令和６年度　　生命理工情報学部　生命化学科
学校推薦型選抜　総合問題

【注　意】

1　机上に受験票を提示しておくこと。

2　監督者の指示があるまで，この冊子を開いてはいけない。

3　解答は必ず別紙の解答用紙の指定された箇所に横書きで記入すること。

4　解答用紙の所定の欄に受験番号・氏名を必ず記入すること。
受験番号・氏名が記載されていない答案は無効となる場合がある。

5　この冊子は，問題（14 ページ）および解答用紙（7 枚）からなっている。

6　この冊子のうち，落丁・乱丁，印刷の不鮮明な箇所があれば，手をあげて申し出ること。

7　満点は 100 点である。

8　試験時間中の退室は認めない。

9　問題冊子は持ち帰ること。

1 昨今，世界中でゲノム編集（Genome Editing）が注目を集めている。次の英文を読み，問1～問7に答えなさい。（25点）

（著作権の関係で不掲載）

(molecular：分子の，manipulate：操作する，organism：生物，Cas9 endonuclease：Cas9エンドヌクレアーゼ，guide RNA：ガイドRNA，transcript：転写物，CRISPR-Cas9 technology：CRISPR-Cas9ゲノム編集技術，manipulation：操作，therapeutics：治療法，mutation：変異，hematopoietic stem cells：造血幹細胞，ethical：倫理的な，societal：社会的な)

(出典：Scientific Background on the Nobel Prize in Chemistry 2020 by The Royal Swedish Academy of Sciences "A TOOL FOR GENOME EDITING" より抜粋，改変)

問1　(　A　)と(　B　)にはそれぞれ，DNAの二重らせん構造を発見し，後にノーベル生理学・医学賞を受賞した科学者の人名が入る。科学者の人名を日本語で答えよ。なお，(　A　)と(　B　)の順番は問わない。

問2　下線部(a)の英文を日本語に訳しなさい。

問3　(　C　)に入る語句として最も適切なものを，以下の中から1つ選びなさい。

still，any more，no longer，however

問4　2つの下線部(b)のtheyはいずれも同じ語句を指す。theyが指す語句を，本文中の英単語一語で答えよ。

問５　下線部(c)に関して，近年，世界中で農作物や養殖魚に対するゲノム編集が盛んに行われており，ゲノム編集食品として流通を許可する事例が増えてきている。国内でも既に，ゲノム編集食品として厚生労働省に受理され，流通が許可されている農作物や養殖魚がある。令和５年11月25日時点において，国内で流通が許可されているゲノム編集食品を１つ答えなさい。

問６　下線部(d)の日本語訳は鎌状赤血球貧血症である。鎌状赤血球貧血症について書かれた以下の文章を読み，（　ア　）～（　エ　）に入る最も適切な語句を答えなさい。

鎌状赤血球貧血症は，赤血球の（　ア　）というタンパク質に異常が見られる遺伝的疾患である。鎌状赤血球貧血症の患者では，（　ア　）を構成する２種類（α鎖とβ鎖）のポリペプチドのうち，β鎖の遺伝子の１か所で突然変異の１つである（　イ　）が起こっている。これにより，転写の過程では，β鎖の６番目のアミノ酸を指定する（　ウ　）のコドンがGAGからGUGに変化し，翻訳されるアミノ酸がグルタミン酸からバリンへと変わる。その結果，タンパク質の立体構造が変化し，赤血球の変形とともに貧血症が引き起こされる。鎌状赤血球貧血症は，重い貧血を引き起こす一方で，（　エ　）にかかりにくいという性質がある。

問７　下線部(e)の英文を日本語に訳しなさい。

（余　白）

2 次の文章を読み，問１～問８に答えなさい。 (25 点)

（著作権の関係で不掲載）

（出典：Atkins' Physical Chemistry, 11th Edition より抜粋，改変）

地表にある物体は空気による圧力，つまり大気圧を受ける。水中の物体も水による圧力，水圧を受ける。今，高さ h（m），底面積 S（m^2）の円筒容器に満たされた水が，容器の底面に及ぼす水圧 p_w（Pa）を計算してみよう。水の密度を ρ（kg/m^3）とすると，容器内の水の質量 m（kg）は $m =$（　ア　）である。水全体が底面に及ぼす力 F_w（N）は，重力加速度を g（m/s^2）とすると，$F_w =$（　イ　）$\times h$ と書けるので，水圧は $p_w =$（　ウ　）$\times h$ と表すことができる。水面では常に大気圧 p_a（Pa）がはたらいていることを考えると，(b)実際の圧力は p_w と大気圧 p_a の和になる。

