

広島大学 一般 前期

学 力 検 査 問 題

理 科

平成 23 年 2 月 25 日

(理科 1 科目受験者)	(理科 2 科目受験者)
自 12 時 30 分	自 12 時 30 分
至 13 時 30 分	至 14 時 30 分

答案作成上の注意

- 1 この問題冊子には、物理、化学、生物、地学の各問題があります。総ページは 56 ページです。
- 2 解答用紙は、生物は 2 枚(表裏の計 4 ページ)です。
物理、化学、地学は、それぞれ 1 枚(表裏の 2 ページ)です。
- 3 化学、生物には、選択問題があります。
化学、生物の注意事項をよく読んで解答しなさい。
- 4 下書用紙は、各受験者に 1 枚あります。
- 5 受験番号は、解答用紙の所定の場所に、必ず記入しなさい。
- 6 解答は、解答用紙に記入しなさい。
出願の際に届け出た科目以外の科目について解答しても無効となります。
- 7 配付した解答用紙は、持ち出してはいけません。

理 科

物 理	3 ページ～ 14 ページ
化 学	15 ページ～ 26 ページ
生 物	27 ページ～ 46 ページ
地 学	47 ページ～ 56 ページ

9 ページ, 13 ページ, 14 ページ, 26 ページ, 46 ページ, 51 ページは白紙です。

以 上

化 学 (4 問)

注 意 事 項

- 1 [I], [II], [III]は必須問題である。[IV]は選択問題であり、[IV-a]または[IV-b]のいずれか一つを選択し解答せよ。解答用紙の選択問題記入欄に、選択した問題の番号([IV-a]または[IV-b])を○で囲み示すこと。
- 2 計算に必要な場合には、次の原子量を用いよ。
H = 1.00 C = 12.0 N = 14.0 O = 16.0 Fe = 56.0
Zn = 65.0
- 3 計算問題を解答する場合には有効数字に注意し、必要ならば四捨五入すること。
- 4 字数制限のある設問については、句読点を含めた字数で答えること。

〔 I 〕 次の問 1 と問 2 の答えを解答欄に記入せよ。

問 1 鉄と亜鉛は図 1 のような結晶構造をもつ。以下の(i)~(v)の問いに答えよ。

鉄（体心立方格子）

亜鉛（六方最密構造）

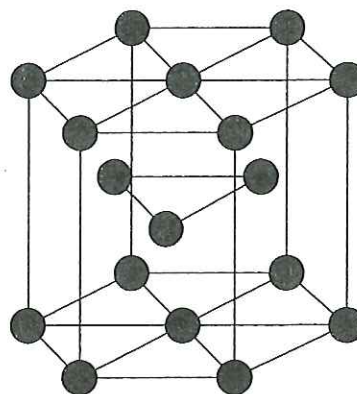
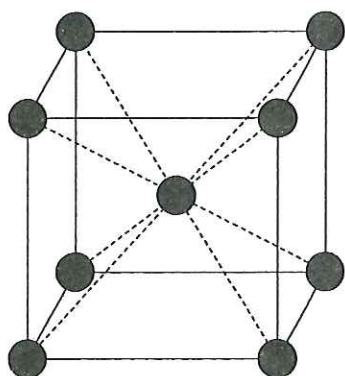


図 1

- (i) 体心立方格子および六方最密構造の単位格子に含まれる原子の数をそれぞれ求めよ。
- (ii) 体心立方格子および六方最密構造に含まれる原子 1 個が接する原子の数（配位数）をそれぞれ求めよ。
- (iii) 鉄の密度 $d[\text{g}/\text{cm}^3]$ を求める数式を答えよ。ただし、鉄の体心立方格子の一辺の長さを $a[\text{cm}]$ 、アボガドロ定数を $N_A[/math> [/mol] とする。$
- (iv) 鉄が錆びるのを防ぐために、鉄にクロムやニッケルを添加した合金の名称を記せ。
- (v) 金属イオンを含む溶液の電解によって、陰極に金属の薄い膜をつける操作を電気めっきという。陰極に鉄板を用いて、その表面に亜鉛 6.50 g を電気めっきした。このときに流した電気量 [C] を有効数字 3 桁で求めよ。ただし、流した電流はすべて亜鉛の電気めっきに使われたものとする。ファラデー定数 F は $9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$ とする。

