

A b 化学問題

注意

1. 試験開始の指示があるまでこの問題冊子を開いてはいけません。
2. 解答用紙はすべて**HBの黒鉛筆**または**HBの黒のシャープペンシル**で記入することになっています。HBの黒鉛筆・消しゴムを忘れた人は監督に申し出てください。(万年筆・ボールペン・サインペンなどを使用してはいけません。)
3. この問題冊子は**16ページ**までとなっています。試験開始後、ただちにページ数を確認してください。なお、問題番号はI～VIIとなっています。
4. 解答用紙にはすでに受験番号が記入されていますので、出席票の受験番号が、あなたの受験票の番号であるかどうかを確認し、出席票の氏名欄に**氏名**のみを記入してください。なお、出席票は切り離さないでください。
5. 解答は解答用紙の指定された解答欄に記入し、その他の部分には何も書いてはいけません。
6. 解答用紙を折り曲げたり、破ったり、傷つけたりしないように注意してください。
7. 計算には、この問題冊子の余白部分を使ってください。
8. この問題冊子は持ち帰ってください。

マーク・センス法についての注意

マーク・センス法とは、鉛筆でマークした部分を機械が直接よみとって採点する方法です。

1. マークは、下記の記入例のようにHBの黒鉛筆で枠の中をぬり残さず濃くぬりつぶしてください。
2. 1つのマーク欄には1つしかマークしてはいけません。
3. 訂正する場合は消しゴムでよく消し、消しきずはきれいに取り除いてください。

マーク記入例：

A	1	2	3	4	5
	○	○	●	○	○

 (3と解答する場合)

問題を解くにあたって、必要ならば次の値を用いよ。

気体定数： $R = 8.31 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L}/(\text{K} \cdot \text{mol})$

原子量： $\text{H} = 1.0, \text{C} = 12.0, \text{N} = 14.0, \text{O} = 16.0$

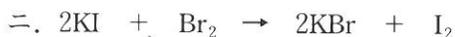
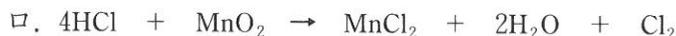
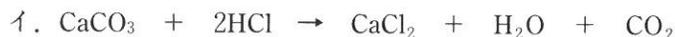
常用対数の値： $\log_{10} 2 = 0.30, \log_{10} 3 = 0.48$

I. 次の設問1～7に答えよ。解答は、それぞれに与えられたa～eから1つずつ選び、その記号を解答用紙の所定欄にマークせよ。

1. 次の記述のうち、その内容が正しくないものはどれか。

- a. 硫黄の同素体である斜方硫黄は、常温で安定に存在する。
- b. 酸素の同素体であるオゾンは、独特のにおいがある。
- c. 炭素の同素体である黒鉛は、電気伝導性がある。
- d. 銅の同素体である黄銅は、延ばしやすく光沢がある。
- e. リンの同素体である黄リンは、空气中で自然発火するため、水中に保存する。

2. 次の化学反応式イ～ホの組み合わせのうち、2つとも酸化還元反応でないものはどれか。



- a. イとロ b. イとホ c. ロとハ d. ハとニ e. ニとホ

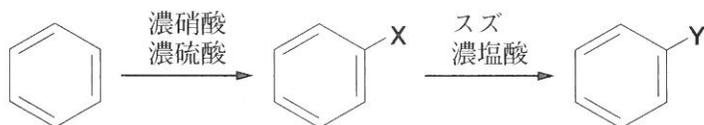
3. 次の塩のうち、その水溶液が酸性を示すものはどれか。

- a. 塩化カルシウム
- b. 酢酸ナトリウム
- c. 硝酸ナトリウム
- d. 炭酸ナトリウム
- e. 硫酸水素ナトリウム

4. エタノール（液）の燃焼熱 [kJ/mol] として、もっとも近い値はどれか。ただし、水（液）の生成熱は 286 kJ/mol、二酸化炭素（気）の生成熱は 394 kJ/mol、エタノール（液）の生成熱は 277 kJ/mol とする。

- a. 207 b. 403 c. 957 d. 1369 e. 1923

5. 次の反応について、XとYにあてはまる置換基の組み合わせとして、もっとも適当なものはどれか。



- a. X=SO₃H, Y=OH
 b. X=SO₃H, Y=Cl
 c. X=NO₂, Y=N₂Cl
 d. X=NO₂, Y=NH₃Cl
 e. X=NO₂, Y=NHCOCH₃

6. 次のイオンのうち、アルデヒドをフェーリング液とともに加熱したときに、還元されて赤色沈殿を生じるものはどれか。

- a. 銀(I)イオン
 b. 鉄(II)イオン
 c. 鉄(III)イオン
 d. 銅(I)イオン
 e. 銅(II)イオン

7. 次のアミノ酸のうち、分子量がもっとも大きいものはどれか。

- a. グリシン
 b. グルタミン酸
 c. システイン
 d. チロシン
 e. リシン

Ⅱ． 次の文を読み、下記の設問 1～5 に答えよ。解答は解答用紙の所定欄にしるせ。

4種類の金属イオン (Ag^+ , Cu^{2+} , Fe^{3+} , Pb^{2+}) を含む水溶液 **A** について、次の実験操作 1～6 を行い、金属イオンを分離した。

