

A, B, D

平成 26 年度個別学力検査問題
(国際資源学部, 教育文化学部, 理工学部)

化 学

前 期 日 程

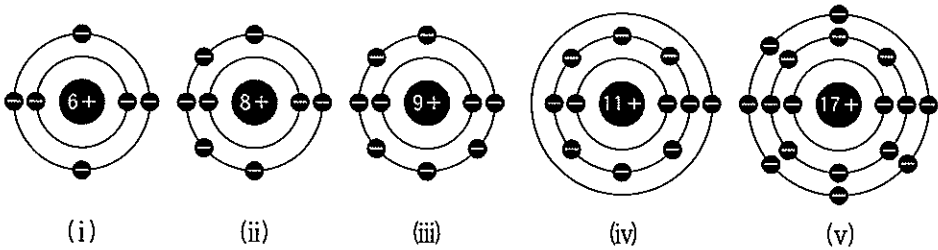
注 意 事 項

- 1 試験開始の合図があるまで, この問題冊子の中を見てはいけません。
- 2 この問題冊子は 15 ページあります。解答用紙は 2 枚あります。
問題は I から III まで 3 題あります。I, II の全問および III の問 1 には全員, 解答しなさい。III の問 2 は選択問題です。本文中および解答用紙の指示に従い, 解答しなさい。
試験中に問題冊子の印刷不鮮明, ページの乱丁・落丁, および解答用紙の汚れ等に気付いた場合は, 手を挙げて監督者に知らせなさい。
- 3 監督者の指示に従って, 解答用紙に受験番号を記入しなさい。
- 4 解答は, 解答用紙の該当欄に記入しなさい。文字, 記号などはまぎらわしくないように明確に記入しなさい。
- 5 配付された解答用紙は, 持ち帰ってはいけません。
- 6 試験終了後, 問題冊子は持ち帰りなさい。

I 次の問1および問2に答えなさい。

問1 原子番号6, 8, 9, 11および17の原子の電子配置を次の(i)~(v)に示す。

これらの原子に関する, 設問(1)~(7)に答えなさい。



- (1) (iii)の原子が最も容易になりやすいイオンとなったときに, 同じ電子配置となる原子の元素記号を記しなさい。
- (2) (iv)の元素が単体で結晶を生成したときの, 原子間の結合の名称を記しなさい。
- (3) (i)と(ii)の原子は, 1対2で結合し安定な分子を生成する。この分子の電子式を記しなさい。
- (4) (iv)と(v)の原子は, 1対1の組成で結晶を生成する。この結晶を形成する結合の名称を記しなさい。
- (5) (i)~(v)のうち, 電気陰性度がもっとも大きい原子はどれか, その元素記号を記しなさい。
- (6) (iii)の元素の単体は, 水と激しく反応し酸素を発生する。この化学反応の反応式を記しなさい。
- (7) (iv)の元素の単体は, 水と激しく反応し水素を発生する。この化学反応の反応式を記しなさい。

問 2 スズと鉛に関する次の文章を読み、設問(1)~(7)に答えなさい。

スズは、族に属する元素で、自然界では、主に錫石(SnO_2)として産する。スズの単体は、 SnO_2 を炭素で還元することで得られる。この単体の金属スズは、^a酸にも塩基にも溶解するため、スズは、元素に分類される。金属スズは、合金やめっきに用いられる。スズの塩化物として、^b塩化スズ(III)と塩化スズ(IV)がある。塩化スズ(III)は、金属スズを塩酸に溶かすことで得られる。スズでは、酸化数が+2より+4が安定であるため、塩化スズ(III)は還元剤としてはたらく。^c

鉛は、スズと同じ族に属する元素であるが、希硫酸や塩酸に溶けにくい。鉛では、酸化数が+4が+2よりも安定である。このため^d鉛蓄電池では、電解質に希硫酸、正極物質*にが用いられる。

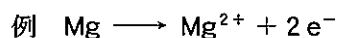
*正極活物質ともいう

- (1) に入る周期表における族の番号を記しなさい。
- (2) 下線部 a の反応でスズの単体を得る化学反応の反応式を記しなさい。ただし、生成物はスズの単体と一酸化炭素とします。
- (3) に入る最も適当な語を記しなさい。

- (4) 下線部 b に関して、金属スズを、合金の材料やめっきに用いて得られるものの組合せとして、最も適当なものを次の①～④のうちから1つ選び番号を記しなさい。

