

平成17年度入学試験問題

理 科

(注 意 事 項)

1. 問題冊子は指示があるまで開かないこと。
2. 届け出た選択科目以外は解答してはならない。
3. 問題冊子のページ及び解答紙は次のとおりである。「始め」の合図があったら届け出た選択科目についてそれぞれを確認すること。

科 目	問 題 冊 子	解 答 紙	
	ペ ー ジ	解答紙番号	枚 数
物理ⅠB・物理Ⅱ	1 ～ 10	17 ～ 19	3
化学ⅠB・化学Ⅱ	11 ～ 24	20 ～ 25	6
生物ⅠB・生物Ⅱ	25 ～ 42	26 ～ 31	6
地学ⅠB・地学Ⅱ	43 ～ 57	32 ～ 36	5

4. 各解答紙の2箇所受験番号を記入すること。
5. 解答はすべて解答紙の所定の欄に記入すること。
6. 計算その他を試みる場合は、解答紙の裏又は問題冊子の余白を利用すること。
7. 経済学部経済工学科の配点は、表示されているものの $\frac{4}{5}$ 、医学部保健学科看護学専攻については $\frac{2}{5}$ です。

化 学 I B ・ 化 学 II

必要な場合には、次の値を用いよ。

原子量：H = 1.0, C = 12.0, N = 14.0, O = 16.0,

S = 32.1, Cu = 63.6, Pb = 207.2

気体定数： $R = 0.0821 \text{ atm}\cdot\text{l}/(\text{K}\cdot\text{mol})$

ファラデー定数： $F = 9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$

[1] 次の文章を読み、問1～問5に答えよ。(18点)

物質量の比でメタンが80%と水素が20%からなる混合気体Aとメタンが60%と水素が40%からなる混合気体Bがある。最初に、0.5 molの混合気体Aを1.0 molの酸素と混合して、密閉した容器(a)内で燃焼させたところ、水素とメ_(ア)タンは完全燃焼した。つぎに、0.5 molの混合気体Bを0.6 molの酸素と混合して、密閉した容器(b)内で燃焼させたところ、すべての酸素は消費された。このとき、すべての水素と一部のメタンは完全燃焼したが、残りのメタンは酸素不足のために完全燃焼できず一酸化炭素を生じた。_(イ)

問 1. 下線部(ア)の化学反応式を示せ。

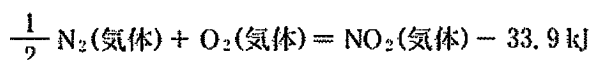
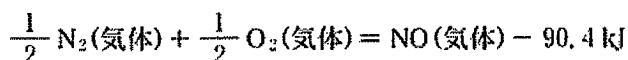
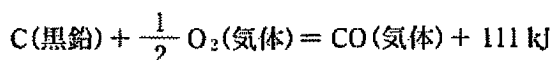
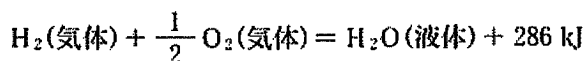
問 2. 燃焼後の容器(a)に含まれる酸素、二酸化炭素および水、それぞれの質量(g)を求め、小数点以下第1位までの数字で答えよ。

問 3. 容器(a)の体積が10 lのとき、燃焼後の容器内の圧力は0℃で何気圧(atm)になるか。有効数字2桁で求めよ。ただし、気体はすべて理想気体としてふるまい、水の体積は無視できるものとする。

問 4. 下線部(イ)の化学反応式を示せ。

問 5. 燃焼後の容器(b)に含まれる一酸化炭素、二酸化炭素および水、それぞれの質量(g)を求め、小数点以下第1位までの数字で答えよ。

〔2〕 次の問1～問4に答えよ。必要であれば以下の熱化学方程式を用いよ。(20点)



問 1. 1.0 mol の CO (気体) を燃焼させて CO₂ (気体) が生成するとき発生する反応熱と、ある物質量の NO (気体) を燃焼させて NO₂ (気体) が生成するとき発生する反応熱が同じであった。このときの NO (気体) の物質量 (mol) を有効数字 2 桁で求めよ。

問 2. 不斉炭素原子をもたない α-アミノ酸であるグリシン (固体) 1.0 mol を完全に燃焼させたところ、CO₂ (気体)、H₂O (液体)、N₂ (気体) が生じ、966 kJ の熱を発生した。この反応の熱化学方程式を示せ。なお、すべての物質の表記は化学式とし、物質の状態も記すこと。