温度とは熱運動の激しさを表す尺度である。物体と外部との間を出入りして，温度変化の原因となる熱運動のエネルギーが熱量である。(c)単位質量の物質の温度を１K だけ上昇させるのに必要な熱量をその物質の比熱という。気体の温度を上げるには，気体に熱を与える他に，気体に外部から仕事をしても良い。気体が外部から吸収した熱量を Q（J），外部からされた仕事を W（J）とすると，気体が外部から吸収した熱量と外部からされた仕事の和は気体の内部エネルギーの変化（ΔU）に等しくなる。この関係を熱力学第１法則とよび，次式で表される。

（　エ　）＝（　オ　）＋（　カ　）

今，なめらかなピストンのついたシリンダー内に気体を入れたとする。(d)<u>この気体に 4.0×10^{2} J の熱を加えたところ，体積が 2.0×10^{-3} m^{3} 膨張した</u>。また，(e)<u>このシリンダー内に 2.0 mol の単原子分子理想気体を封じ込めて，外部と熱のやりとりができないようにシリンダーを断熱材で完全に覆い，ピストンを押し込んだ。このとき，2.0×10^{2} J の仕事が必要であった</u>。

問１　下線部(a)を日本語に訳しなさい。

問２　（　A　），（　B　）に入る最も適切な語句を英語で答えなさい。

問３　（　ア　）～（　ウ　）に入る最も適切な式を答えなさい。

問４　文章中にある適切な記号を（　エ　）～（　カ　）に入れ，式を完成させなさい。

問５　下線部(b)に関して，水深 50 m における物体が受ける圧力は何 Pa になるか。
計算過程もあわせて示しなさい。ただし，大気圧を 1.0×10^{5} Pa，水の密度を 1.0×10^{3} kg/m^{3}，重力加速度の大きさを 9.8 m/s^{2} とする。

問６　下線部(c)に関して，200 g の水の温度を 20℃から 90℃まで上昇させるのに 5.9×10^{4} J の熱量が必要であった。この結果より水の比熱を求めなさい。計算過程もあわせて示しなさい。単位も明記すること。

問 7　下線部(d)に関して，このときの気体の内部エネルギーの変化量を求めなさい。計算過程もあわせて示しなさい。ただし，大気圧を 1.0×10^5 Pa とする。

問 8　下線部(e)に関して，このときの理想気体の温度は何 K 上昇したかを求めなさい。計算過程もあわせて示しなさい。ただし，気体定数を 8.3 J/(mol·K) とする。

（余　白）

3 △ABC において，頂点 A，B，C に向かい合う辺 BC，CA，AB の長さをそれぞれ a，b，c とし，∠A，∠B，∠C の大きさをそれぞれ A，B，C とする。以下の問 1 ～問 3 に答えなさい。 (20 点)

問 1　次の英文を読み，下の設問(1)，(2)に答えなさい。

（著作権の関係で不掲載）

（出典：Math Is Fun の HP，“Pythagoras' Theorem” より抜粋，改変）

(1)　$A = 90^\circ$ のとき，下線部①で述べられている定理を等式で示しなさい。

(2)　下線部②の英文を日本語に訳しなさい。

問 2　$a = 3$，$b = 5$，$c = 7$ とするとき，△ABC の外接円の半径 R を求めなさい。

問 3　$\sin C(\cos A + \cos B) = \sin A + \sin B$ が成り立つとき，△ABC はどのような形をしているかを答えなさい。

（余　白）

4 次の問１～問３に答えなさい。 (30点)

