

2021年度 第2期学力入学試験・  
大学入学共通テスト併用型入学試験

## 1 時間目

# 生物・化学

2021年3月4日

14時00分～15時00分

### 注意事項

1. 獣医学類の受験生が解答すること。
2. 生物または化学のいずれか1科目を解答すること。
3. 化学には計算用紙が1枚ある（電卓等の使用は認めない）。
4. 解答用紙に受験番号を記入すること。記入のないものは無効とする。

酪農学園大学

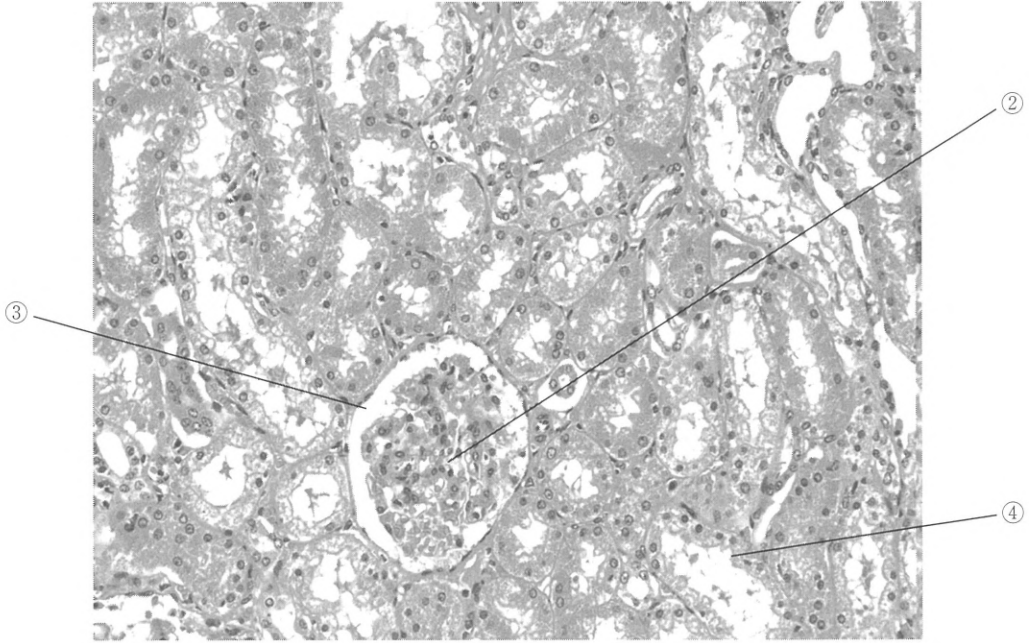
生 物

## 生 物

[I] 次の文章を読み、問に答えよ。

腎臓の内部には尿を生成する(①)という構造上と機能上の単位がある。腎臓1つの中に、ヒトでは約100万個、イヌでは約40万個、ネコでは約20万個の(①)があり、(②)、(③)、(④)からなる。(②)と(③)の両方を(⑤)という。大動脈から分かれた腎動脈により血液が腎臓へ送られ、(②)を通過するとき血球とタンパク質を除いた成分が(③)の中へ(⑥)される。この(⑥)されてできた液体のことを(⑦)といい、(④)から(⑧)にいたり、尿となる。(⑧)の先端は腎盂(じんう)に開口しており、尿は輸尿管(尿管)、ぼうこう、尿道を経て排出(排尿)される。この一連の過程で血液中の塩類濃度は一定の範囲に保たれるように調節されている。一時的に、血液の $\text{Na}^+$ 濃度が上昇すると間脳の(⑨)にある水分を調節する中枢が刺激され、脳下垂体の(⑩)から(⑪)というホルモンが分泌される。(⑪)は腎臓の(⑫)に作用し、水の(⑬)を促すことで血液の $\text{Na}^+$ 濃度を低下させる。これとは逆に、血液の $\text{Na}^+$ 濃度が低下した場合は、副腎皮質の細胞から(⑭)というホルモンが分泌される。このホルモンは(⑫)や(⑮)での $\text{Na}^+$ の(⑬)を促進しつつ、 $\text{K}^+$ の排出を促し、血液の $\text{Na}^+$ 濃度の低下を防ごうとする。