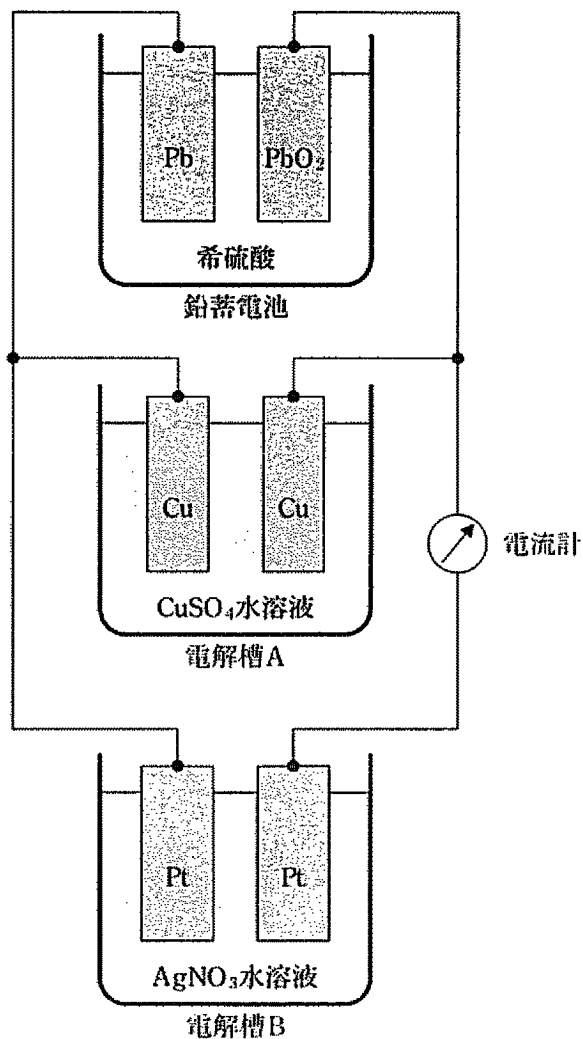
問 3. グリシン (固体) の生成熱 (kJ/mol) を有効数字 3 桁で求めよ。

問 4. アミノ酸同士の脱水反応により縮合した化合物をペプチドという。あるペプチドが 1.0 mol 生成したとき、この脱水縮合反応における結合エネルギーの変化量として、48.0 kJ の増加が認められた。このペプチドは何分子のアミノ酸の脱水縮合物であるか答えよ。なお、C—N、C—O、N—H、O—H の結合エネルギーは下の表のとおりとする。

結 合	C—N	C—O	N—H	O—H
結合エネルギー (kJ/mol)	292	352	391	463

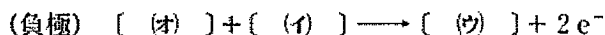
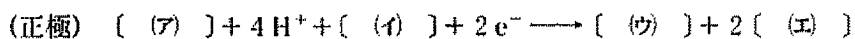
[3] 次の文章を読み、問1～問6に答えよ。(22点)

電解槽Aに硫酸酸性の硫酸銅(II)水溶液、電解槽Bに硝酸銀水溶液をそれぞれ500 ml 入れ、2つの電解槽を図のように並列に接続し、鉛蓄電池を電源として電気分解を行った。この電気分解を一定の電流で、ある時間行ったところ、鉛蓄電池の正極の質量が0.320 g 増加し、電解槽Aの陰極の質量が0.159 g 増加した。電流計で測定された電流は0.25 A であった。

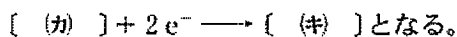


問 1. 次の文中の〔ア〕～〔キ〕に最も適した化学式またはイオン式を入れよ。

放電により鉛蓄電池の電極上では、それぞれ次のような反応がおこる。



電解槽Aの陰極でおこる反応をイオン反応式で表すと、



問 2. 鉛蓄電池の放電により消費された〔ア〕の物質質量(mol)はいくらか。有効数字2桁で求めよ。

問 3. 電解槽Aの陽極から溶け出した〔カ〕の物質質量(mol)はいくらか。有効数字2桁で求めよ。

問 4. 電解槽Bを流れた電気量は何クーロン(C)か。有効数字2桁で求めよ。

問 5. 電気分解を行った時間は何秒(s)か。有効数字2桁で求めよ。

問 6. 電気分解後、電解槽Bの水溶液のpHはいくらになるか。水溶液の初期pHを7.0として、有効数字2桁で求めよ。水溶液は500 mlのまま変化しないものとする。

〔4〕 次の文章を読み、問1～問5に答えよ。(20点)