問 2 次の文章を読み、以下の(i)と(ii)の問いに答えよ。

空気中に含まれる二酸化炭素の物質量を求めるため、次の実験を行った。

5.0×10^{-3} mol/L の水酸化バリウム水溶液 100.0 mL に空気 10.0 L を通じ
(a) ると白濁した。これを静置して生じた沈殿をろ過して分離した。このろ液
10.0 mL をとり、残った塩基を 1.0×10^{-2} mol/L の塩酸で滴定したところ
(b) 7.0 mL を要した。

- (i) 下線部(a)と(b)に記述される反応の化学反応式をそれぞれ記せ。
- (ii) 下線部(a)に記述される反応で吸収させた二酸化炭素の物質量を有効数字
2桁で求めよ。なお、二酸化炭素は完全に反応してすべて塩として沈殿し
たものとする。

〔Ⅱ〕 次の文章を読み、問1～問5の答えを解答欄に記入せよ。

試験管に入れた亜鉛と希硫酸を反応させたところ、気体Aが発生した。このAをあらかじめ試験管内で十分発生させてから、水上置換によってメスシリンダーに捕集した。そのあと、メスシリンダーの中と外の水面の高さをそろえたところ、25℃、大気圧 $p_{\text{atm}} = 1.010 \times 10^5 \text{ Pa}$ において、メスシリンダーの中の気体の体積は 596 mL であった。

Aと単体Bは、高温高压で鉄を主成分とする触媒に触れると、反応して物質Cを生じた。Cは水によく溶解した。この水溶液は弱塩基性を示した。また、Cは塩化ナトリウムに濃硫酸を加えて発生させた気体Dに触れると、白煙を生じた。

問1 亜鉛と希硫酸の反応の化学反応式を記せ。

問2 メスシリンダーの中のAの圧力を p_A 、水蒸気圧を p_W とするとき、 p_{atm} 、 p_A 、 p_W の間に成り立つ関係式を記せ。

問3 以下の(i)と(ii)の問いに答えよ。

(i) 表1は、純物質①～⑤の各温度における蒸気圧を示している。水は①～⑤のどれか、番号で答えよ。

表1

純物質	蒸 気 圧 (kPa)					
	0℃	25℃	50℃	75℃	100℃	125℃
①	1.590	7.889	29.45	88.69	226.2	505.7
②	0.6107	3.167	12.34	38.55	101.3	232.1
③	0.009777	0.08335	0.4629	1.882	6.059	16.29
④	24.68	71.22	170.2	353.0	655.6	1116
⑤	45.24	123.0	280.9	561.7	1013	1684

- (ii) 表1の値を用いて、メスシリンダーに捕集されたAの物質量を有効数字3桁で求めよ。ただし、Aは理想気体とする。気体定数 R は $8.31 \times 10^3 \text{ Pa}\cdot\text{L}/(\text{mol}\cdot\text{K})$ とする。

問4 B, C, Dの物質名をそれぞれ答えよ。

問5 気体の圧力を p [Pa], 体積を v [L], 物質量を n [mol], 温度を T [K]とするとき、 $Z = \frac{pv}{nRT}$ と定義する。273 KにおけるAとCそれぞれの Z と p の関係を最もよく表しているものを図1の㉗~㉙から選び、記号で答えよ。

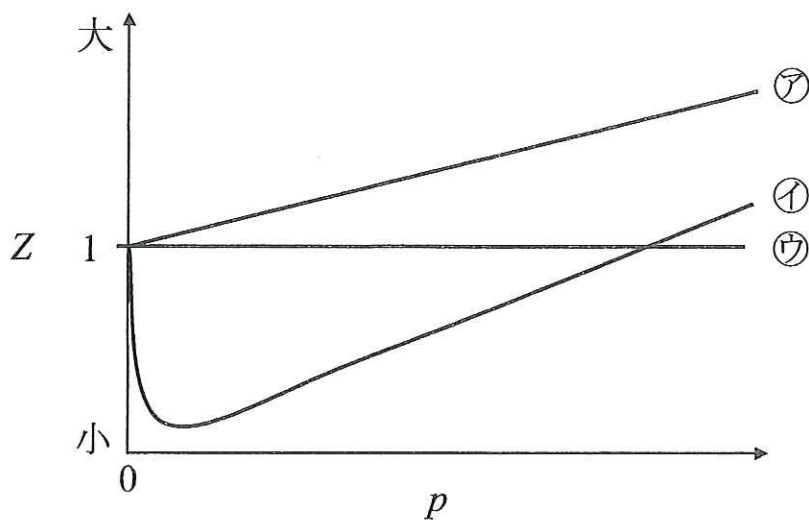
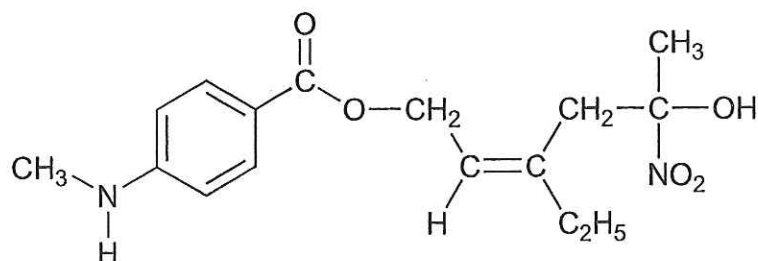


