

高知大学

2020 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)

問題冊子 問題…… **I** ~ **VI** ページ…… 1 ~ 9

解答用紙…… 7 枚(白紙を除く)

下書用紙…… 1 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。

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. 各解答用紙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。

原子量は $H = 1.0$, $C = 12.0$, $N = 14.0$, $O = 16.0$, $Na = 23.0$, $Cl = 35.5$, $K = 39.1$ とする。

I 次の各問に答えよ。(40点)

問 1 水の電離に関する次の文章を読んで、各問に答えよ。

水はごくわずかであるが、次のように電離している。



このような水の状態を という。25℃の純粋な水では、水素イオンのモル濃度と水酸化物イオンのモル濃度は、ともに である。このとき、電離していない水のモル濃度 $[H_2O]$ 、水素イオンのモル濃度 $[H^+]$ および水酸化物イオンのモル濃度 $[OH^-]$ は、式(1)を満たす。

$$\frac{[H^+][OH^-]}{[H_2O]} = K \quad (1)$$

このとき水のモル濃度 $[H_2O]$ はほとんど変化しないため、定数としてみなしてよい。したがって、式(2)が成り立つ。

$$[H^+][OH^-] = K[H_2O] = K_w \quad (2)$$

この K_w を という。 K_w は、温度が一定ならば常に一定の値を示す。例えば、25℃の場合は、 K_w は となる。

(1) , に当てはまる適切な語句を記せ。

(2) , に当てはまる数値を単位とともに記せ。

(3) 下線部の理由を説明せよ。

(4) 次の水溶液①～⑥の水素イオンのモル濃度を大きい順に並べ、記号で答えよ。ただし、強酸と強塩基の電離度は1、酢酸の電離度は0.016とする。

- ① 0.10 mol/L HCl ② 0.10 mol/L CH_3COOH ③ 0.10 mol/L NaOH
④ 0.0010 mol/L HCl ⑤ 0.010 mol/L CH_3COONa ⑥ 0.10 mol/L NaCl

問 2 中和滴定に関する次の文章を読んで、各問に答えよ。

炭酸ナトリウムと水酸化ナトリウムを含む混合水溶液がある。この混合水溶液を (a) を用いて 10 mL をはかり取り、コニカルビーカーに入れ、指示薬 (ア) を加えた。次に、0.200 mol/L 塩酸を (b) に入れ、炭酸ナトリウムと水酸化ナトリウムを含む混合水溶液に塩酸を滴下した。その結果、滴定開始から第一中和点までに要した塩酸の体積は 6.4 mL であった。このとき、第一中和点での溶液の色は (イ) から (ウ) に変化した。さらに、指示薬 (エ) を加え、塩酸を滴下したところ、第一中和点から第二中和点までに要した塩酸の体積は 2.5 mL であった。このとき、第二中和点での溶液の色は (オ) から (カ) に変化した。

(1) (ア) ~ (カ) に当てはまる適切な語句を記せ。

(2) (a) と (b) に当てはまる最も適切なガラス器具を、次の語群から選べ。

また、(a) と (b) は純水でぬれたまま使用してはならない。その理由を述べよ。

ホールピペット メスシリンダー ビュレット メスフラスコ

(3) 水酸化ナトリウムと炭酸ナトリウムを含む混合水溶液に塩酸を滴下したとき、滴定開始から第一中和点までに生じた変化、および第一中和点から第二中和点までに生じた変化を、それぞれ化学反応式で記せ。

(4) 混合水溶液 10 mL 中に含まれる水酸化ナトリウムと炭酸ナトリウムの物質量を、計算過程とともにそれぞれ求めよ。

Ⅱ 次の文章を読み、各問に答えよ。(25点)

下図は、3種類の実在気体 A, B, C について、物質量を n [mol], 圧力を P [Pa], 体積を V [L], 温度を T [K], 気体定数を $R = 8.31 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L}/(\text{mol} \cdot \text{K})$ として、 $Z = PV/(nRT)$ の値と圧力 P および温度 T との関係を示したものである。

図1において圧力の影響を見ると、圧力が小さく 0 Pa に近いときは、いずれの気体でも Z は 1 に近い値になり、理想気体に近くなる。気体 A と気体 B では、圧力が 0 Pa よりも大きくなると Z は減少する。このような Z の減少は、これらの実在気体では (ア) が無視できないためである。気体 B では、圧力がさらに大きくなると Z は増加するようになる。このような Z の増加は、この実在気体では (イ) が無視できないためである。気体 C では、(ア) が非常に小さく、無視できるため、圧力の増加とともに Z は単調に増加する。また、気体 A は、同じ程度の分子量をもつ気体 B よりも (ア) の影響が大きい。この差は分子の極性の違いによるものであり、気体 A が (ウ) であるのに対し、気体 B は (エ) である。