5種の有機化合物(A)～(E)からなる混合物について、下記の分離操作を行った。

この混合物に十分な水とジエチルエーテル(以下エーテルと略す)を加えて振り混ぜ、水層1とエーテル層1に分離した。エーテル層1に希水酸化ナトリウム水溶液を加えて振り混ぜ、水層2とエーテル層2に分離した。水層2に十分な量の二酸化炭素を通じ、さらにエーテルを加えて振り混ぜ、水層3とエーテル層3に分離した。エーテル層2よりエーテルを蒸発させ、残った油状物に水酸化ナトリウム水溶液を加えて加熱し、放冷後エーテルを加えて振り混ぜ、水層4とエーテル層4に分離した。水層4を塩酸酸性とし、エーテルを加えて振り混ぜ、水層5とエーテル層5に分離した。

分離した化合物について確認操作(1)～(6)を行ったところ、以下のことがわかった。

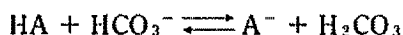
- (1) 化合物(A)は塩化鉄(Ⅲ)水溶液を加えると赤紫色を呈した。
- (2) 化合物(B)は化合物(A)のナトリウム塩を高温・高圧下で二酸化炭素と反応させた後、希硫酸を作用させて生じるオルト置換化合物と一致した。また、元素分析の結果は、炭素 60.9%、水素 4.4%、酸素 34.7%であった。
- (3) 化合物(C)は分子量 123 であり、ベンゼンを濃硫酸と濃硝酸の混合物と反応させると生じる。
- (4) 化合物(D)は刺激臭のある無色の液体で、水によく溶けた。また、分子量 46 の低級飽和脂肪酸であるにもかかわらず、アンモニア性硝酸銀水溶液とともに温めると銀鏡を生じた。
- (5) 化合物(F)は化合物(E)から生成する無色の液体で、リン酸を触媒に用いて、エチレンに水蒸気作用させると得られる。また、水酸化ナトリウム水溶液およびヨウ素とともに温めると黄色の沈殿が生じた。
- (6) 化合物(G)は化合物(E)から生成する無色の結晶で、トルエンの酸化反応で得られる。また、冷水には溶けにくかったが、熱水にはよく溶け、酸性を示した。

問 1. 前述の分離操作によって得られた化合物のうち水層 1, 水層 3, エーテル層 3, エーテル層 4 に存在する化合物は, 化合物(A), (B), (C), (D)のどれに対応するか。化合物の記号(A), (B), (C), (D)および各記号に該当する化合物の名称を記せ。

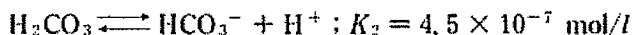
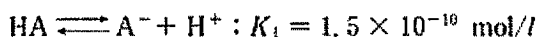
問 2. 5 種の化合物の残りの一つ, 化合物(E)は, 水層 5 とエーテル層 5 にそれぞれ存在する化合物(F)と化合物(G)がエステル結合したものである。化合物(E)の名称を記せ。

問 3. 下線部の黄色沈殿は何か。その化合物の名称を記せ。

問 4. 化合物(A)と炭酸水素ナトリウムを含む水溶液中では, 次の酸・塩基の化学平衡が成り立っている。なお, HA は電離していない化合物(A)を示す。



この反応の平衡定数 K を有効数字 2 桁で求めよ。ただし, 化合物(A)および炭酸の水溶液中での電離平衡の平衡定数は次の値とする。



問 5. 次の文章のうち, 前述の分離操作および問 4 の結果から判断して正しいものはどれか。記号で答えよ。

(ア) 弱酸である化合物(A)の塩の水溶液にそれよりも強い酸を加えても, 化合物(A)は遊離しない。

(イ) 強酸である化合物(A)の塩の水溶液にそれよりも弱い酸を加えても, 化合物(A)は遊離しない。

(ウ) 化合物(A)の塩の水溶液にどのような酸を加えても, 化合物(A)は遊離しない。

(エ) 弱酸である化合物(A)の塩の水溶液にそれよりも強い酸を加えると, 化合物(A)が遊離する。

(オ) 強酸である化合物(A)の塩の水溶液にそれよりも弱い酸を加えると, 化合物(A)が遊離する。

〔5〕 次の文章を読み、問1～問4に答えよ。(22点)

炭素の単体として古くから知られているものに〔ア〕と黒鉛がある。〔ア〕は最も硬い透明な結晶であり、切削材や研磨材として利用されている。〔ア〕では、炭素原子が他の〔イ〕個の炭素原子と〔ウ〕結合を形成している。1個の〔ア〕の結晶は〔エ〕個の分子からできていると考えられており、電気伝導度は非常に〔オ〕。

一方、黒鉛では、炭素原子は他の〔カ〕個の炭素原子と〔ウ〕結合し、巨大な平面状分子を形成している。そのため炭素原子の価電子のうち〔キ〕個の価電子は結合に関与することなく、黒鉛の分子内を自由に移動することができる。このため、黒鉛の電気伝導度は〔ク〕。