問 図はイルカの腎臓組織写真である。この図を参考に、文中の(①)～(⑮)にあてはまる最も適切な語を答えよ。ただし同じ語を何回使用しても良い。また組織写真の②～④と文中の(②)～(④)の語は対応している。



図

〔Ⅱ〕 次の文章を読み、各問に答えよ。

生物の個体数が増加することを個体群の成長という。例えば、ショウジョウバエを容器の中で飼育すると、最初は指数関数的に個体数が増加するが、やがて増加速度が落ちてほぼ一定の個体数に落ち着く。この値を（ ① ）という。こうした現象は、密度が増加するに伴って、個体群の成長が抑えられるような作用がはたらくために起こる。このように、個体群密度の変化に伴って個体群の性質が変化することを（ ② ）という。

上の例とは反対に、あるレベルの密度までは、密度が高いほど個体群の成長が促進されることが知られている。これは（ ③ ）の（ ② ）または提唱者名をつけて（ ④ ）とよばれている。この現象は、<sup>(a)</sup>密度が低いほど個体群の成長が低くなる現象と言い換えることもできる。<sup>(b)</sup>野外で完全または地域的に絶滅してしまった動物を自然界に復帰させるために、飼育個体や他地域の個体などを絶滅地域に放す取り組みが行われることがあるが、必ずしもうまくいかない。その理由のひとつとして、放した動物の個体数が個体群を維持するには少なすぎるものがあげられる。

問1 文中の（ ① ）～（ ④ ）にあてはまる最も適切な語を答えよ。

問2 下線部(a)の現象が生じやすい動物の特徴のひとつに、群れで生活する習性があげられる。その理由を、次の6つの語句をすべて使って200字以内で説明せよ。

〔語句〕 繁殖、採食、警戒、死亡、防衛、競争

問3 下線部(b)のような取り組みが日本で行われている鳥類の種名（和名）を2つ答えよ。

〔Ⅲ〕 次の文章を読み、各問に答えよ。

ヒトの網膜には、うす暗い場所ではたらく( ① )細胞と、おもに明るい場所ではたらく( ② )細胞の2種類の視細胞がある。また、( ② )細胞は、最もよく吸収する光の( ③ )の違いによって3種類ある。( ① )細胞には、( ④ )という視物質が含まれており、( ⑤ )という光の吸収にはたらく分子と、( ⑥ )というタンパク質からなる。

問1 文中の( ① )～( ⑥ )にあてはまる最も適切な語を答えよ。

問2 視神経が網膜を貫き、視細胞が分布していない部分を何というか答えよ。

問3 文中の( ② )細胞が最も多く分布している網膜の部位を何というか答えよ。

問4 ウシは生体内でビタミンAを合成することができず、飼料として供給されている。飼料中のビタミンAが不足した場合、ビタミンA欠乏症を発症してしまうことがあるため、注意が必要である。ビタミンA欠乏症を発症したウシに現れる視覚の異常とその理由について60字以内で答えよ。

