

# 高知大学

平成 31 年度 入学試験問題(前期日程)

## 理 科

(化学基礎・化学)

教 育 学 部：学校教育教員養成課程 科学技術教育コース

理 工 学 部：数学物理学科(理科受験)，生物科学科，化学生命理工学科，  
地球環境防災学科

医 学 部：医学科

農林海洋科学部：海洋資源科学科：海底資源環境学コース，海洋生命科学コース

土佐さきがけプログラム：グリーンサイエンス人材育成コース

問題冊子 問題…… I ～ VI ページ…… 1～8

解答用紙…… 6 枚(白紙を除く。)

下書用紙…… 2 枚

教 育 学 部：試験時間は 90 分，配点は表示の 0.5 倍とする。

理 工 学 部：試験時間は 90 分，配点は表示の 2 倍とする。

医 学 部：試験時間は 120 分(2 科目解答)，配点は表示の 0.75 倍とする。

農林海洋科学部：試験時間は 90 分，配点は表示の 2 倍とする。

土佐さきがけプログラム：試験時間は 90 分，配点は表示のとおりとする。

### 注 意 事 項

1. 試験開始の合図まで，この問題冊子を開かないこと。
2. 試験中に，問題冊子・解答用紙の印刷不鮮明，ページの落丁・乱丁及び下書用紙の不備等に気付いた場合は，手を挙げて監督者に知らせること。
3. 解答用紙の各ページに受験番号を記入すること。  
なお，解答用紙には，必要事項以外は記入しないこと。
4. 解答は，必ず解答用紙の指定された箇所に記入すること。
5. 解答用紙の各ページは，切り離さないこと。
6. 配付された解答用紙は，持ち帰らないこと。
7. 試験終了後，問題冊子，下書用紙は持ち帰ること。
8. 試験終了後，指示があるまでは退室しないこと。

注意：必要であれば、次の値を用いよ。なお、扱う気体はすべて理想気体とする。

原子量は  $H = 1.0$ ,  $C = 12.0$ ,  $N = 14.0$ ,  $O = 16.0$  とし、

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

I 次の文章を読んで、各問いに答えよ。(35点)

熱気球は球皮と呼ばれる風船様の袋の中にバーナー等で熱した空気を送りこみ浮力を得ることで空中を浮揚することが出来る。球皮内の温度は均一であり、外部との圧力差が無いものと仮定して以下の問いに答えよ。ただし、空気を窒素と酸素の4:1の混合気体として計算せよ。

問 1 気温  $30^\circ\text{C}$ 、常圧 ( $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ ) 下で体積  $3000 \text{ m}^3$  の球皮に入る気体の物質量を計算過程とともに有効数字2桁で答えよ。

問 2 上記の気球において球皮内部の温度が  $90^\circ\text{C}$  を超えたときに浮力が生じて上昇し始めた。気球全体の重さを計算過程とともに有効数字2桁で答えよ。

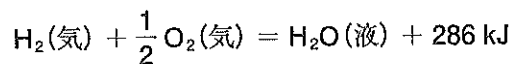
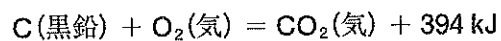
問 3 球皮内の温度を一定にして熱気球を上昇させた場合、ある高度で浮力が失われ、上昇を続けることができなくなる。気温および大気圧の変化と関連づけてこの理由を説明せよ。

問 4 気球には熱気球のほか、空気よりも軽い気体を用いて浮力を得るガス気球がある。このガス気球に用いることのできる気体物質を2つ挙げよ。

II 次の各問いに答えよ。(30点)

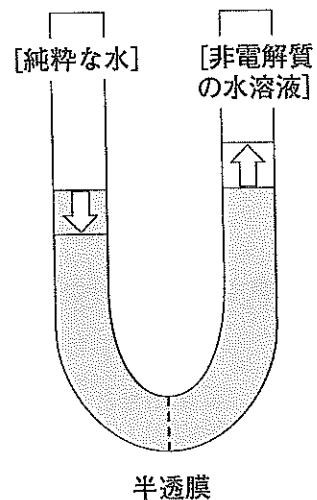
問 1 四酸化二窒素  $\text{N}_2\text{O}_4$  の気体から、二酸化窒素  $\text{NO}_2$  の気体が生成する反応について、 $25^\circ\text{C}$  における対応する熱化学方程式を、計算過程とともに小数第 1 位まで求めよ。ただし、 $25^\circ\text{C}$  における  $\text{NO}_2$  と  $\text{N}_2\text{O}_4$  の気体の生成熱は、それぞれ  $-33.2 \text{ kJ/mol}$  および  $-9.2 \text{ kJ/mol}$  とする。

