

# 山形大学

平成 27 年度入学者選抜試験問題

地域教育文化学部・食環境デザインコース

理学部・物質生命化学科

医学部・医学科

工学部（機能高分子工学科，物質化学工学科，バイオ化学工学科，情報科学科，電気電子工学科，機械システム工学科，システム創成工学科）

農学部・食料生命環境学科

## 理 科

(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 この問題冊子の本文は 1 ページから 13 ページまでです。
- 3 試験中に問題冊子の印刷不鮮明・落丁・乱丁，解答用紙の汚れなどに気が付いた場合は，手を挙げて監督者に知らせてください。
- 4 監督者の指示にしたがって，解答用紙に**大学受験番号**を正しく記入してください。  
**大学受験番号**が正しく記入されていない場合は，採点されないことがあります。
- 5 地域教育文化学部受験者は I，II，III，IV，V，VI の 6 問を解答してください。  
理学部受験者は I，II，III，IV，V，VI の 6 問を解答してください。  
医学部受験者は I，II，IV，V の 4 問を解答してください。  
工学部受験者は I，II，III，IV，V，VI の 6 問を解答してください。  
農学部受験者は I，II，III，IV，V，VI の 6 問を解答してください。
- 6 解答用紙の注意事項をよく読み，指示にしたがって解答してください。
- 7 試験終了後，問題冊子と下書き用紙は持ち帰ってください。

補 足 説 明

医 学部 化学

(補足説明)

理科「化学」

2 ページ上から 7 行目

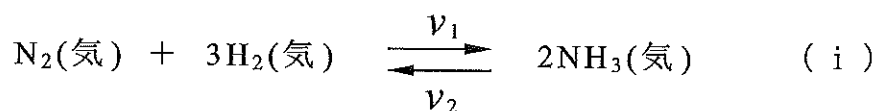
(4) の文章の末尾に次の文を加える。

「ただし、温度は一定とする。」

[ I ] 次の文章を読み、下の(1)～(8)の問いに答えなさい。  
必要ならば、原子量は次の値を使うこと。

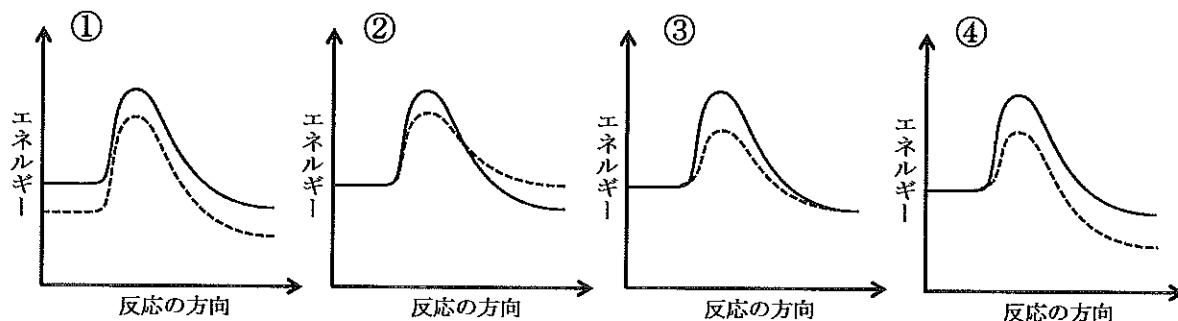
H 1.0      N 14      O 16

19世紀～20世紀はじめにかけての人口増加に伴う食糧危機を回避するには、空気中の窒素を窒素化合物に変換することが必須であった。ハーバー、ボッシュらは、触媒を用いて、(a)水素と窒素から直接アンモニアを合成することに成功した。この反応は、可逆反応であり、ある温度、圧力下で、次の平衡状態にある。



ここで、 $v_1$ は正反応、 $v_2$ は逆反応の反応速度をあらわす。

- (1) 下線部(a)の反応について、その熱化学方程式を記しなさい。ただし、気体のアンモニアの生成熱は46 kJ/molとする。
- (2) アンモニアの生成反応について、反応の進行に伴うエネルギーの変化を正しくあらわしたものはどれか。次の①～④から選び、記号を記しなさい。ただし、実線は触媒が存在しない場合、点線は触媒が存在する場合をあらわす。