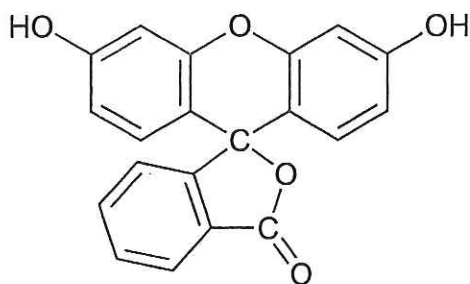
図1

〔Ⅲ〕 次の文章を読み、問1～問4の答えを解答欄に記入せよ。ただし、構造式は例にならって記せ。

構造式の例：



色素であるフルオレセインは、化合物Aと化合物Bの反応により合成される。



フルオレセイン

Aは、分子式 $C_{10}H_8$ で表される化合物Cを V_2O_5 触媒を用いて高温で酸化することで合成される。Cは室温で固体であり、昇華しやすい。また、*o*-キシレンを過マンガン酸カリウムで酸化して得られる化合物Dを加熱することによっても、Aは合成できる。

Bは、分子式 $C_{12}H_{18}$ で表される化合物Eを高温で酸素と反応させたあと、^(a)酸で分解することで合成される。このとき化合物Fが同時に生成する。同様の反応は、Fと化合物Gの工業的製法としてよく知られている。Fは沸点 $56^\circ C$ の無色の液体であり、^(b)酢酸カルシウムを熱分解することでも得られる。また、Gはベークライトの原料として用いられる。

Eは、ベンゼン環に同一のアルキル基を2個もつ。2個のアルキル基の位置の違いにより、E以外に化合物Hおよび化合物Iが存在する。互いに異性体の関係にあるE、H、Iのベンゼン環にそれぞれもう1個同じアルキル基を結合させると、Eからは3種類の異性体が、Hからは2種類の異性体が、Iからは1種類の異性体が生じる。このようにしてE、H、Iにあらたにアルキル基を1個結合させることで得られる異性体は全部で ア 種類ある。

問 1 化合物 A ~ I の構造式を記せ。

問 2 下線部(a)の工業的製法の名称を記せ。

問 3 文章中の

ア

 にあてはまる適切な数字を記入せよ。

問 4 下線部(b)の反応の化学反応式を記せ。

〔IV〕 選択問題

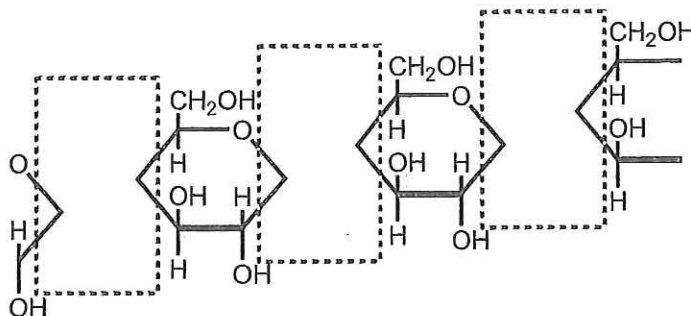
次の〔IV— a〕または〔IV— b〕のいずれか一つを選択し解答せよ。解答用紙の選択問題記入欄に、選択した問題の番号(〔IV— a〕または〔IV— b〕)を○で囲み示すこと。