生	5
---	---

■  
■  
〔IV〕 次の文章を読み、各問に答えよ

**著作権処理の関係で非公表**

生	6
---	---





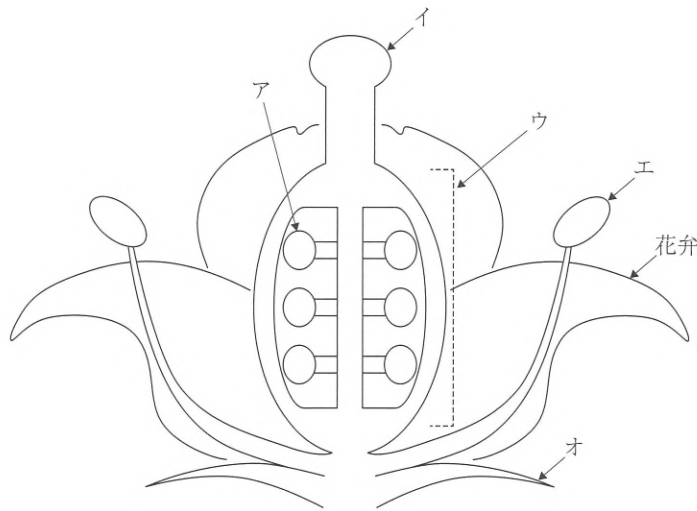
〔V〕 次の文章を読み、各問に答えよ。

<sup>(a)</sup>被子植物では胚珠内に<sup>(b)</sup>胚のう母細胞ができると、ここから<sup>(c)</sup>胚のう細胞を含む4つの細胞が生じる。胚のう細胞では( ① )回の核分裂の後に複数の核ができ、そのうちの1つの核が<sup>(d)</sup>卵細胞の核となる。残りの核からは<sup>(e)</sup>極核などが生じる。花粉がめしべの( ② )に付くと、花粉から胚珠に向かって花粉管が伸びる。このとき多くの被子植物では花粉内の<sup>(f)</sup>雄原細胞が分裂して<sup>(g)</sup>精細胞となり、これが花粉管内を移動して胚珠内の卵細胞と融合し、<sup>(h)</sup>受精卵を生じる。同時に極核は<sup>(i)</sup>重複受精により<sup>(j)</sup>胚乳核を生じる。その後、胚珠内の受精卵と胚乳核はそれぞれ胚と胚乳となり、やがて胚珠は<sup>(k)</sup>種皮に囲まれた種子に発達する。

問1 文中の( ① )にあてはまる最も適切な数値を答えよ。

問2 文中の( ② )にあてはまる最も適切な語を漢字2字で答えよ。

問3 図は下線部(a)の被子植物の花の断面を示す。子房にあたる部位として最も適切な記号を図のア～オのうちから1つ選び記号で答えよ。また子房が発達して形成されるものの名称を漢字2字で答えよ。



図

問4 下線部(b)~(h), (j), (k)のうち, 核相が $n$ と $2n$ のものをすべて選び, (b)や(c)などのように記号で答えよ。

問5 下線部(i)の重複受精に関する次のア~オの記述のうちから正しいものをすべて選び, 記号で答えよ。ただしあてはまる記号がなければ解答欄に「なし」と記入せよ。

- ア. 重複受精では極核が精細胞の核と融合する。
- イ. 重複受精では極核が花粉管細胞の核と融合する。
- ウ. ナズナやエンドウのような無胚乳種子を作る植物は重複受精をしないため, 胚乳が形成されない。
- エ. 重複受精は被子植物のみに見られる。
- オ. 被子植物のうち, 単子葉類のイネやトウモロコシは重複受精をしない。

〔VI〕 次の文章 A と B を読み、各問に答えよ。

〔文章 A〕

細胞は分裂によって新しい細胞をつくる。真核生物の細胞では通常、染色体や紡錘糸などの形成がみられる有糸分裂によって分裂がおこなわれ、有糸分裂には、<sup>(a)</sup>体細胞分裂と減数分裂がある。

問1 下線部(a)について、動物の体細胞分裂過程における各期の名称と細胞内の様子の組み合わせを示した。次のア～オのうちから誤っているものをすべて選び、記号で答えよ。

- | (名称)  | (各期の細胞内の様子)                      |
|-------|----------------------------------|
| ア. 後期 | 各染色体が分離し、両極に移動する。                |
| イ. 中期 | 紡錘糸からなる紡錘体が形成され、染色体が紡錘体の赤道面に並ぶ。  |
| ウ. 前期 | 染色体が太く凝集し、観察されるようになる。            |
| エ. 終期 | 体細胞分裂が開始され、細胞板が形成される。            |
| オ. 間期 | 染色体は細くほどけた状態であり、光学顕微鏡の下では観察されない。 |

問2 ある植物の体細胞分裂の盛んな組織のプレパラート標本を作製した。その標本で観察できる細胞数を、細胞周期の時期ごとに分けて計測したところ、表に示す結果となった。なお、観察した細胞数は合計で500個である。観察した細胞の細胞周期に要する時間は20時間とし、それぞれの時期の細胞数は、その時期にかかる時間の長さに比例するものとする、その細胞の分裂期に要する時間を数字で答えよ。