(3) 反応速度  $v_1$  と  $v_2$  との関係を正しくあらわしたものはどれか。次の①～⑤から選び、記号を記しなさい。

- ①  $v_1 = v_2 = 0$                       ②  $v_1 = v_2 \neq 0$                       ③  $v_1 \neq v_2$   
④  $v_1 \leq v_2$                               ⑤  $v_1 \geq v_2$

(4) 式 (i) において、次の (ア)、(イ) の操作を行うと平衡はそれぞれどのようなようになるか。次の①～③から選び、記号を記しなさい。

(ア) 全圧力を2倍にする。

(イ) 全圧力を一定に保ったまま気体のアルゴンを加える。

- ① 左へ移動する。 ② 右へ移動する。 ③ 移動しない。

(5) 窒素と水素の濃度をともに5倍にしたとき、平衡が移動しないためには、アンモニアの濃度を何倍にすればよいか求めなさい。計算過程も記しなさい。

(6) 窒素と水素を1 : 3のモル比で混ぜ、反応させたところ平衡に達した。未反応時の窒素の物質量を  $x$  mol、平衡時のアンモニアの物質量を  $a$  mol としたとき、未反応時と平衡時における窒素、水素、アンモニアの物質量を、 $x$  と  $a$  を用いてそれぞれ記しなさい。また、平衡時の全物質量を  $b$  mol としたとき、平衡時の水素の物質量を、 $a$  と  $b$  を用いて記しなさい。計算過程も記しなさい。

(7) アンモニアを水に溶かしたとき、電離平衡が成り立つ。この電離平衡の反応式を記しなさい。

(8) 初濃度  $c$  mol/L のアンモニア水が電離平衡に達した。塩基の電離定数を  $K_b$ 、電離度を  $\alpha$  としたとき、電離度  $\alpha$  を、 $K_b$  と  $c$  を用いて記しなさい。計算過程も記しなさい。ただし、 $1 - \alpha \approx 1$  とする。

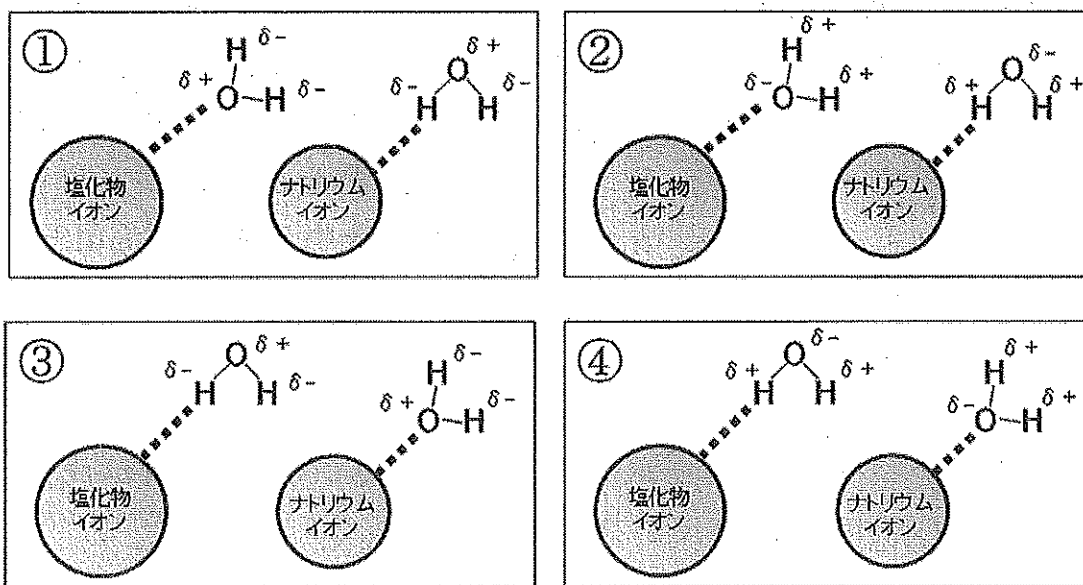
[ II ]