問 2 メタンの完全燃焼とプロパンの完全燃焼において、発生する熱量が互いに等しいとき、メタンから生じる二酸化炭素の物質量は、プロパンから生じる二酸化炭素の物質量の何倍か。計算過程とともに有効数字 3 桁で答えよ。ただし、メタンとプロパンの生成熱は、それぞれ  $74.9 \text{ kJ/mol}$ ,  $106 \text{ kJ/mol}$  とする。また、必要であれば下記の熱化学方程式を使用せよ。



Ⅲ 次の各問いに答えよ。(35点)

問 1 U字管を半透膜で仕切って、両側にそれぞれ、純粋な水とある非電解質 6.0 g を溶解した水溶液を同じ高さまで入れる。ここで、この非電解質は半透膜を通過できない。温度 27℃ で長時間放置すると、[純粋な水] 側の液面が下がり、[非電解質の水溶液] 側の液面が上がっていた。非電解質水溶液はちょうど 100 mL であり、浸透圧は  $8.3 \times 10^5$  Pa であった。ここで、浸透圧  $\Pi$  (Pa) とモル濃度  $c$  (mol/L)、気体定数  $R$  (Pa · L / (mol · K))、温度  $T$  (K) に、 $\Pi = cRT$  の関係が成り立つとすると、この非電解質の分子量はいくらか、計算過程とともに整数値で求めよ。



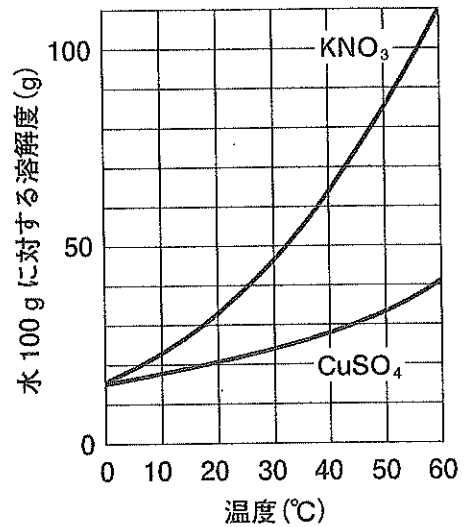
問 2 希薄溶液では、溶液の凝固点が純溶媒の凝固点よりも低くなる。その凝固点降下度  $\Delta t$  [K] は溶液の濃度に比例するとみなせるとして、以下の問いに答えよ。

- (1) 水 500 g に、それぞれ 0.25 mol の硝酸カリウム  $\text{KNO}_3$ 、0.30 mol のエチレングリコール  $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}_2$ 、0.20 mol の塩化カルシウム  $\text{CaCl}_2$  を溶かした水溶液がある。それらを、冷却したときの凝固点の低い順に並べよ。ただし、電解質はすべて電離するものとする。
- (2) エチレングリコール水溶液の凝固点が  $-10^\circ\text{C}$  になるようにするには、水 100 g にエチレングリコールを何 g 溶かしたらよいか、計算過程とともに有効数字 2 桁で答えよ。ただし、水の凝固点は  $0^\circ\text{C}$ 、水のモル凝固点降下は  $1.85 \text{ K} \cdot \text{kg/mol}$  とする。

問 3 図は、水への固体の溶解度を示す溶解度曲線である。

(1) 硝酸カリウム 32 g と硫酸銅(無水物)10 g の混合物を水 50 g にあたためて溶かした。その水溶液をある温度まで徐々に冷やすと、はじめに化合物 A に対して飽和溶液になった。化合物 A の名称を答えよ。また、化合物 A が飽和溶液になる温度を図より推定せよ。

(2) この水溶液を徐々に冷やしていくと、化合物 A だけが析出し、さらに冷やすと両方の化合物が析出した。図より、化合物 A だけをできるだけ多く析出させられる温度を推定せよ。また、その温度でおよそ何 g の化合物 A が析出するか、答えよ。