	合 金	めっき
①	<small>せい</small> 青 <small>どう</small> 銅	トタン
②	青 銅	ブリキ
③	<small>おう</small> 黄 <small>どう</small> 銅	トタン
④	黄 銅	ブリキ

- (5) 下線部 c における化学反応の反応式を例にならって電子を含むかたちで記しなさい。



- (6) 下線部 d について、鉛が塩酸に溶けにくい理由を記しなさい。

- (7) ウ に入る物質として、最も適当なものを次の①～④のうちから1つ選び番号で答えなさい。

- ① Pb ② PbCl₂ ③ PbSO₄ ④ PbO₂

II 次の問1および問2に答えなさい。

問1 次の文章を読み、設問(1)~(5)に答えなさい。

過酸化水素 H_2O_2 は水溶液中で電子移動を伴う多様な化学反応に関わる。たとえば、過酸化水素水を酸性にしたヨウ化カリウム KI 水溶液に加えると、水溶液は無色から へ変化する。これは、過酸化水素とヨウ化物イオン間で電子の授受を伴う反応が起き、その結果ヨウ素^aが生じるためである。この反応では、電離して生じるヨウ化物イオンは する。

また、過酸化水素水を硫酸酸性にした過マンガン酸カリウム KMnO_4 水溶液に加えると、水溶液は赤紫色から無色へ変化^bする。このとき、過マンガン酸イオンのマンガン原子の酸化数は反応によって から に変化している。

(1) に入る最も適切な語を次の①~⑤から1つ選び、番号で答えなさい。

- ① 青色 ② 赤紫色 ③ 白色 ④ 褐色 ⑤ 緑色

(2) 下線部 a の反応における過酸化水素とヨウ化物イオンのそれぞれで起こる化学反応を、電子を含むイオン反応式で記しなさい。

(3) に入る最も適切な文を次の①~④から1つ選び、番号で記しなさい。

- ① 他の物質から電子を奪い、酸化数が減少
② 他の物質から電子を奪い、酸化数が増加
③ 他の物質に電子を与え、酸化数が減少
④ 他の物質に電子を与え、酸化数が増加

(4) 下線部 b の反応における、過酸化水素の化学反応を電子を含むイオン反応式で記しなさい。

(5) , に入る適切な数字を記しなさい。

問 2 溶液の性質に関する設問(1)~(5)に答えなさい。

- (1) 次の文章を読み、 ~ に入る最も適切な語を下の語群の①~⑫の中から選び番号で記しなさい。また下線部 a に関し、現象を表す適切な法則名を記しなさい。

水分子は、O原子が負の電荷を帯び、H原子が正の電荷を帯びた である。そのため、たとえば塩化ナトリウムの結晶を水に入れると、ナトリウムイオン Na^+ と塩化物イオン Cl^- が水分子にとり囲まれ、水中に拡散していく。このように、物質を構成する粒子が溶媒の水分子によってとり囲まれる現象を という。このとき、一定量の溶媒に溶ける溶質の最大量をその溶媒に対する溶質の という。

一定量の溶媒に溶ける固体の最大量は、溶媒 100 g に溶かすことのできる質量(g)で表し、一般に温度が低いほどその値は小さくなる。

一方、気体については、酸素や窒素などの気体分子では、溶媒の水分子のすき間に入り込んで溶け、その最大量は温度が高くなると する。また、一定体積の液体に溶ける気体の物質量は、温度が一定のもとで液体に接しているその気体の圧力に比例することが知られている。^a

語 群

- | | | | |
|--------|---------|---------|--------|
| ① 錯イオン | ② 無極性分子 | ③ 極性分子 | ④ 共有結合 |
| ⑤ 水和 | ⑥ 昇華 | ⑦ 最小溶媒量 | ⑧ 平衡定数 |
| ⑨ 溶解度 | ⑩ 増加 | ⑪ 減少 | ⑫ 安定 |

- (2) 硝酸カリウム KNO_3 は、100 g の水に対し 21 °C では 33.3 g、56 °C の水には 100 g それぞれ溶解する。いま、56 °C の飽和水溶液 100 g から水を蒸発させた後、21 °C に冷却した。すると、溶液中に KNO_3 の結晶が 40.0 g 析出した。蒸発させた水の質量は何 g か。ただし結果は計算の過程とともに有効数字 2 桁で記しなさい。

(3) モル質量が M [g/mol] の溶質を v (%) 含む溶液 a [g] と、 w (%) 含む溶液 b [g] とを混合して得られる水溶液中の溶質の質量モル濃度 C [mol/kg] を a , b , M , v , w を用いて式の誘導過程とともに記しなさい。ただし v (%), w (%) は質量パーセント濃度である。