次の文章を読み、下の(1)～(6)の問いに答えなさい。  
必要ならば、原子量は次の値を使うこと。

H 1.0    O 16    Na 23    Cl 35

水は地球環境や生命にとって欠くことのできない物質である。水は様々な物質を溶かし、様々な反応を進める溶媒として働く。物質が水に溶ける現象を、塩化ナトリウムを例に説明する。固体の塩化ナトリウムを水に入れると、ナトリウムイオンと塩化物イオンに電離する。これらの(a)イオンと水分子との間に静電気的な引力が働き、(b)イオンが水分子に囲まれ、その後、イオンは水中で(c)拡散し、均一な溶液となる。このように、塩化ナトリウムは水に溶けやすいが、(d)塩化銀のように水に溶けにくい物質もある。

(1) 下線部(a)の現象において、各イオンと水分子との相互作用の様子をあらわした図として、最も適切なものを次の①～④から1つ選び、記号を記しなさい。



(2) 下線部(b)の現象を特に何というか。その名称を記しなさい。

(3) 下線部(c)の速度は，温度が高くなると大きくなる。その理由を【 】内の語句すべてを用いて，40字以内で記しなさい。

【 熱運動，高温 】

(4) 下線部(d)で示した物質以外で，水に溶けにくい物質を【 】の中からすべて選び，記しなさい。

【 ナフタレン，炭酸カルシウム，塩化セシウム，ヨウ素，グリセリン，オレイン酸 】

(5) 30℃において， $1.000 \times 10^3$  mLの水に塩化ナトリウム 175 gを加えたところ，体積が  $1.115 \times 10^3$  mLとなった。また，この塩化ナトリウム水溶液の密度は 1.05 g/mLであった。このときの水の密度を，有効数字3桁で求めなさい。計算過程も記しなさい。

(6) (5)で調製した塩化ナトリウム水溶液のモル濃度，質量パーセント濃度，質量モル濃度を，有効数字2桁でそれぞれ求めなさい。計算過程も記しなさい。

### 〔Ⅲ〕

次の文章を読み、下の（１）～（７）の問いに答えなさい。

金属の原子が集合した金属の単体では、原子から放出された価電子が金属全体を移動できる **ア** 電子となるため、<sup>(a)</sup>金属は熱や電気を伝えやすい。金属の単体のうち、常温では **イ** を除いてすべて固体であり、金属結晶をつくっている。一方、塩化ナトリウムの固体は、**ウ** 結晶であり、一般に電気を通さないが、水溶液にしたり、**エ** したりすると電気をよく通すようになる。

原子が、電子１個を取り込んで１価の陰イオンになるときに放出されるエネルギーを **オ** といい、ナトリウム原子の方が塩素原子よりも **オ** が **１**。

硫酸と水酸化ナトリウムとからできる塩には、化合物 **A** と化合物 **B** の二種類があり、酸の H も塩基の OH も残っていない化合物 **A** のような塩を、**カ** 塩という。一方、酢酸ナトリウムは **２** の塩であり、この水溶液に塩酸を加えると、刺激臭のある化合物 **C** が生成する。

周期表の **キ** 族に属する鉄は、ほとんどの岩石に酸化物や硫化物の形で含まれている。<sup>(b)</sup>単体の鉄は、溶鉱炉内の熱風中でコークスから発生する一酸化炭素を用いて、赤鉄鉱や磁鉄鉱などを還元して得る。溶鉱炉で得られる鉄は **ク** といい、炭素を約４％含み、硬くてもろいが、融点が高いので鋳物などに用いられる。この **ク** を転炉に移し、酸素を吹き込むと **ケ** になる。**ケ** は硬くてねばり強く、鉄骨やレールに用いられる。**ケ** の板に **コ** をめっきしたものはトタンとよばれ、一方、**サ** をめっきしたものはブリキとよばれる。

