = 8.31 \times 10^3 \text{ Pa}\cdot\text{L}/(\text{K}\cdot\text{mol})$$

$$\log_{10} 2 = 0.301, \log_{10} 3 = 0.477, \log_{10} 5 = 0.699$$

$$\sqrt{2} = 1.41, \sqrt{3} = 1.73, \sqrt{5} = 2.24$$

〔I〕 つぎの文章を読んで、下記の設問に答えよ。

周期表の第2～第5周期の15族から17族元素の水素化合物は、同程度の分子量を持つ14族元素の水素化合物よりも沸点が高いことが知られている。これは、第2～第5周期の15族から17族元素の水素化合物の分子間には、水素結合が生じるためである。第2周期の15族から17族元素の水素化合物を沸点の高いほうから並べると  >  >  の順となる。これらの水素化合物の分子のなかで、 は構成する原子間の  の差が最も大きく、 の大きな分子である。

分子においては、分子中のいくらか正の電荷を帯びた  原子と、別の分子中のいくらか負の電荷を帯びた  原子とが、 的引力によって引き合うことで、分子間に水素結合が生じる。1つの水素結合の強さは、分子を構成する原子間の  の差の大きさで決まる。

〔あ〕 分子においては、固体中では、分子1個当たり 〔か〕 個の別の分子と水素結合によって引き合うことで、 〔D〕 構造をとっている。そのため 〔あ〕 では、液体に比べて固体のほうが 〔E〕 が小さいことが特徴である。

酢酸は水素結合によって二量体を形成する。そのため、酢酸の沸点は、同程度(a)の分子量を持つアルコールである1-プロパノールの沸点よりも高い。

また、生体において、遺伝情報の継承を担うDNAは、リン酸、糖および4種(b)(c)類の塩基を基本単位とした化合物が縮合重合した高分子化合物である。DNAは、この高分子化合物の鎖が2本集まって特殊な立体構造(d)をとっている。この立体構造は、2本の高分子鎖間の特定の塩基どうしの水素結合により、安定に保たれて(f)いる。

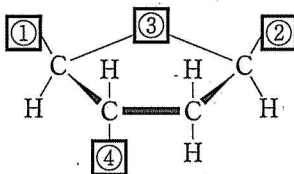
1. 空欄(A)~(E)に入る適切な語句を下記の中から選び、記せ。

共有結合	電子親和	静電気	ファンデルワールス
イオン化傾向	第一イオン化エネルギー		電気陰性度
極性	正八面体	直方体	正四面体
体心立方	面心立方	水素	酸素
質量	密度	体積	

2. 空欄(あ)~(か)に入る適切な元素記号、数字もしくは分子式を記せ。

3. 下線部(a)について、二量体の構造式を記せ。ただし、水素結合は点線・・・で記すこと。

4. 下線部(b)について、DNAを構成する糖の名称を記せ。また、この糖の構造を示した下図において、空欄①~④に入る適切な原子の元素記号もしくは官能基の構造式を記せ。



5. 下線部(c)の4種類の塩基の名称を五十音順に記せ。

## 化学

6. 下線部(d)の化合物の名称を記せ。
7. 下線部(e)の構造の名称を記せ。
8. 下線部(f)について、塩基どうしの組み合わせとして適切なものを2組記せ。

〔Ⅱ〕 つぎの文章を読んで、下記の設問に答えよ。計算はすべて有効数字2桁で求めよ。

下の表は物質Aの飽和蒸気圧と温度の関係を示したものである。この物質Aを用いて次のような操作を行った。

- (操作1) 図のような内容積を変えられることができる密閉容器に、ヘリウムと物質Aを0.200 molずつ入れて、内容積を8.31 L、温度を97.0℃に保った。
- (操作2) 操作1を行った後に、内容積を8.31 Lに保ったまま、27.0℃まで冷却した。
- (操作3) 操作1を行った後に、温度を97.0℃に保ったまま、容器の内容積を減少させた。