- [操作 1] 水溶液 **A** に希塩酸を加えたところ、白色沈殿が生成した。この白色沈殿 **B** をろ過して、ろ液 **C** と分離した。
- [操作 2] 操作 1 で得られたろ紙上の白色沈殿 **B** に熱水をかけたところ、白色沈殿の一部が熱水に溶解した。溶け残った白色沈殿 **D** と熱水 **E** を分離した。
- [操作 3] 熱水 **E** を室温まで冷やしたのち、クロム酸カリウム水溶液を加えたところ、黄色沈殿 **F** が生成した。
- [操作 4] 白色沈殿 **D** を日光に当てたところ、紫色から黒色に少しくすんだ色に変化した。
- [操作 5] ろ液 **C** にアンモニア水を少しずつ加えたところ、はじめ赤褐色沈殿と青白色沈殿の混合物が生成した。さらにアンモニア水を加えると、青白色沈殿は溶解し、赤褐色沈殿のみが残った。この赤褐色沈殿 **G** をろ過して、深青色のろ液 **H** と分離した。
- [操作 6] 赤褐色沈殿 **G** に希塩酸を加えて溶解したのち、これにヘキサシアニド鉄(Ⅱ)酸カリウム水溶液を加えたところ、濃青色沈殿が生じた。

1. 白色沈殿 **D** を化学式でしるせ。
2. 黄色沈殿 **F** を化学式でしるせ。
3. 赤褐色沈殿 **G** を化学式でしるせ。
4. ろ液 **H** の深青色を呈しているイオンを化学式でしるせ。
5. 操作 6 で赤褐色沈殿 **G** が希塩酸に溶解した反応を化学反応式でしるせ。

【必要があれば、このページは計算用紙に使用してよい】

Ⅲ. 次の文を読み、下記の設問1～4に答えよ。解答は解答用紙の所定欄にしるせ。

常温常圧下で気体として存在している窒素、酸素、および二酸化炭素なども低温にすると、液体や固体となる。これは、すべての分子には分子と分子との間に引力が働くためである。一般に分子量が（イ）分子ほど、この分子間に働く引力が強くなるため、沸点が（ロ）なる傾向がある。しかしながら、ハロゲン化水素のうち、分子量がもっとも小さい＜あ＞は、電気陰性度の〔①〕原子と水素原子の間で＜い＞結合が分子間で形成されるため、沸点が〔②〕。これは、分子間に働く一般的な引力よりも＜い＞結合による引力が〔③〕ためである。

1. 文中の空所(イ)・(ロ)それぞれにあてはまる語句の組み合わせとしてもっとも適切なものを、次のa～dから1つ選び、その記号をマークせよ。

	(イ)	(ロ)
a	大きい	高く
b	小さい	高く
c	大きい	低く
d	小さい	低く

2. 次の問 i・ii に答えよ。

- i. 文中の空所〈あ〉にあてはまるもっとも適切な化合物名をしるせ。
ii. 文中の空所〈い〉にあてはまるもっとも適切な語句をしるせ。

3. 文中の空所①～③にあてはまるもっとも適切な語句を、それぞれ対応する次のa・bから1つずつ選び、その記号をマークせよ。

- ① a. 大きい b. 小さい
② a. 高くなる b. 低くなる
③ a. 強い b. 弱い

4. 一般にカルボン酸の沸点は、同程度の分子量を持つアルコールよりも高い。その理由を30字以内でしるせ。

【必要があれば、このページは計算用紙に使用してよい】

IV. 次の文を読み、下記の設問1～3に答えよ。解答は解答用紙の所定欄にしるせ。

酢酸水溶液中では次の化学反応式で示される電離平衡が成り立つ。25℃での酢酸の電離定数を 2.8×10^{-5} mol/L とする。



1. 25℃の0.28 mol/L 酢酸水溶液について、次の i～iii で示したものを求め、その値を有効数字2桁でそれぞれしるせ。ただし、 $\log_{10} 2.8 = 0.46$ とする。

i. 電離度

ii. 水素イオン濃度 [mol/L]

iii. pH

2. 25℃で、0.28 mol/L 酢酸水溶液 10.0 mL を、ある水酸化ナトリウム水溶液で滴定したところ、20.0 mL 必要であった。この水酸化ナトリウム水溶液のモル濃度 [mol/L] を求め、その値を有効数字2桁でしるせ。

3. 25℃で、0.28 mol/L 酢酸水溶液 10.0 mL に、設問2と同じモル濃度の水酸化ナトリウム水溶液を 10.0 mL 加えた。この混合水溶液の pH を求め、その値を有効数字2桁でしるせ。ただし、混合水溶液は全体で 20.0 mL になったとする。