表

間期	400 個
前期	50 個
中期	25 個
後期	10 個
終期	15 個

## 〔文章 B〕

DNA の複製では、もとの 2 本の鎖がほどけ、それぞれを鋳型として新しい DNA が作られる。DNA 複製のしくみを明らかにするため、<sup>(b)</sup>1958 年に ( X ) は質量の異なる窒素原子を用いて以下に示す実験を行った。なお、この実験で用いた質量の異なる窒素原子とは天然に安定的に存在する<sup>14</sup>N と<sup>15</sup>N であり、<sup>15</sup>N は<sup>14</sup>N に比べ質量が大きい。<sup>(c)</sup>培地に含まれる窒素は大腸菌の菌体成分として利用され、その一部は DNA の素材となる。大腸菌を<sup>15</sup>N が唯一の窒素源として含まれる培地 (<sup>15</sup>N 培地) で何代も培養し、得られた大腸菌を 0 代目として、<sup>14</sup>N のみが窒素源として含まれる培地 (<sup>14</sup>N 培地) に移して再び培養した。分裂のたびに世代数を重ねることとし、大腸菌から DNA を抽出し、塩化セシウム密度勾配遠心法でその比重を調べた。

まず、0 代目から 3 代目までの大腸菌からそれぞれ DNA を取り出し、遠心法で比重を調べることにした。遠心法で用いる遠心管の模式図を図 1 に示した。下方が遠心管の底部にあたる。図 1 は、0 代目の大腸菌から取り出した DNA が入った遠心管、および 0 代目と 2 代目のそれらから取り出した DNA を混合したものを遠心法に供した後の遠心管であり、DNA の存在を示す部分 (バンド) を遠心管内の太線で表している。なお、図 1 や、問 4 の図 2 で示した遠心管内の太線の太さと DNA の量は必ずしも一致しない。

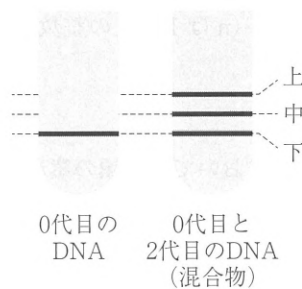


図 1

問 3 下線部(b)について、この実験を通し明らかにされた DNA の複製様式を何とよぶか、答えよ。また、その実験にかかわった科学者 ( X ) を次のア～オのうちから 1 つ選び、記号で答えよ。

- ア. コナーラ                      イ. コンバーグ                      ウ. メセルソンとスタール  
エ. ニーレンバーグ              オ. ワトソンとクリック

問4 1代目と3代目の大腸菌から取り出したDNAを別々に遠心法で分離した。これらの分離されたDNAのバンドパターンとして適するものを、図2のア～キの中からそれぞれ選び記号で答えよ。

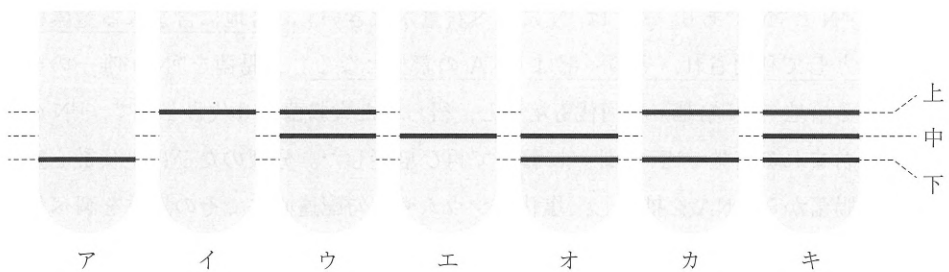


図2

問5 2代目の大腸菌から取り出したDNAを遠心法で分離した。そのときのDNAのバンドパターンとして適するものを図2のア～キのうちから選び、記号で答えよ。また、この遠心法によって分離された2代目のDNAについて、図に示す「上」、「中」、「下」の各位置に分かれるDNAの分子数の比(存在比)を、[上:中:下]とするとどう表すことができるか、数値で答えよ。また、n代目(nは1以上の整数)のDNAでは、同じくその存在比をどのように表すか、答えよ。

問6 下線部(c)について、この実験において二種類の窒素( $^{14}\text{N}$ と $^{15}\text{N}$ )を用いたが、この実験における窒素に関する記述のうち正しいものを次のア～エのうちからすべて選び、記号で答えよ。

- ア. 窒素はDNAのデオキシリボースの構成成分となる。
- イ. 窒素はDNAの塩基のうち、グアニンのみの構成成分となる。
- ウ. 窒素はDNA構成成分のリン酸と結合する。
- エ. 窒素はDNAの塩基の構成成分となる。