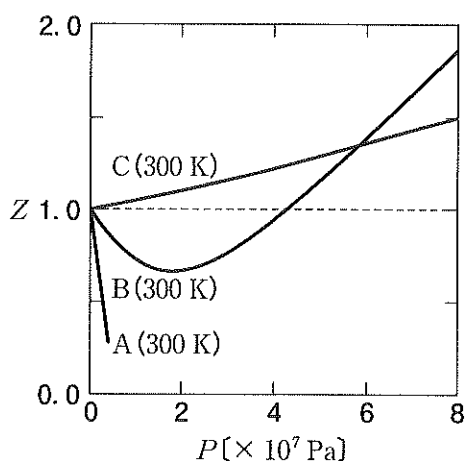


図 1

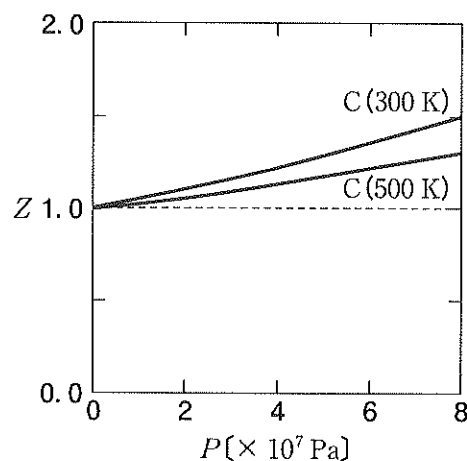


図 2

問 1 文中の (ア) ~ (エ) に当てはまる最も適切な語句を次の中から選び、(a)~(j)の記号で記せ。

- | | | | |
|------------|-----------|------------|-----------|
| (a) 分子の熱運動 | (b) 分子の体積 | (c) 分子間の反応 | (d) 分子間力 |
| (e) 極性分子 | (f) 無極性分子 | (g) 無機化合物 | (h) 有機化合物 |
| (i) 共有結合 | (j) 配位結合 | | |

問 2 図2に示したように、気体 C の Z の値は、圧力の増加とともにほぼ直線的に増加し、高温ではその傾きが小さくなる。実在気体の分子 1 mol の分子自身が占める体積 b [L/mol] を導入して、理想気体の状態方程式を補正することで、そのような Z と圧力および温度との関係を説明することができる。気体 C の Z を表す式を計算過程とともに記せ。

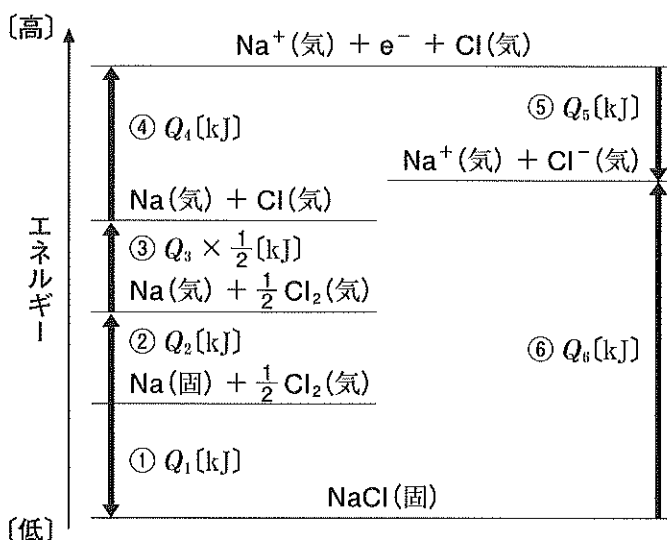
問 3 図中に示した A, B, C の 3 種類の気体が H_2 , CH_4 , NH_3 のいずれかであるとき, 正しい組み合わせは次のうちのどれか, (a)~(f)の記号で記せ。

- (a) A : H_2 B : CH_4 C : NH_3 (b) A : H_2 B : NH_3 C : CH_4
(c) A : CH_4 B : H_2 C : NH_3 (d) A : CH_4 B : NH_3 C : H_2
(e) A : NH_3 B : H_2 C : CH_4 (f) A : NH_3 B : CH_4 C : H_2

III

次の文章を読み、各問に答えよ。(35点)