〔IV— a〕 次の文章を読み、問 1～問 6 の答えを解答欄に記入せよ。

化学繊維には、天然繊維を化学的に処理して得られる再生繊維や半合成繊維のほか、石油から作られた合成繊維がある。再生繊維には、セルロースを溶解させたあと、繊維状に再生した **ア** がある。半合成繊維には、セルロース中のヒドロキシ基をアセチル化した **イ** ^(a) があげられる。これらに対し、ナイロン、ビニロン、ポリエステルなどの合成高分子を溶融したあと、引き伸ばす ^(b) (紡糸する) ことによって強度を増したものが、合成繊維である。アジピン酸とヘキサメチレンジアミンとの **ウ** 重合によって合成される 6,6-ナイロン(ナイロン 66)は世界最初の合成繊維として知られる。ビニロンは日本初の合成繊維であり、次のようにして合成される。酢酸ビニルを **エ** 重合したポリ酢酸ビニルをけん化するとポリビニルアルコールが得られる。これは水に溶けるので、**オ** ^(c) で処理して水に溶けないようにすると、丈夫で吸湿性に優れたビニロンになる。また、ヒドロキシ酸から得られるポリエステルには自然界で分解 ^(d) されるものがあり、環境に優しい生分解性高分子として使われている。

問 1 文章中の **ア** ~ **オ** にあてはまる最も適切な語句を記入せよ。

問 2 に適切な部分構造を書き入れて、セルロースの構造を完成せよ。



問 3 下線部(a)の反応について、1.60 g のセルロース中のヒドロキシ基をすべてアセチル化するのに必要な無水酢酸は何 g か。有効数字 2 桁で求めよ。

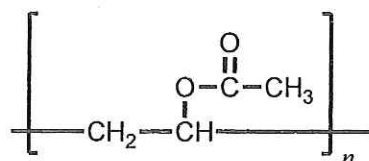
問 4 下線部(b)について、紡糸することによって繊維としての強度が増すのはなぜか。「配列」と「結晶」の二つの語句を含めて、30 字以内で説明せよ。

問 5 下線部(c)のポリビニルアルコールは、その単量体であるビニルアルコールから合成することはできない。これは、ビニルアルコールが不安定で、化合物 A にすみやかに異性化するためである。A の物質名を記せ。

問 6 下線部(d)について、以下の(i)~(iii)の問いに答えよ。

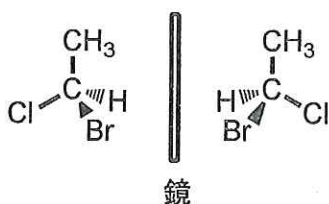
(i) 分子式 $C_2H_4O_3$ で表されるヒドロキシ酸 B からなる生分解性高分子 C は、手術糸として使われる。C の構造式を例 1 にならって記せ。

構造式の例 1 :



(ii) 分子式 $C_3H_6O_3$ で表されるヒドロキシ酸には 2 種類の構造異性体 D および E があり、このうち D には一対の光学異性体が存在する。その光学異性体の構造式を例 2 にならって記せ。

構造式の例 2 :



中央の炭素と実線で結んだ原子は紙面上にあり、太線は紙面の表側に出ていて、破線は紙面の裏側に向かっていることを示す。

(iii) D からは土壤中で分解される生分解性高分子 F が得られる。14.4 mg の F を適当な有機溶媒に溶解させ、高分子鎖の末端に存在するカルボキシル基を 1.0×10^{-3} mol/L の水酸化カリウム—エタノール溶液で中和滴定したところ、2.0 mL を要した。F の平均分子量を有効数字 2 桁で求めよ。

〔IV—b〕 次の文章を読み、問1～問6の答えを解答欄に記入せよ。

p-ジビニルベンゼンとスチレンが共重合した樹脂を濃硫酸で処理することにより、ベンゼン環に 基が導入された 樹脂が得られる。この樹脂に塩化ナトリウム水溶液を通すと が流出する。 (a) 樹脂を用いてアミノ酸を分離することができる。図1に3種類のアミノ酸の構造を示す。アラニンは、水溶液中では陽イオン(CH₃CH(NH₃)⁺COOH)、 (CH₃CH(NH₃)⁺COO⁻)、陰イオン(CH₃CH(NH₂)COO⁻)として存在しており、これらの割合はpHによって変化する。水溶液中でのアラニンの電離平衡はそれぞれ式①、式②で表される。水溶液中でアラニンイオンの電荷が全体として0になるときのpHをアラニンの (b) という。