(4) 不揮発性の電解質 A を含む希薄水溶液の沸点を、大気圧下で測定した。この時、沸点と質量モル濃度の関係を表す最も適切なものを右図に示す直線 ①～⑦から 1 つ選び番号を記しなさい。

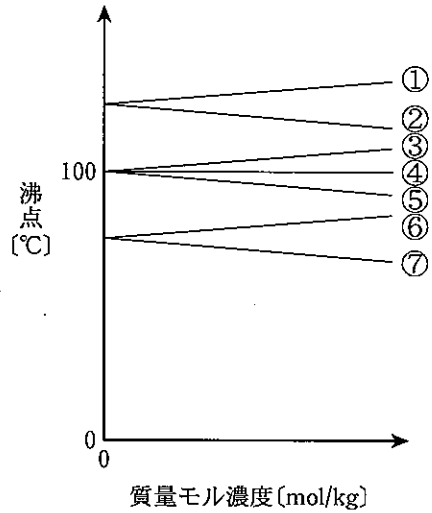


図 沸点と質量モル濃度の関係

(5) 不揮発性の電解質 B と非電解質 C を用いて、質量モル濃度が等しい希薄水溶液 B と C をそれぞれつくった。これらの水溶液 B と C の沸点と凝固点に関する記述として、最も適切な組み合わせを次の ①～⑤の中から 1 つ選び番号を記しなさい。

	沸 点	凝固点
①	水溶液 B と水溶液 C は同じ	水溶液 B と水溶液 C は同じ
②	水溶液 B の方が高い	水溶液 B の方が高い
③	水溶液 B の方が高い	水溶液 B の方が低い
④	水溶液 B の方が低い	水溶液 B の方が高い
⑤	水溶液 B の方が低い	水溶液 B の方が低い

Ⅲ 次の問1および問2に答えなさい。

問1 有機化合物の構造決定に関する文章を読み、設問(1)~(8)に答えなさい。

化合物Aは $C_5H_{10}O_2$ の有機化合物である。官能基を調べたところ、化合物Aは $-CO-O-$ を含んでいた。この化合物を加水分解すると、化合物Bと化合物Cが得られた。化合物Bはカルボキシル基をもち、銀鏡反応を示した。これはカルボキシル基のほかに化合物Bが 性の官能基をもつためである。化合物Cは中性でヒドロキシ基をもち、単体のナトリウムと反応して水素を発生した^a。また、化合物Cをニクロム酸カリウムの希硫酸溶液で するとエチルメチルケトンが生成した。エチルメチルケトンにヨウ素と水酸化ナトリウム水溶液を加えて温めると特有のにおいをもつ黄色結晶が生じた^b。この反応はヨードホルム反応とよばれ、アセチル基をもつケトン、アルデヒド、および部分的な構造として の構造をもつアルコールの検出に用いられる。

(1) 化合物Aの官能基 $-CO-O-$ の名称を次の①~⑤の中から1つ選び、番号で記しなさい。

- ① アミノ基
- ② ニトロ基
- ③ スルホ基
- ④ エーテル結合
- ⑤ エステル結合

(2) , に入る最も適切な語を次の①~⑤の中からそれぞれ1つ選び、番号で記しなさい。

- ① 酸化
- ② 還元
- ③ 酸
- ④ 塩基
- ⑤ 中和

(3) 化合物 B の示性式と化合物名を記しなさい。

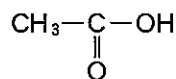
(4) 下線部 a に関連して、化合物 C から得られた生成物の一般名を次の①～

⑤の中から1つ選び、番号で記しなさい。

- ① カルボン酸ナトリウム
- ② アルキルベンゼンスルホン酸ナトリウム
- ③ ナトリウムアルコキシド
- ④ ナトリウムフェノキシド
- ⑤ 高級脂肪酸ナトリウム

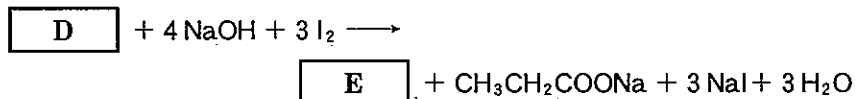
(5) 化合物 C の示性式を記しなさい。

(6) 化合物 A の構造式を例にならって記しなさい。



構造式の例

(7) 下線部 b の反応を表す以下の化学反応式において、D , E に適切な化合物を示性式で記しなさい。



(8) ウ にあてはまる最も適切な部分構造を次の①～⑤の中から1つ選び、番号で記しなさい。

- ① $-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2-\text{OH}$
- ② $\text{CH}_3-\text{CH}(\text{OH})-$
- ③ $-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{CH}_3)-\text{CH}_2-\text{OH}$
- ④ $\text{CH}_3\text{CH}_2-\text{CH}(\text{OH})-$
- ⑤ $-\text{CH}_2-\text{C}(\text{CH}_3)_2-\text{OH}$