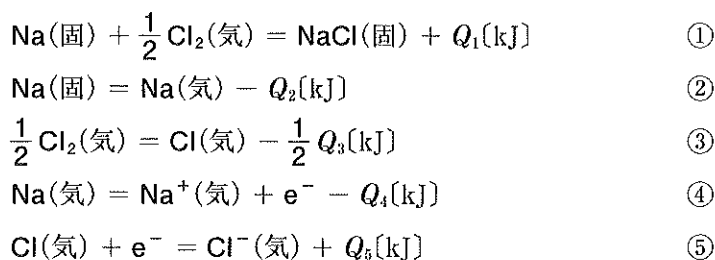
1 mol のイオン結晶のイオン結合を切断して、気体状態のばらばらのイオンにするのに必要なエネルギーを格子エネルギーという。下図は、ナトリウムと塩素のさまざまな状態の変化を示したものである。塩化ナトリウム NaCl (固) の格子エネルギーを直接測定することは困難であるが、関連する他の反応熱の測定値から、ヘスの法則を用いることによって、間接的に求めることができる。



問 1 図中の $Q_1 \sim Q_6$ に相当する反応熱やエネルギーを表すのに最も適切な語句を、次の中から選び、(a)~(i)の記号で記せ。

- | | | |
|---------------|------------|-------------|
| (a) 昇華熱 | (b) 生成熱 | (c) 蒸発熱 |
| (d) イオン化エネルギー | (e) 光エネルギー | (f) 結合エネルギー |
| (g) 活性化エネルギー | (h) 電子親和力 | (i) 静電気力 |

問 2 図中の①~⑤の反応の熱化学方程式は、 $Q_1 \sim Q_5$ を用いて次のように表される。 $Q_1 \sim Q_5$ を用いて、⑥の反応の熱化学方程式を記せ。



問 3 問 2 の熱化学方程式の $Q_1 \sim Q_5$ は次のような値であった。

$$Q_1 = 411 \text{ kJ}, Q_2 = 92 \text{ kJ}, Q_3 = 244 \text{ kJ}, Q_4 = 496 \text{ kJ}, Q_5 = 349 \text{ kJ}$$

(1) Cl_2 (気)の結合エネルギーを求め、3桁の整数で記せ。

(2) NaCl (固)の格子エネルギー Q_6 を求め、3桁の整数で記せ。

問 4 格子エネルギーは、そのイオン結晶の安定性と関係している。 NaCl (固)と同様にして、塩化カリウム KCl (固)の格子エネルギーを見積もった。

(1) NaCl (固)と KCl (固)では、どちらの格子エネルギーが大きいか、理由とともに、化学式で答えよ。

(2) どちらの結晶がより安定か、理由とともに、化学式で答えよ。

IV 次の文章を読んで、各問に答えよ。(35点)

鎖式炭化水素(脂肪族炭化水素)のうち単結合のみからなる飽和炭化水素を (ア) といい、炭素数が (イ) 個以上のときに構造異性体が存在する。(ア) は化学的に安定であるため通常反応しにくい、紫外線を照射することでハロゲンと (ウ) 反応を起こす。一方、不飽和結合をもつ鎖式炭化水素は、二重結合を1個もつ (エ) と三重結合を1個もつ (オ) に分類される。それらの分子中に存在する二重結合および三重結合は反応性に富み、ハロゲンや水素などと (カ) 反応を起こしやすい。

環式炭化水素のうちベンゼン環とよばれる炭素骨格を含むものは (キ) 炭化水素とよばれ、特有の性質および反応性を示す。

問 1 (ア) ~ (キ) に当てはまる語句または数を記せ。

問 2 (ア) のひとつである C_6H_{14} のすべての構造異性体の構造式を例にならって記せ。

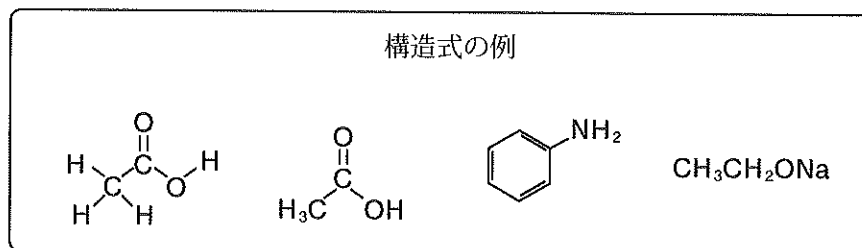
問 3 (エ) のひとつである C_2H_4 に、次に示す①または②を反応させた。生成する化合物の名称および構造式をそれぞれ記せ。なお、構造式は例にならって記すこと。

- ① 臭素
- ② 水素(白金やニッケルなどの触媒存在下)

問 4 (キ) 炭化水素のひとつであるベンゼン C_6H_6 に関する以下の文章(a)~(d)のうち正しいものをすべて選び、記号で答えよ。

- (a) 水によく溶ける。
- (b) 引火しやすい。
- (c) 有機化合物を溶かす。
- (d) 濃硝酸と濃硫酸の混合物(混酸)を反応させると、ベンゼンスルホン酸を生成する。