鉄は<sup>(c)</sup>ある酸に入れると水素を発生して溶け、酸化数 **シ** の<sup>(d)</sup>鉄イオンを生成する。この水溶液に、 $K_3[Fe(CN)_6]$ 水溶液を加えると濃青色の沈殿が得られる。一方、酸化数 **ス** の鉄イオンを含む水溶液に、KSCN 水溶液を加えると血赤色の溶液が得られる。

(1) 空欄 **ア** ~ **ス** それぞれに当てはまる適切な語句を記しなさい。

(2) 空欄 **1** , **2** に当てはまる適切な語句を, 【      】内の語群から選んで記しなさい。

【 大きい, 小さい, 濃い, 薄い, 強酸, 弱酸 】

(3) 化合物 **A** ~ **C** を, 化学式でそれぞれ記しなさい。

(4) 下線部(a)について, 最も熱を伝えやすい金属の単体は何か。元素記号で記しなさい。

(5) 下線部(b)について, 赤鉄鉱と一酸化炭素とから単体の鉄が得られるときの化学反応式を記しなさい。

(6) 下線部(c)の酸として適切なものを, 以下の①~③からすべて選び, 記号で記しなさい。

① 濃硝酸      ② 希塩酸      ③ 希硫酸

(7) 下線部(d)の水溶液をある pH に調整した後, 硫化水素ガスを通じたところ, 硫化鉄(II)の沈殿が生じた。この沈殿が生成したときの pH の条件と, 沈殿の色について述べた文として適切なものを, 以下の①~⑥から選び, 記号で記しなさい。

- ① 酸性条件で, 黒色の沈殿が生じた。
- ② 酸性条件で, 白色の沈殿が生じた。
- ③ 塩基性条件で, 黒色の沈殿が生じた。
- ④ 塩基性条件で, 白色の沈殿が生じた。
- ⑤ pH によらず, 黒色の沈殿が生じた。
- ⑥ pH によらず, 白色の沈殿が生じた。



[IV] 次の文章を読み，下の(1)～(6)の問いに答えなさい。  
必要ならば，原子量および定数は，次の値を使うこと。

原子量 Cu 63.5 Ag 108  
ファラデー定数  $9.65 \times 10^4$  C/mol

硝酸銀水溶液に2枚の白金板電極を浸した電解槽Aと，塩化銅(II)水溶液に2枚の白金板電極を浸した電解槽Bを，直流電源，スイッチ，電流計とともに直列に接続し，実験装置を組み立てた。この実験装置を用いて，1.20アンペアの電流を38分36秒間流し続けることにより電気分解を行った。このとき，電解槽Aの一方の電極に銀が析出し，もう一方の電極に気体が発生した。また，(a)電解槽Bでも，一方の電極に金属が析出し，もう一方の電極に気体が発生した。ただし，4つの電極ではそれぞれ1つの反応しか起こらないものとする。

- (1) この実験装置の概略図を描きなさい。ただし、スイッチ、直流電源、電流計は以下の記号を用いなさい。また、電流が流れたとき、電解槽 A および電解槽 B の中のそれぞれの電極が陽極あるいは陰極のどちらになるかを、概略図中に明記しなさい。



スイッチ



直流電源  
(長い方が正極)



電流計

- (2) 電解槽 A および電解槽 B の陽極および陰極で起こる反応について、電子  $e^-$  を含むイオン反応式で、それぞれ記しなさい。
- (3) この電気分解で流れた電子の物質量を、有効数字 3 桁で求めなさい。計算過程も記しなさい。
- (4) 下線部 (a) について、析出した金属の質量を、有効数字 3 桁で求めなさい。計算過程も記しなさい。
- (5) 電解槽 A に用いる硝酸銀水溶液に少量のアンモニア水を加えたところ、褐色の沈殿が生じた。この沈殿の化学式を記しなさい。
- (6) (5) で生じた沈殿に、さらに濃アンモニア水を加えたところ、褐色の沈殿が溶けて無色の水溶液になった。この反応を、イオン反応式で記しなさい。