問 2 以下の問題 A または問題 B のいずれか 1 問を選んで解答しなさい。解答用紙の記入欄には選択した問題の記号(A または B)を忘れずに記入すること。

問題 A 次の文章を読み、設問(1)~(5)に答えなさい。

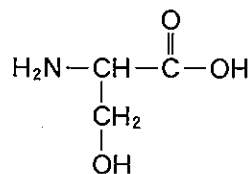
タンパク質は約 20 種類の α -アミノ酸で構成されており、このうち食物から摂取する必要のあるアミノ酸を特に という。グリシン以外の α -アミノ酸は不斉炭素原子をもち、 異性体が存在する。アミノ酸は、塩基性を示すアミノ基と酸性を示すカルボキシル基をもっている。酸性水溶液中ではアミノ基がプロトン化されて正の電荷をもち、塩基性水溶液中ではカルボキシル基が脱プロトン化されて負の電荷をもつ。分子中の正と負の電荷が等しくなるときの pH を という。

α -アミノ酸が脱水縮合によりポリペプチドとなった高分子化合物がタンパク質である。タンパク質はこれを構成するアミノ酸由来の性質に加え、独自の高次構造に起因する機能を示すものもある。加熱などによりタンパク質の ^b高次構造が変化することをタンパク質の と呼ぶ。変化したタンパク質はもとの状態に戻らないことが多く、酵素などでは機能が失われることが多い。

石油化学工業から得られる低分子化合物をアミド結合で高分子化するとナイロンなどの合成繊維が得られる。ナイロンは天然繊維である絹の長所を再現することを目的に作られた繊維 ^cである。モノマー同士がエステル結合でつながれた高分子はポリエステルと呼ばれる。代表的ポリエステルである は衣類のほか、ジュースのボトルなどにも使用されている。

(1) ~ に入る最も適切な語を記しなさい。

(2) 下線部 a と関連して、セリンが pH=9 の水溶液中でイオン化した化学構造を書きなさい。なお、セリンの化学構造を次に示す。



(3) 下線部 **b** と関連して、タンパク質の高次構造に関する誤った記述を次の

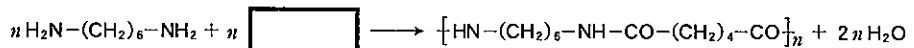
①～⑤の中から2つ選び、番号で記しなさい。

- ① 分子量が大きくなることでまっすぐな直線状分子となる。
- ② 水素結合により α -ヘリックスと呼ばれるらせん状構造をとることがある。
- ③ 水素結合により二本のポリペプチドから二重らせん構造をとることがある。
- ④ 水素結合により β -シートと呼ばれるシート状の構造をとることがある。
- ⑤ 複雑に折りたたまれ、三次元的な球状に近い立体構造をとる。

(4) 下線部 **c** と関連して、ナイロンに関する正しい記述を次の①～⑤の中から1つ選び、番号で記しなさい。

- ① 耐摩耗性や弾力性に優れ、繊維として衣料などに用いられる。
- ② 絹より親水性が高く、吸湿性に優れる。
- ③ 弾性が小さく、よく伸びる繊維として用いられる。
- ④ 耐熱性と強度が極めて強く、繊維化したものはアラミド繊維と呼ばれる。
- ⑤ 再生繊維の一種であり、天然高分子を繊維化したものである。

(5) 下線部 **c** と関連して、ナイロンの合成法について以下の反応式を完成させるために必要な空欄に当てはまる示性式を書きなさい。



問題B 次の文章を読み、設問(1)~(6)に答えなさい。

生命体を構成する主な有機物質として、糖類、タンパク質、脂質、核酸がある。

糖類は植物の光合成によりつくられる物質で、動物はそれを食物として摂取する。デンプンは生体のエネルギーの運搬や貯蔵物質として重要である。

ア は植物の細胞壁の主成分としてその体を構成し、形を保持している。

タンパク質は動植物の細胞の主成分である。生命体の構成物質としてだけでなく、体内での物質運搬に関する機能、感覚を伝える機能、体内の化学反応の促進^aなど重要な役割を果たしている。