問 5 分子式 C_mH_n の炭化水素 1 mol を完全燃焼させるために必要な酸素の物質量を、 m と n を用いて記せ。



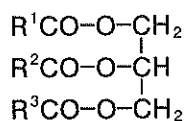
V 次の文章を読んで、各問に答えよ。(30点)

油脂は、三価アルコールである (ア) と高級脂肪酸からなるエステルである。高級脂肪酸は、炭素間に二重結合を持たない (イ) 脂肪酸と、炭素間に二重結合を1個以上持つ (ウ) 脂肪酸に分類される。 (ウ) 脂肪酸を多く含む油脂は比較的融点が (エ) 高く、液体(脂肪油)である場合が多い。脂肪油にニッケルを触媒として水素を反応させることで得られる固体の油脂は (オ) とよばれ、マーガリンなどの原料として用いられている。

油脂に水酸化ナトリウムを加えて加熱すると (カ) が起こり、高級脂肪酸のナトリウム塩と (ア) が生成する。この反応で得られる高級脂肪酸のナトリウム塩はセッケンとよばれる。セッケンは疎水性(親油性)部位と親水性部位をもち、水に溶けた際に水の表面張力を低下させる。このような作用を示す物質を (キ) といい、石油などからつくられる合成洗剤もそのひとつである。

問 1 (ア) ~ (キ) に当てはまる語句および物質名を記せ。

問 2 下線部の反応を化学反応式で記せ。なお、油脂の構造を以下のように表記すること。



問 3 セッケンおよび合成洗剤に関する次の文章(a)~(d)はそれぞれ正しいか、○か×で答えよ。

- (a) セッケンは Ca^{2+} や Mg^{2+} を多く含む硬水中で、泡立ちが良い。
- (b) セッケンの水溶液は、弱酸性を示す。
- (c) セッケンおよび合成洗剤が形成する球状のコロイド粒子をミセルという。
- (d) 添加剤(セッケン等)を含まない合成洗剤の水溶液は、中性である。

問 4 セッケンおよび合成洗剤は、衣類などの繊維に付着した油汚れを落とす作用を示す。この作用を何というか答えよ。また、セッケンが油汚れを落とす仕組みを文章で説明せよ。

VI 高分子化合物に関する，各問に答えよ。(35点)

問 1 下の A 群に示す高分子化合物(a)~(h)は，B 群の(ア)~(エ)のどれに分類されるか，それぞれ記号で答えよ。

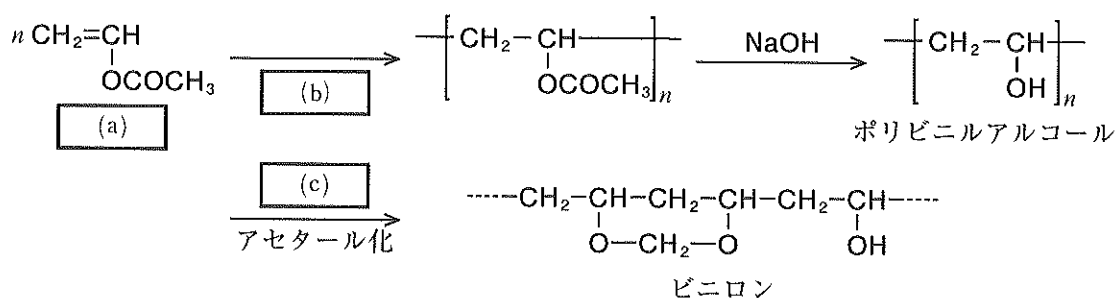
< A 群 >

- (a) 雲母 (b) セルロース (c) ナイロン (d) シリコンゴム
 (e) ガラス (f) タンパク質 (g) フェノール樹脂 (h) ブタジエンゴム

< B 群 >

- (ア) 天然に存在する有機高分子化合物
 (イ) 天然に存在する無機高分子化合物
 (ウ) 人工的に合成された有機高分子化合物
 (エ) 人工的に合成された無機高分子化合物

問 2 ビニロンは下記の反応を経て合成される。



- (1) (a) に当てはまる単量体の名称を記せ。
- (2) (b) に当てはまる重合方法を記せ。
- (3) アセタール化反応に用いる化合物 (c) の名称を記せ。
- (4) 単量体のビニルアルコールからポリビニルアルコールを得ることはできない。その理由を説明せよ。
- (5) ポリビニルアルコール 100 g のヒドロキシ基の 40.0 % をアセタール化した。このとき得られるビニロンの量(g)を計算過程とともに答えよ。