炭素の水素化合物はメタンであり、その分子の形は正四面体である。炭素原子は〔ウ〕結合で次々に結合して、鎖状や環状の多様な構造を形成することが可能である。また、2つの炭素原子間で二重結合や三重結合を形成することもできる。したがって、炭素と水素のみからなる化合物はメタン以外にも非常に多くの種類が存在する。このような化合物を総称して〔ケ〕と呼ぶ。

第3周期の14族元素である〔コ〕の結晶は〔ア〕と類似の構造をもち非常に硬い。電気伝導性の観点から〔ク〕に分類され、集積回路や太陽電池の材料として利用されている。〔コ〕の酸化物である〔シ〕の結晶は石英である。〔シ〕は薬品に侵されにくいですが、フッ化水素酸に溶ける。

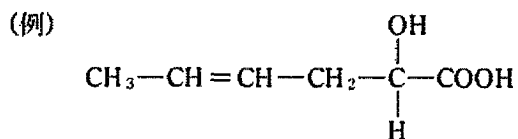
第5周期の14族元素である〔ス〕は炭素や〔コ〕と異なり金属元素に分類される。その単体は展性・延性に富んでおり、鋼板を〔ス〕でめっきしたものはブリキと呼ばれている。ブリキ板に傷がつき、水滴にさらされると内部の鉄が先に溶け出す。この現象は〔ス〕と鉄の〔セ〕の大小を反映している。

(b)

問 1. 文中の〔ア〕～〔セ〕に適切な語句または数字を入れよ。ただし、〔オ〕と〔ク〕には“大きい”あるいは“小さい”のうちどちらか適切な語句を入れよ。

問 2. 炭素、〔コ〕、〔ス〕以外の 14 族元素を元素名で 1 つ答えよ。

問 3. 下線部(a)について、炭素と水素のみからなり二重結合を 1 つもつ鎖状の化合物のうち、光学異性体が存在し、炭素数が最も少ない化合物の構造式を下の例にならって示せ。

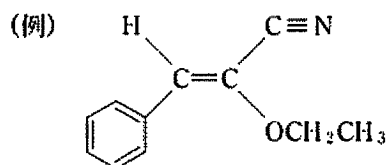


問 4. 下線部(b)について、〔セ〕の大小を不等号で解答欄に示せ。

〔6〕 分子式 $C_4H_8O_2$ で表される有機化合物 A, B, C, D がある。これらの化合物に関する以下の文(1)~(8)を読み、問1~問5に答えよ。(23点)

- (1) A, B, Dはエステル結合をもつ化合物であり、Cはカルボキシル基をもつ化合物である。
- (2) A, B, Cはいずれも炭素原子間に二重結合をもっており、〔ア〕重合することにより高分子が得られる。一方、Dは炭素原子間に二重結合をもっていない。
- (3) Cにはシス・トランス異性体があり、Cはそのうちのトランス体である。一方、A, Bにはいずれもシス・トランス異性体がない。
- (4) Dを水酸化ナトリウム水溶液で加水分解し中和すると、4-ヒドロキシ酪酸 ($HOCH_2CH_2CH_2COOH$) が得られる。
- (5) Aの重合体を水酸化ナトリウム水溶液で加水分解し中和すると、カルボキシル基をもつ高分子Eと〔イ〕が得られる。
- (6) Bの重合体を水酸化ナトリウム水溶液で加水分解し中和すると、ヒドロキシル基をもつ高分子Fと〔ウ〕が得られる。
- (7) Bは〔エ〕に適切な触媒を用いて酢酸を作用させることにより合成される。
- (8) 高分子Fの水溶液をホルムアルデヒド水溶液で処理すると、合成繊維である〔オ〕が得られる。

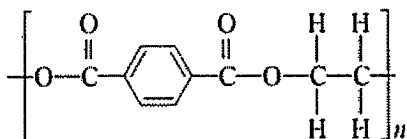
問 1. 化合物 A, B, C, D の構造式を下の例にならって記せ。



問 2. 文中の〔(ア)〕～〔(オ)〕に最も適した語句を入れよ。

問 3. 高分子 E および F の構造式を下の例にならって記せ。

(例)



問 4. 重合度 8000 の高分子 F をある条件にてホルムアルデヒド水溶液で処理したところ、ヒドロキシル基の 60.0 % が残存した〔(オ)〕が得られた。この〔(オ)〕の分子量を有効数字 3 桁で求めよ。

問 5. 化合物 C を塩素と反応させたときの生成物の構造式を問 1 の例にならって記せ。また、この生成物には不斉炭素原子が何個あるか答えよ。