化 学

## 化 学

(1) 次の文章を読んで、続く問いに答えよ。

原子核を取り巻く電子が存在できる空間の層は、電子殻とよばれる。電子殻はエネルギーの低い順からK殻、L殻、M殻、N殻とよばれる。それぞれの電子殻には、電子が入ることのできる軌道とよばれる場所が1つ以上あり、1つの軌道は、電子を2個まで収容することができる。図1に示すように、元素記号に最外殻電子を点で書き添えたものは電子式とよばれる。電子はなるべく対にならないように軌道に収容される。



図1

対になっていない電子は( ① )とよばれ、その数は( ② )に等しい。

K殻では2個、L殻では8個、M殻では( ③ )個、N殻では32個まで電子が収容される。例えば、第1～第3周期の典型元素で最外殻に電子が7個入るのは( ④ )族元素である。

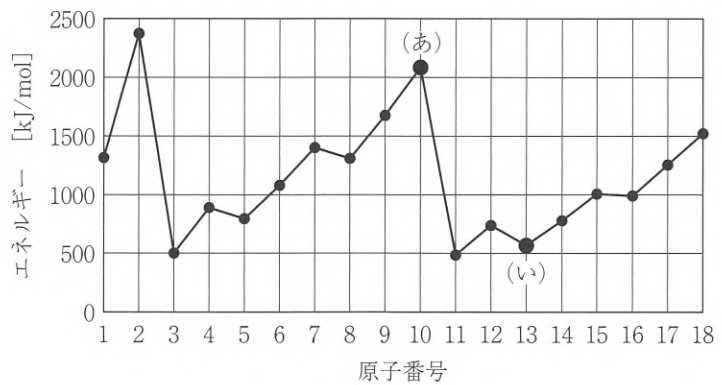


図2 第一イオン化エネルギー

。最外殻に1から7個までの電子がある場合、これらの電子は( ⑤ )電子とよばれる。18族に属する元素は、( ① )がなく、最外殻が( ⑥ )殻またはそれと同じような安定な状態となり、他の原子と化学結合を形成することなく安定となる。このことから、18族に属する元素は( ⑦ )原子分子として存在する。また、周期表の2族元素の原子はいずれも( ⑧ )個の( ⑤ )電子をもつ。同じ周期の1族元素の原子と比べると、2族元素の原子では、原子核の正の電荷が( ⑨ )し、原子核が最外殻電子を引きつける力が強くなる。原子から1個の電子を取り去って、1価の陽イオンにするのに必要なエネルギーを第一イオン化エネルギーとよぶが、2族元素の原子は1族元素の原子と比べて原子核が最外殻電子を引きつける力が強いので、1族元素の原子よりも第一イオン化エネルギーは( ⑩ )なり、原子の大きさは( ⑪ )なる。また、同じ周期の1族元素の原子と比べて、1原子当たりの自由電子の数が( ⑫ )なるため、金属結合の強さは( ⑬ )なる。

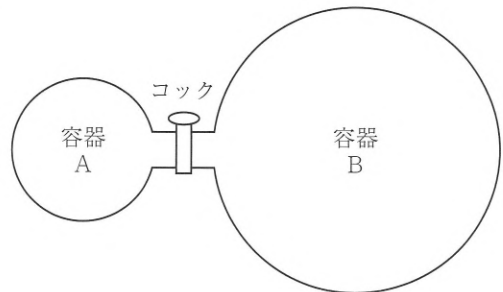
- 1) ( ① )～( ⑧ ) に適する語句あるいは数値を答えよ。
- 2) ( ⑨ )～( ⑬ ) に当てはまる語句の組合せを、次の a)～f) の中から1つ選び、記号で答えよ。
- a) ⑨：増大    ⑩：大きく    ⑪：大きく    ⑫：多く    ⑬：弱く
- b) ⑨：増大    ⑩：大きく    ⑪：小さく    ⑫：多く    ⑬：強く
- c) ⑨：増大    ⑩：小さく    ⑪：大きく    ⑫：少なく    ⑬：弱く
- d) ⑨：減少    ⑩：小さく    ⑪：小さく    ⑫：少なく    ⑬：強く
- e) ⑨：減少    ⑩：大きく    ⑪：大きく    ⑫：少なく    ⑬：弱く
- f) ⑨：減少    ⑩：小さく    ⑪：小さく    ⑫：多く    ⑬：強く
- 3) 図2中の(あ)および(い)で示された原子の最外殻電子数をそれぞれ答えよ。
- 4) 分子も電子式を用いて表すことができる。水素、炭素、窒素各原子1個ずつからなる分子の電子式を示せ。