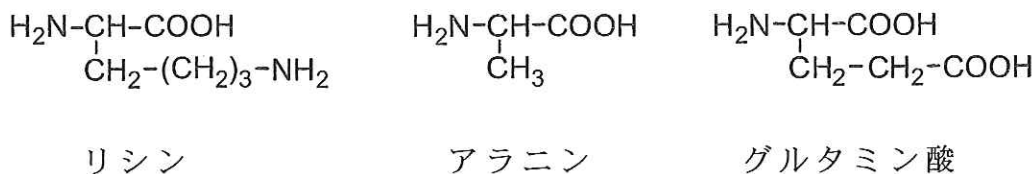
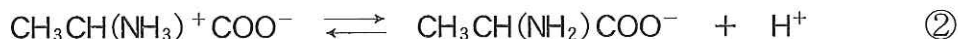


図1



①の反応の平衡定数

$$K_1 = \frac{[\text{CH}_3\text{CH}(\text{NH}_3)^+\text{COO}^-][\text{H}^+]}{[\text{CH}_3\text{CH}(\text{NH}_3)^+\text{COOH}]} = 5.0 \times 10^{-3} \text{ mol/L} \quad (25^\circ\text{C})$$



②の反応の平衡定数

$$K_2 = \frac{[\text{CH}_3\text{CH}(\text{NH}_2)\text{COO}^-][\text{H}^+]}{[\text{CH}_3\text{CH}(\text{NH}_3)^+\text{COO}^-]} = 2.0 \times 10^{-10} \text{ mol/L} \quad (25^\circ\text{C})$$

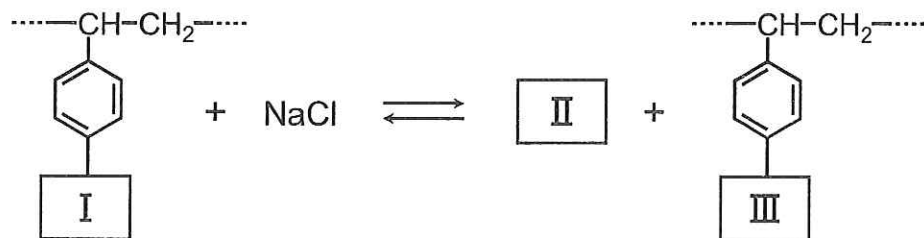
化合物Aはトリペプチドであり、リシンのカルボキシル基とアラニンのアミノ基が結合し、さらにアラニンのカルボキシル基とグルタミン酸のアミノ基が結合している。Aを6 mol/Lの塩酸に溶解して加熱すると、それぞれのアミノ酸に分解した。この溶液を 樹脂を詰めたカラム(ガラス管)に通してこれら

のアミノ酸を吸着させたあと、pH 2の緩衝液を流してもアミノ酸は流出しなかった。このカラムに緩衝液をpHを大きくしながら流していくと、順次アミノ酸が流出した。^(c) pH 4の緩衝液を通すと が流出した。pH 7の緩衝液を通すと が流出した。pH 11の緩衝液を通すと が流出した。

Aに無水酢酸を反応させてアセチル化すると、トリペプチドBが得られた。Bにペプチド結合のみを加水分解する酵素を作用させると、3種類の化合物C、D、Eに分解された。これらをpH 2の緩衝液に溶かし、 樹脂を詰めたカラムに通すとCが吸着されずに流出した。pH 4の緩衝液を通すとDが流出した。pH 7の緩衝液を通すとEが流出した。

問 1 文章中の ~ にあてはまる最も適切な語句を記入せよ。

問 2 ~ にあてはまる部分構造または化学式を記入し、下線部(a)の反応に記述される以下の反応式を完成させよ。



問 3 アラニンについて、下線部(b)に示すpHの値を有効数字2桁で求めよ。

問 4 文章中の と にあてはまるアミノ酸はリシン、アラニン、グルタミン酸のどれか、物質名を答えよ。なお、 は問わない。

問 5 下線部(c)の樹脂に吸着したアミノ酸が流出される理由について、「電荷」と「吸着」の二つの語句を含めて、30字以内で説明せよ。

問 6 Cの構造式を図1にならって記せ。

このページは白紙です。