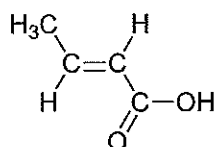
[ V ]

次の文章を読み、下の(1)～(7)の問いに答えなさい。  
必要ならば、原子量は次の値を使うこと。

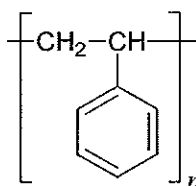
H 1.0      C 12.0      O 16.0

化合物の構造式は、次の例を参考にして記しなさい。

(例 1)



(例 2)



化合物 **A** は炭素、水素、酸素のみでできた、分子量 346 の化合物である。1 mol の化合物 **A** をアルカリ水溶液で加水分解したのち、酸性にして生成物を分離すると、3 種類の化合物 **B**、**C**、**D** がそれぞれ 1 mol ずつ得られた。これらの化合物はすべて芳香族化合物であった。

化合物 **B** は、工業的には金属触媒を用いて *p*-キシレンを酸化することにより得られる。化合物 **B** を原料の一つとした高分子化合物は、合成繊維や合成樹脂として日常生活で広く用いられている。化合物 **B** の構造異性体である ア は、*o*-キシレンの酸化により合成され、加熱すると分子内で脱水反応がおこる。

化合物 **C** は水中でわずかに電離し、その水溶液は弱酸性を示す。化合物 **C** の水溶液に塩化鉄(III)水溶液を加えると紫色に変化する。

(a) 化合物 **C** のナトリウム塩は、塩化ベンゼンジアゾニウムと反応して、橙赤色の化合物を生じる。 また、化合物 **C** 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のち、酸性にすると イ が得

られる。 **イ** にメタノールと濃硫酸を作用させると、消炎鎮痛塗布剤として用いられる **ウ** が生じる。

化合物 **D** は不斉炭素原子をもつ化合物で、分子式は  $C_8H_{10}O$  である。 (b) 化合物 **D** にヨウ素と水酸化ナトリウム水溶液を加えて反応させると、特異臭をもつ黄色沈殿を生じる。

- (1) 化合物 **B**~**D** の構造式を記しなさい。ただし、立体異性体は考慮しないものとする。
- (2) 空欄 **ア** ~ **ウ** それぞれに当てはまる化合物の名称と構造式を記しなさい。
- (3) 化合物 **B**~**D** を別々に飽和炭酸水素ナトリウム水溶液に加えた。発泡しながら溶ける化合物はどれか。適切なものをすべて選び、記号を記しなさい。
- (4) 下線部 (a) の反応を化学反応式で記しなさい。
- (5) 下線部 (b) の反応で生成する黄色沈殿は何か。その化合物の名称を記しなさい。また、この沈殿物をろ過したのち、ろ液を酸性にすると得られる芳香族化合物の構造式と名称を記しなさい。
- (6) 化合物 **A** を 34.6 mg とり、完全燃焼させると二酸化炭素 96.8 mg、水 16.2 mg が得られた。これらの値から、化合物 **A** の分子式を求めなさい。計算過程も記しなさい。
- (7) 化合物 **A** の構造式を記しなさい。ただし、立体異性体は考慮しないものとする。