(2) 次の I, II の問いに答えよ。

I. 次の文章を読んで、続く問いに答えよ。計算結果は有効数字2桁で示せ。また、原子量は  $H=1.0$ ,  $C=12$ ,  $O=16$  を用い、気体定数は  $R=8.3\times 10^3 \text{ Pa}\cdot\text{L}/(\text{mol}\cdot\text{K})$  とせよ。

右の図のように耐圧容器 A および B がコック付きガラス管で連結されている。左側の容器 A の体積は  $2.0\text{L}$  でメタン  $0.64\text{g}$  が封入されている。右側の容器 B の体積は  $8.0\text{L}$  で酸素が  $1.0\times 10^5 \text{ Pa}$  で封入されている。どの容器も温度  $27^\circ\text{C}$  に保たれている。メタン、酸素は理想気体として扱う。コック付きガラス管の部分および液体の水の体積は無視できるものとする。

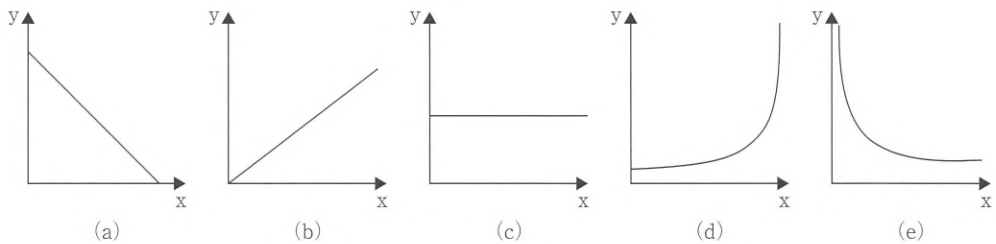


- 1) 容器 B 内の酸素の密度  $[\text{g/L}]$  を答えよ。
- 2) コックを開いてメタンと酸素を完全に混合したとき、混合気体中のメタンの分圧  $[\text{Pa}]$  および混合気体の全圧  $[\text{Pa}]$  をそれぞれ答えよ。ただし、混合の際、温度変化、化学反応はないものとする。
- 3) コックを開いた状態でメタンを完全に燃焼させた。燃焼後の温度を  $27^\circ\text{C}$  に戻したところ容器内に水滴が確認された。 $27^\circ\text{C}$  での水の飽和水蒸気圧を  $3.6\times 10^3 \text{ Pa}$  とし、気体の水への溶解および水滴の体積は無視できるものとする。このときの水蒸気として存在する水の物質質量  $[\text{mol}]$  および容器内の全圧  $[\text{Pa}]$  を答えよ。

II. 次の文章を読んで、続く問いに答えよ。

理想気体について、物質質量と温度が一定のときの気体の圧力  $x$  と体積  $y$  との関係を示したものが ( ① ) の図である。この関係は ( A ) の法則として知られている。また、物質質量と圧力が一定のときの気体の絶対温度  $x$  と体積  $y$  との関係を示したものが ( ② ) の図である。この関係は ( B ) の法則として知られている。物質質量と温度が一定のときの気体の圧力  $x$  と、圧力と体積の積  $y$  との関係を示したものが ( ③ ) の図である。

1) 文章中の ( ① ) ~ ( ③ ) に適する図を以下の(a)~(e)のグラフから選び、記号で答えよ。



2) 文章中の ( A ) および ( B ) に当てはまる人物名をそれぞれ答えよ。

(3) 次の文章を読んで、続く問いに答えよ。計算結果は有効数字4桁で示せ。

ベンゼンは、1825年に鯨油を熱分解したときの生成物の中から発見され、1834年にその分子式  $C_6H_6$  が確認された。その後、1865年にフリードリヒ・ケクレによって、炭素原子からなる六員環構造をもち、各炭素原子に1つずつ水素原子が結合し、さらに、炭素原子間には単結合と二重結合が交互に配列した「ベンゼンの環状構造式」が提案された。しかし、ケクレが考えたこの「1,3,5-シクロヘキサトリエン」の構造では、分子が正六角形にはならないと考えられる。