脂質は水に溶けにくく、有機溶媒に溶けやすい生体物質である。体内の脂質はエネルギー貯蔵物質として理想的で、エネルギー源として使用されたり、余分な場合は **イ** などに蓄えられる。さらに、生体膜(細胞膜)の構成成分^bや生体表面の保護層、さらにはホルモンなどとして重要な働きをしている。

核酸は生物の遺伝情報を次の世代に伝え、タンパク質の合成に関与する重要な有機物質である。核酸は細胞の核内に存在し、デオキシリボ核酸とリボ核酸とがある。どちらも糖と **ウ** が脱水縮合により重合した高分子と見なすことができる。糖の部分に塩基をもち、この塩基配列が遺伝情報である。核酸中に存在する塩基が水素結合を形成^cすることにより、核酸は特徴的な **エ** 構造を形成する。

(1) **ア** ~ **エ** に入る最も適切な語を下記の①~⑫の中から選び、番号で記しなさい。

- | | | |
|---------|-----------|---------|
| ① グルコース | ② アミロペクチン | ③ マルトース |
| ④ セルロース | ⑤ リン酸 | ⑥ 核 |
| ⑦ 脂肪細胞 | ⑧ 筋肉 | ⑨ 骨 |
| ⑩ βシート | ⑪ 二重らせん | ⑫ 球状 |

(2) デンプンに関する正しい記述を次の①～⑤の中から1つ選び、番号で記しなさい。

- ① 還元性をもち、銀鏡反応を示す。
- ② 強^{きょうじん}韌な繊維を形成できる。
- ③ 集合体を形成し、高次構造をとる。
- ④ グルコースが脱水縮合して結びついた高分子である。
- ⑤ 分子鎖がペプチド結合で構成されている。

(3) 下線部 a と関連して、タンパク質に関する正しい記述を次の①～⑤の中から2つ選び、番号で記しなさい。

- ① ヘモグロビンは体内で酸素を運搬する機能をもつ。
- ② インスリンは体内で鉄分を運搬する機能をもつ。
- ③ アミラーゼはセルロースの加水分解を促進する。
- ④ リパーゼは油脂の加水分解を促進する。
- ⑤ ペニシリンは人間の細胞壁成分の加水分解を促進する。

(4) 下線部 a と関連して、ペプシンは胃液に含まれる加水分解酵素であり、胃酸とともに食物の分解・吸収を助ける。ペプシンによるタンパク質の加水分解速度に対する pH の影響を示す最も適切な曲線を図中の①～⑤の中から1つ選び、番号で記しなさい。

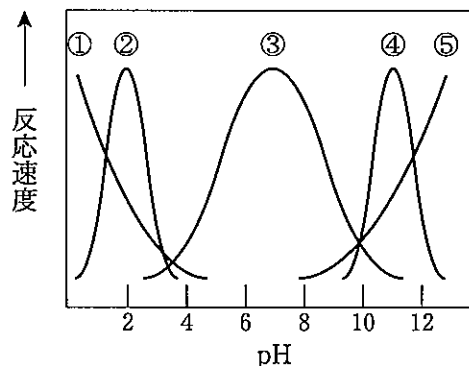


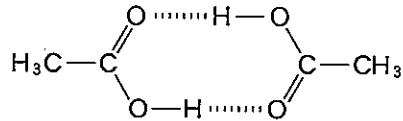
図 ペプシンによるタンパク質の加水分解速度に対する pH の影響 (模式図)

(5) 下線部 **b** と関連して、細胞膜に関する正しい記述を次の①～⑤の中から1つ選び、番号で記しなさい。

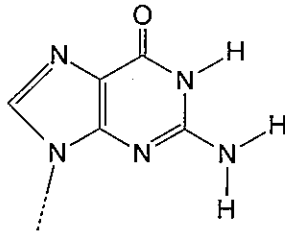
- ① 細胞膜はリン脂質が互いに共有結合した高分子膜である。
- ② 細胞膜を構成するリン脂質は親水性部と疎水性部の両方をもつ。
- ③ 細胞膜中にはタンパク質が存在しない。
- ④ アデノシン三リン酸は細胞膜を構成する一成分である。
- ⑤ 細胞膜は水に溶けやすい。

(6) 下線部 **c** と関連して、核酸と結合したグアニンとシトシンの間に形成される3つの水素結合を記入例にならって図示しなさい。

記入例：



グアニン：



シトシン：