ただし、ヘリウム及び物質Aの気体は理想気体であるものとし、操作によって液体が生じた場合は、液体の体積は無視できるものとする。また、ヘリウムと物質Aは反応することはない、ヘリウムは物質Aの液体には溶解しないものとする。

表 物質Aの飽和蒸気圧

温度[℃]	飽和蒸気圧[Pa]
27.0	$9.00 \times 10^3$
97.0	$2.77 \times 10^5$

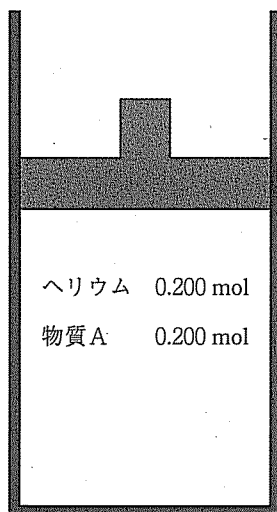


図 内容積が変えられる密閉容器

## 化学

1. 操作1を行ったあとの容器内の全圧[Pa]を求めよ。
2. 操作2のとき、67.0℃ではじめて物質Aの液体が生じたとすると、物質Aの67.0℃における飽和蒸気圧[Pa]を求めよ。
3. 操作2を行ったあとに液体となっている物質Aの物質質量[mol]を求めよ。
4. 操作3のとき、物質Aの液体が生じ始める時の容器内の全圧[Pa]と内容積[L]を求めよ。
5. 蒸気圧に関する記述として誤りを含むものをつぎの①～⑤の中から2つ選び、番号で記せ。
  - ① 高山の山頂で地上よりも水の沸点が低くなるのは、大気圧が低く、大気圧と水の蒸気圧が等しくなる温度も低くなるためである。
  - ② 一定温度における液体の蒸気圧は物質ごとに決まっており、液体の量や気体の占める体積に関わらず一定である。
  - ③ 真空の容器に水だけを入れて密封した場合と、空気の入った容器に水を入れて密閉した場合とで、温度が同じであれば水の蒸気圧は等しい。
  - ④ 大気中に放置したビーカー内の水が蒸発して、しだいにその量が減少するのは、ビーカー近くの水蒸気の圧力が、その温度におけるビーカー内の水の蒸気圧より高くなっているためである。
  - ⑤ 蒸気圧が一定となっている密閉容器内では、一度蒸発した分子は液体中に戻ることはない。

〔Ⅲ〕 つぎの文章を読んで、下記の設問に答えよ。

ただし、25.0℃における酢酸の電離定数  $K_a$  は  $2.70 \times 10^{-5}$  mol/L とし、

25.0℃における水のイオン積  $K_w$  は  $1.00 \times 10^{-14}$  mol<sup>2</sup>/L<sup>2</sup> とする。

酢酸は、水溶液中ではその一部が電離し、次のような電離平衡が成り立っている。



酢酸の電離定数  $K_a$  は、

$$K_a = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-][\text{H}^+]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]}$$

となる。また酢酸水溶液のモル濃度を  $c$  [mol/L]、電離度を  $\alpha$  とすると、 $\alpha$  は 1 に比べてきわめて小さいので  $1 - \alpha$  を 1 と近似できるため、

$$K_a = \boxed{\text{(a)}} \quad (2)$$

と表すことができる。

一方、酢酸ナトリウムは、水溶液中では次のようにほぼ完全に電離している。



しかし一部の酢酸イオンは加水分解し、以下の電離平衡が成り立っている。



$[\text{H}_2\text{O}]$  は定数とみなせるので、この加水分解定数  $K_h$  は

$$K_h = \frac{[\text{CH}_3\text{COOH}][\text{OH}^-]}{[\text{CH}_3\text{COO}^-]} \quad (5)$$