熱したニッケルを触媒としてベンゼンに高温の水素を反応させると、シクロヘキサンが生じる。このときの熱化学方程式は実測値より①のように表される。



また、シクロヘキセン(二重結合を1つもつ)に水素を付加させてもシクロヘキサンが生じる。シクロヘキセンに水素を付加させるときの熱化学方程式は②のように表される。

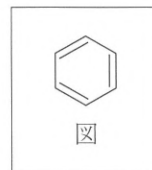


一方、液体のベンゼンが完全燃焼して二酸化炭素(気体)と水(液体)が生じるときの燃焼熱は、実験による測定結果より  $3268 \text{ kJ/mol}$  であることがわかっている。

結合エネルギーを、 $C-C: 348.0 \text{ kJ/mol}$ ,  $C=C: 607.0 \text{ kJ/mol}$ ,  $C-H: 413.0 \text{ kJ/mol}$ ,  $O=O: 498.0 \text{ kJ/mol}$ ,  $C=O: 802.0 \text{ kJ/mol}$ ,  $O-H: 463.0 \text{ kJ/mol}$  とし、ベンゼン、水、1,3,5-シクロヘキサトリエンの蒸発熱をそれぞれ  $32.00 \text{ kJ/mol}$ ,  $44.00 \text{ kJ/mol}$ ,  $32.00 \text{ kJ/mol}$  とし、以下の問いに答えよ。

- 1) 下線部について、1,3,5-シクロヘキサトリエンの構造はどのような形状になると考えられるか。正六角形ではないことが明確になるように構造式で答えよ。
- 2) ②に基づいて、 $C=C$  結合に水素が付加するときの反応熱が全て  $121.0 \text{ kJ/mol}$  であると仮定すると、1,3,5-シクロヘキサトリエンに水素が付加してシクロヘキサンになるときの反応熱は①のものとは比べてどれだけ大きいか答えよ。
- 3) 1,3,5-シクロヘキサトリエン(液体)の燃焼熱を答えよ。
- 4) ベンゼンの結合エネルギーの和を答えよ。
- 5) ベンゼン環をつくっている炭素原子間の結合エネルギーを答えよ。

(4) 次の文章を読んで、続く問いに答えよ。ただし、ベンゼン環の構造式は図にならって表せ。



フェノール類にはフェノール、ナフトール、クレゾールなどがある。

フェノールのヒドロキシ基は、アルコールとは異なり水溶液中でわずかに、

( ① ) と水素イオンに電離し、弱酸性を示す。フェノールは電離度が小さく、また、( ② ) 性のベンゼン環の部分の影響が大きいので、水にはやや溶けにくい。が、(a) 水酸化ナトリウム水溶液とは中和し、塩をつくって溶ける。さらに、(b) この塩の水溶液に二酸化炭素を通じると、フェノールが遊離する。また、アルコールと共通の性質をもち、ナトリウムなどイオン化傾向の大きい金属と反応して塩をつくり、( ③ ) を発生する。また、酸無水物と反応して( ④ ) をつくる。

フェノールは、常温では無色の結晶で、湿った空气中に放置するとその水分を吸い、溶ける。この現象を( ⑤ ) とよぶ。(c) フェノール水溶液に十分量の臭素水を加えると、白色沈殿が生じる。

- 1) 文章の空欄 ( ① ) ~ ( ⑤ ) に適する語句を答えよ。
- 2) 下線部(a)~(c)の反応について、それぞれ化学反応式を用いて示せ。
- 3) クレゾールの異性体のうち、フェノール類以外のものを2つ、構造式で答えよ。



2021年度 第2期学力入学試験・  
大学入学共通テスト併用型入学試験  
問題訂正（正誤表）

【該当学類】 獣医学類

科目 生 物

生9 ページ

11 行目

(誤) ウ. 前期 染色体が太く凝集し、

(正) ウ. 前期 染色体が太く凝縮し、

2021年度 第2期学力入学試験・  
大学入学共通テスト併用型入学試験  
問題訂正（正誤表）

【該当学類】 獣医学類

科目 化学

化6 ページ

4 行目

(誤) フェノールのヒドロキシ基は、アルコールとは異なり

(正) フェノールは、アルコールとは異なり