問１ 次の物質（ａ）～（ｆ）について，下の設問(1)～(4)に答えなさい。

（ａ） NH_3（アンモニア） （ｂ） CO_2（二酸化炭素） （ｃ） C_6H_6（ベンゼン） （ｄ） H_2S（硫化水素）

（ｅ） $[Cu(NH_3)_4]^{2+}$ （ｆ） $[Zn(NH_3)_4]^{2+}$

(1) 物質（ａ），（ｂ）の電子式を例にならって示しなさい。

（例：H_2O の電子式は $\mathrm{H} : \overset{\cdot\cdot}{\underset{\cdot\cdot}{\mathrm{O}}} : \mathrm{H}$ ）

(2) 物質（ａ）～（ｆ）の分子の形を下の（ア）～（カ）から１つずつ選び，記号で答えなさい。

（ア） 正四面体 （イ） 三角錐 （ウ） 正方形 （エ） 直線 （オ） 折れ線 （カ） 正六角形

(3) 物質（ａ）～（ｄ）を極性分子と無極性分子に分類し，記号で答えなさい。

(4) 下の記述（ア）～（エ）に当てはまる最も適切な物質を，（ａ）～（ｆ）から１つずつ選び，記号で答えなさい。

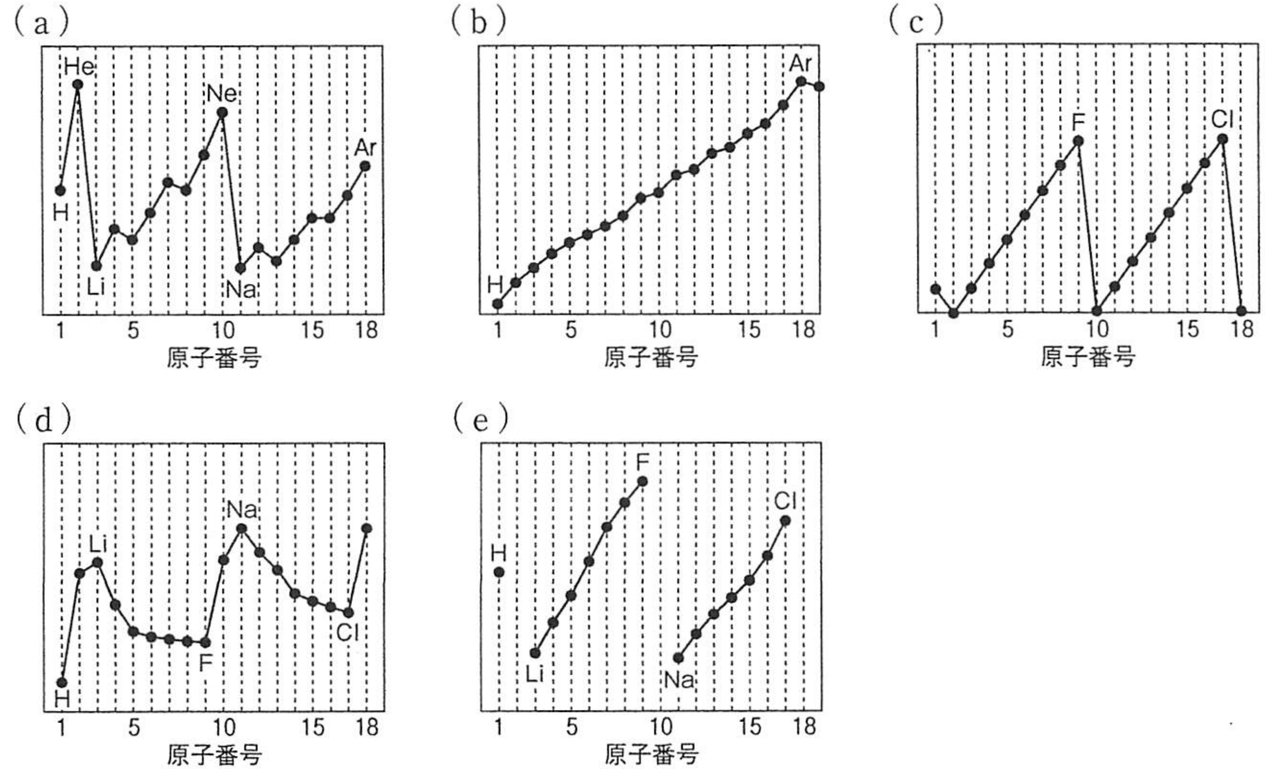
（ア） 重曹を加熱すると生じる。

（イ） 常温で気体であり，濃塩酸を付けたガラス棒を近づけると白煙を生じる。また，化学肥料の原料にも用いられる。

（ウ） 水溶液は深青色を示す。

（エ） 火山ガスに含まれる。また，還元剤としてもはたらく。

問２　下図（ａ）～（ｅ）は，原子番号と共にいろいろな性質が変化する様子を示したものである。それぞれの図がどの性質の変化を示しているかを，下の（ア）～（オ）から１つずつ選び，記号で答えなさい。