問 4 腎臓の機能が著しく低下した場合に、血液中から尿素などの老廃物を人工的に取り除く方法として、人工透析がある。人工透析において、どのように血液から老廃物などが取り除かれるかを、「血液、コロイド、半透膜、有用な成分、老廃物」の語をすべて用いて、80～100字で説明せよ。

IV 次亜塩素酸ナトリウム  $\text{NaClO}$  を主成分とする塩素系液体漂白剤の溶液 A がある。A に含まれる次亜塩素酸ナトリウムの濃度を求めるため、チオ硫酸ナトリウム  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  を用いた次の実験を行った。あとの各問いに答えよ。(35 点)

まず、A を軽く振り混ぜビーカーに分取した。この分取した A を、 を用いて正確に 10.0 mL 計り取り、 に入れ、蒸留水を加えて正確に 100 mL とした。このうすめた液 10.0 mL を 200 mL コニカルビーカーにとり、蒸留水約 90 mL を加えた。この溶液にヨウ化カリウム約 2 g および 6 mol/L 酢酸約 6 mL を加えて直ちに密栓し、静かに振り混ぜ、暗所に 5 分間静置した。この静置した溶液は、 色となった。この静置した溶液に対して、0.100 mol/L チオ硫酸ナトリウム水溶液を用いて滴定を開始した。滴定中における、この溶液の 色が薄くなってからデンプン溶液を指示薬として加えた。その後、滴定中における、この溶液の 色が消えたところを滴定終点とした。滴定終点で滴下量は 10.0 mL であった。

問 1 A と、塩酸を主成分とする酸性の洗浄剤を混ぜると、有毒な物質が発生するので、取扱いは注意が必要である。次亜塩素酸ナトリウム水溶液と塩酸を混合したときの、溶液中での反応を化学反応式で記せ。

問 2  ~  に当てはまる語句を答えよ。

問 3 下線部①について(1), (2)に答えよ。

(1) この操作での溶液中における反応をイオン反応式で記せ。

(2) ヨウ化カリウムの量は正確に計り取る必要がない。この理由を述べよ。

問 4 下線部②について、滴定中の反応をイオン反応式で記せ。

問 5 A に含まれる次亜塩素酸ナトリウムのモル濃度を計算過程とともに答えよ。

V 次の文章を読んで、各問いに答えよ。(30点)

油脂は高級脂肪酸とグリセリンのエステルであり動物、植物問わず広く生物体内に存在する天然有機化合物である。常温で固体の油脂は特に脂肪と呼ばれ、 脂肪酸の含有量が多く、牛脂や豚脂のように主に動物から得られる。一方、常温で液体の油脂は特に脂肪油と呼ばれ、 脂肪酸の含有量が多く、大豆油やオリーブ油など主に植物から得られる。 脂肪酸は一般に  型の立体構造となるため分子全体が折れ曲る。油脂を水酸化ナトリウム水溶液中で加熱すると、脂肪酸のナトリウム塩とグリセリンが得られる。<sup>①</sup>この脂肪酸のナトリウム塩には長い炭化水素基からなる  の部分と、水溶液中で電荷を帯び  を示す部分がある。このような構造的特徴によって水に溶けてその表面張力を低下させたり、<sup>②</sup>繊維などに付着した油性の汚れを洗淨する作用がある。<sup>③</sup>

問 1  ~  に当てはまる語句を以下から選んで記せ。

飽和、不飽和、シス、トランス、親水性、疎水性

問 2 下線部①の反応式を、油脂に含まれる高級脂肪酸の炭化水素基を R として記せ。

問 3 下線部①によって得られる脂肪酸のナトリウム塩の一般名称を答えよ。またその水溶液は弱塩基性を示すが、その理由を説明せよ。

問 4 下線部②のような作用を示す物質の一般名称を答えよ。

問 5 下線部③の作用に関して脂肪酸のナトリウム塩が油性の汚れにどのように振る舞うか、その様子を模式図で示しながら説明せよ。

VI 次の文章を読んで、各問いに答えよ。(35点)