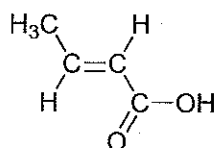
## 〔VI〕

次の文章を読み，下の（１）～（６）の問いに答えなさい。  
必要ならば，原子量は次の値を使うこと。

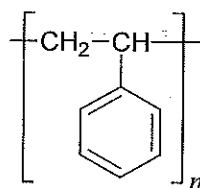
H 1.0      C 12      N 14      O 16

化合物の構造式は，次の例を参考にして記しなさい。

（例 1）

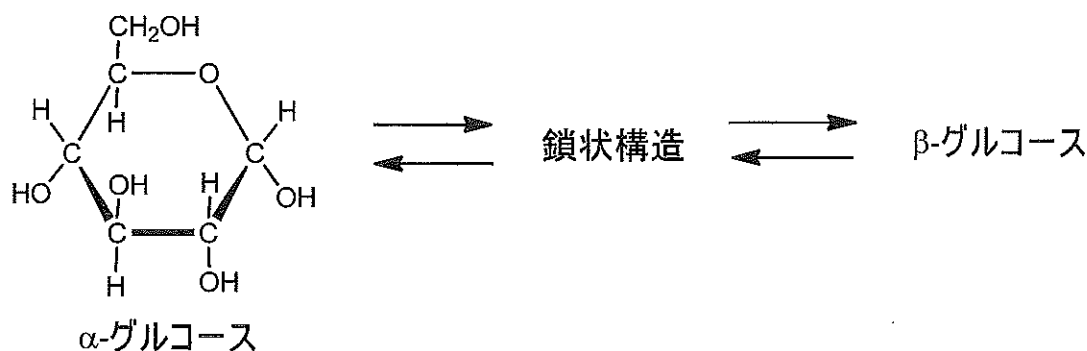


（例 2）



アミノ酸は，分子内に塩基性の **ア** 基と酸性の **イ** 基をもつため，(a) 両性化合物 とよばれる。アミノ酸のうち **ア** 基と **イ** 基が同一の炭素原子に結合しているものを  $\alpha$ -アミノ酸という。一つのアミノ酸の **ア** 基と別のアミノ酸の **イ** 基が脱水縮合して生成したアミド結合は，とくに **ウ** 結合とよばれる。タンパク質は，多くの  $\alpha$ -アミノ酸が **ウ** 結合した天然高分子化合物である。天然高分子化合物には，タンパク質の他に，デンプンなどもある。デンプンは，だ液などに含まれる **エ** により加水分解され，二糖であるマルトースを生じる。マルトースは，さらに **オ** で加水分解され，グルコースを生じる。また，(b) グルコースは，水溶液中では環状の  $\alpha$ -グルコースおよび  $\beta$ -グルコースと，鎖状構造として存在し，これら 3 種類の異性体は平衡状態にある。鎖状構造には **カ** 基が存在している。これが，グルコースの水溶液が還元性を示す理由である。

- (1) 空欄 **ア** ~ **カ** それぞれに当てはまる適切な語句を記しなさい。ただし、空欄 **エ** と **オ** には、酵素の名称を記しなさい。
- (2) 下線部(a)について、分子式  $C_2H_5O_2N$  であらわされる  $\alpha$ -アミノ酸は、強酸性、中性付近、強塩基性の水溶液中では、主にどのような構造になっているか。それぞれの構造式を記しなさい。
- (3) あるタンパク質 2.0 g を濃硫酸とともに加熱分解したのち、アルカリ性にし、発生したアンモニアを 0.50 mol/L の塩酸 50 mL と反応させた。この溶液中に残っている塩酸を、0.50 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液で中和したところ 10 mL を要した。発生したアンモニアは何 g か、有効数字 2 桁で求めなさい。計算過程も記しなさい。ただし、発生したアンモニアはすべて塩酸と反応したものとする。
- (4) 下線部(b)について、下にグルコースの平衡状態を示した。 $\alpha$ -グルコースの構造式を参考に、鎖状構造と  $\beta$ -グルコースの構造式をそれぞれ記しなさい。



- (5) デンプンの主成分の1つであるアミロースの分子式は、一般に $(C_6H_{10}O_5)_n$ であらわされる。アミロース 2.7 g を完全に加水分解したとき、グルコースは何 g 生成するか、有効数字2桁で記しなさい。
- (6) 植物の細胞壁の主成分であるセルロースは、 $\beta$ -グルコースが多数縮合した多糖である。そのため、セルロースの分子式はアミロースと同じく $(C_6H_{10}O_5)_n$ であらわされる。セルロースのすべてのヒドロキシ基を、無水酢酸を用いてアセチル化し、酢酸エステル $(-OCOCH_3)$ へと変換した。セルロースの分子式を参考に、得られた化合物の分子式を記しなさい。