となる。

ここで水のイオン積  $K_w$  と酢酸の電離定数  $K_a$  を用いると、

$$K_h = \boxed{\text{(b)}} \quad (6)$$

となる。ただし加水分解している酢酸イオンの割合はきわめて小さいとみなせるものとする。

1. (a)および(b)に入る適切な式を記せ。
2. (2)式を利用して 25.0℃における  $3.00 \times 10^{-2}$  mol/L の酢酸水溶液の酢酸の電離度と水素イオン濃度 [mol/L] を有効数字 2 桁で求めよ。

## 化学

3. (6)式を利用して  $25.0\text{ }^{\circ}\text{C}$  における  $1.00 \times 10^{-2}\text{ mol/L}$  の酢酸ナトリウム水溶液の水素イオン濃度  $[\text{mol/L}]$  を有効数字 2 桁で求めよ。
4.  $25.0\text{ }^{\circ}\text{C}$  における  $3.00 \times 10^{-2}\text{ mol}$  の酢酸と  $1.00 \times 10^{-2}\text{ mol}$  の酢酸ナトリウムが溶けている  $1.00\text{ L}$  の水溶液の pH を求めよ。ただし、pH は小数点以下第 1 位まで求めよ。

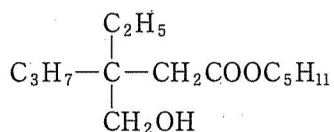


〔IV〕 つぎの文章を読んで、下記の設問に答えよ。

油脂A 21.5 g を完全に加水分解するのに必要な水酸化ナトリウムの質量は 3.00 g であった。油脂Aには不斉炭素原子が1個存在した。また、油脂A 64.5 g にニッケル触媒を用いて完全に水素を付加させると、標準状態で 1.68 L の水素を吸収し、油脂Bに変化した。油脂Bには不斉炭素原子は存在しなかった。得られた油脂Bに水酸化ナトリウム水溶液を加えて加熱したところ、化合物Cと2種類の直鎖脂肪酸DおよびEのナトリウム塩が得られた。脂肪酸DとEのナトリウム塩の物質量の比は2:1であった。脂肪酸D 35.5 mg を酸素気流中で完全燃焼させ、発生した気体を塩化カルシウム、続いてソーダ石灰に通じたところ、塩化カルシウムには 40.5 mg、ソーダ石灰には 99.0 mg の気体が吸収された。

1. 油脂Aの分子量を求めよ。
2. 油脂Aの1分子中に含まれる炭素原子間の二重結合の数はいくつか。
3. 化合物Cの名称を記せ。
4. 脂肪酸Dの完全燃焼の化学反応式を記せ。なお、脂肪酸Dは、示性式で記せ。
5. 脂肪酸Eの示性式を記せ。
6. 油脂Aの構造式を例にならって記せ。また、不斉炭素原子を○で囲め。

(例)



## 化学

7. 油脂A, 化合物Cおよび脂肪酸Dに関する記述として誤りを含むものを, つぎの①~⑧の中から2つ選び, 番号で記せ。
- ① 油脂Aはエステル結合をもつ。
  - ② 化合物Cは水と任意の割合で溶け合う。
  - ③ 脂肪酸Dのナトリウム塩の水溶液は弱塩基性を示す。
  - ④ 脂肪酸Dのナトリウム塩は, カリウムイオン  $K^+$  と反応して水に難溶性の塩をつくる。
  - ⑤ 脂肪酸Dと強塩基との反応をけん化という。
  - ⑥ 脂肪酸Dのナトリウム塩をある濃度以上で水に溶かすと, 疎水性部分を内側, 親水性部分を外側に向けて集まりコロイド粒子をつくる。
  - ⑦ 脂肪酸Dのナトリウム塩は水の表面張力を小さくするはたらきをもつ。
  - ⑧ 脂肪酸Dのナトリウム塩の水溶液に油を加えて振り混ぜると乳化する。