細胞内に存在する核酸は、遺伝情報の伝達やタンパク質の合成に関与する高分子化合物である。核酸には、とがある。核酸の単量体はと呼ばれ、窒素を含む塩基ととからなる。どうしはとが縮合してを形成して高分子となっている。を構成する塩基は、、、の4種類があり、を構成する塩基も4種類であるが、、、は共通でありのかわりにを含む。は2本のポリがらせん状に巻きあつた二重らせん構造をとっている。このとき、一方の鎖の塩基と他方の鎖の塩基が、と、との組み合わせでを形成して結びついている。

細胞内では核酸の遺伝情報をもとにタンパク質が作られる。タンパク質は同一炭素原子にとが結合した $\alpha$ -アミノ酸がで縮合した高分子である。タンパク質を構成する $\alpha$ -アミノ酸は一般式  $R-CH(NH_2)-COOH$  で表され、置換基 R のみが異なっている。これらのアミノ酸の中で、R がである以外の $\alpha$ -アミノ酸は4種類の異なる原子や官能基が結合している炭素原子があるためが存在する。アミノ酸は分子内にとをもっているので水溶液中で数種類のイオンの混合物となっており、その水溶液の pH を変化させると各イオンの割合が変化する。

問 1  ~  に当てはまる化合物の名称を記せ。

問 2  および  を構成する  の構造式をそれぞれ次ページの図の中から選び番号で答えよ。

問 3 核酸を構成する塩基  ~  の名称をカタカナで記し、その構造式を次ページの図の中から選び番号で答えよ。

問 4  ~  に当てはまる化学結合の名称を記せ。

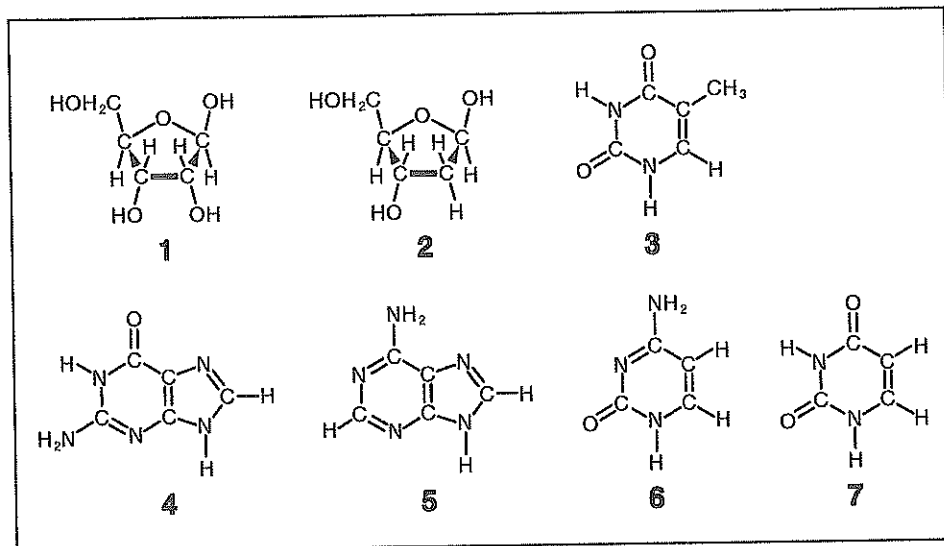
問 5  と 、 と  の組み合わせは、それぞれ何本のを形成しているか答えよ。

問 6  および  に当てはまる官能基の名称を記せ。

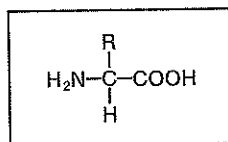


問 7 (ス) ~ (タ) に当てはまる語句を記せ。

問 8 下線部①に関して、置換基 R がメチル基であるアラニンの双性イオンと、それが酸性または塩基性溶液中で変化する式を記せ。構造式は例にならって描き、構造式の下に酸性水溶液中か塩基性水溶液中か双性イオンかも記すこと。また、pH が 1 の酸性水溶液を染み込ませたろ紙を用いて電気泳動したとき、アラニンは陽極側か陰極側のどちらに移動するか答え、その理由を簡単に説明せよ。ただし、アラニンの等電点は 6.0 である。



問 2 および問 3 の図



アミノ酸の構造式の例