（ア）　原子量　　（イ）　価電子の数　　（ウ）　電気陰性度　　（エ）　原子の大きさ

（オ）　第一イオン化エネルギー

問 3　次の文章を読み，下の設問(1)〜(4)に答えなさい。

1884 年，（　A　）が「酸とは，水に溶けて水素イオン H^+ を生じる物質であり，塩基とは，水に溶けて水酸化物イオン OH^- を生じる物質である。」と定義した。その後 1923 年に（　B　）とローリーが互いに独立に「酸とは水素イオン H^+ を与える分子・イオンであり，塩基とは水素イオン H^+ を受け取る分子・イオンである。」と定義した。水溶液の酸性や塩基性の程度は，pH（水素イオン指数）という数値で表され，pH は水溶液中の水素イオン濃度［H^+］に基づく指標である。適切な種類の酸や塩基を①希釈したり，適切な比率で②混合することにより，様々な pH の水溶液をつくり出すことができる。

また，酸と塩基が反応し，互いの性質が打ち消されるような現象を中和という。中性の水溶液は pH が 7 であるが，中和点の pH は 7 とは限らない。たとえば，③0.10 mol/L 酢酸水溶液 10 mL に 0.10 mol/L 水酸化ナトリウム水溶液 10 mL を加えて過不足なく中和したとき，中和点で水溶液は塩基性を示し，pH は 7 よりも大きくなる。

(1)　文中の（　A　），（　B　）に入る人名を下の（ア）〜（エ）から選び，記号で答えなさい。

（ア）　アレーニウス　　（イ）　ラボアジエ　　（ウ）　ルシャトリエ　　（エ）　ブレンステッド

(2)　下線部①について，下の（ア）〜（エ）の記述のうち，正しいものをすべて選び，記号で答えなさい。

（ア）　pH 1 の塩酸を純粋な水で 10 倍に希釈すると pH 2 になる。

（イ）　pH 5 の塩酸を純粋な水で 1000 倍に希釈すると pH 8 になる。

（ウ）　0.10 mol/L 酢酸水溶液と 0.10 mol/L 酢酸ナトリウム水溶液を混合して調製した pH 4.7 の水溶液を純粋な水で 10 倍に希釈すると pH 5.7 になる。

（エ）　0.10 mol/L 塩酸と 0.10 mol/L 酢酸水溶液をそれぞれ純粋な水で，同じ割合で希釈していくとき，pH 変化が小さいのは酢酸である。

(3) 下線部②について，下の水溶液（ア），（イ）を調製した。それぞれの水溶液の水素イオン濃度 $[H^+]$ を有効数字2桁で求めなさい。考え方と計算過程もあわせて示しなさい。ただし，酢酸の電離定数 $K_a = 2.0 \times 10^{-5}$ mol/L とする。

（ア） 0.10 mol/L 酢酸水溶液 10 mL と 0.10 mol/L 水酸化ナトリウム水溶液 4.0 mL の混合溶液

（イ） 0.10 mol/L 酢酸水溶液 10 mL と 0.10 mol/L 酢酸ナトリウム水溶液 20 mL の混合溶液

(4) 下線部③について，中和点で pH が 7 よりも大きくなる理由を，化学反応式を用いて簡潔に説明しなさい。また，この水溶液の水素イオン濃度 $[H^+]$ を有効数字2桁で求めなさい。考え方と計算過程もあわせて示しなさい。ただし，酢酸の電離定数を $K_a = 2.0 \times 10^{-5}$ mol/L，水のイオン積を $K_w = 1.0 \times 10^{-14}$ $(\mathrm{mol/L})^2$ とする。