【必要があれば，このページは計算用紙に使用してよい】

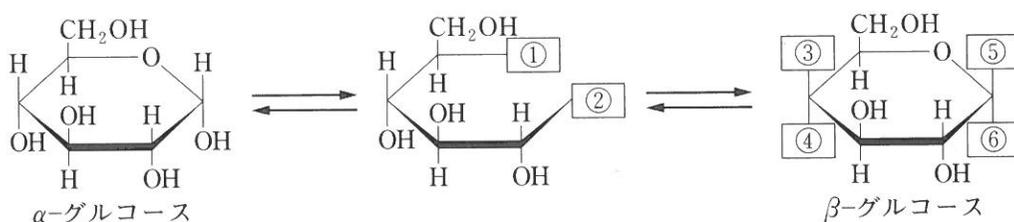
V. 次の文を読み、下記の設問1～4に答えよ。解答は解答用紙の所定欄にしるせ。

グルコースは結晶の状態では炭素原子5個と酸素原子1個が環状につながった六員環構造をとる。結晶の中でグルコースは通常 α 型であるが、水溶液中で3種類の異性体が平衡状態¹⁾で存在している。

2分子の α -グルコースが、1位と(イ)位のヒドロキシ基で脱水縮合して<あ>結合を形成することで、二糖類であるマルトースが得られる。マルトースが還元性を示すのに対して、同様に2分子の α -グルコースが脱水縮合して得られるトレハロースは、還元性を示さない²⁾。

多数の α -グルコースが縮合重合した多糖類であるデンプンは、1位と(イ)位のヒドロキシ基で縮合重合して<い>構造を持つ<う>と、1位と(イ)位、および1位と(ロ)位のヒドロキシ基で縮合重合して<え>構造を持つ<お>に分類される。

1. 文中の下線部1)について、次の構造式中の空所①～⑥それぞれにあてはまるもっとも適当な原子、または官能基をしるせ。



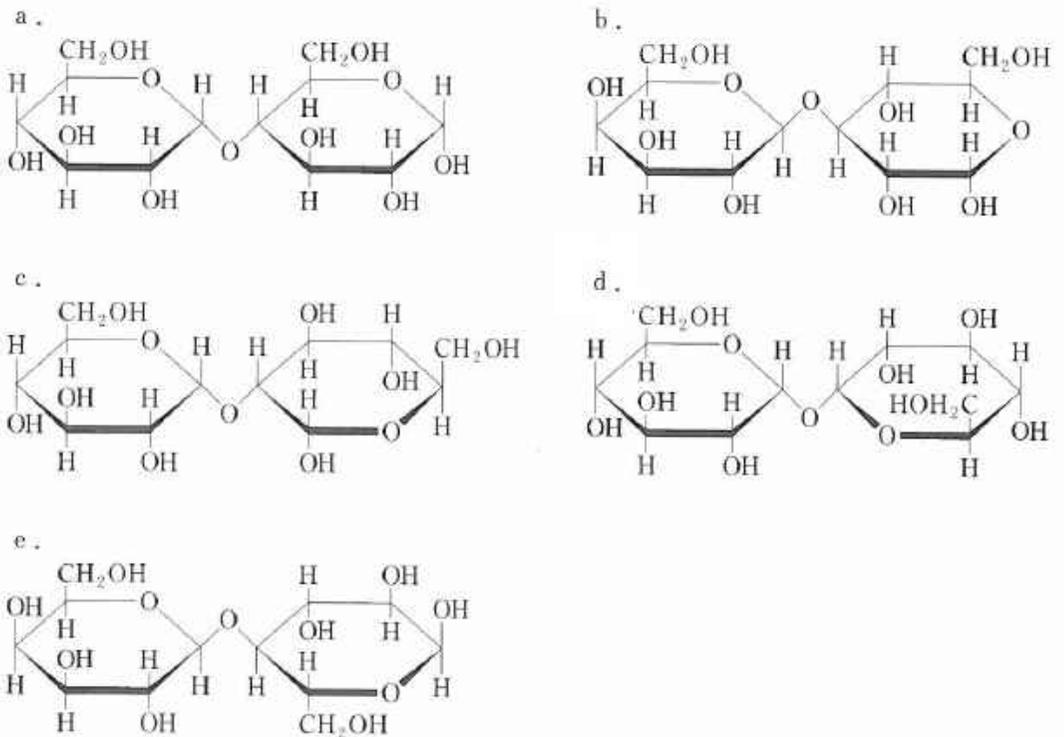
2. 文中の空所(イ)・(ロ)にあてはまるもっとも適当な数字を、それぞれ対応する次のa～fから1つずつ選び、その記号をマークせよ。

- (イ) a. 1 b. 2 c. 3 d. 4 e. 5 f. 6
- (ロ) a. 1 b. 2 c. 3 d. 4 e. 5 f. 6

3. 文中の空所〈あ〉～〈お〉にあてはまるもっとも適当な語句を、それぞれ対応する次の a～e から 1 つずつ選び、その記号をマークせよ。

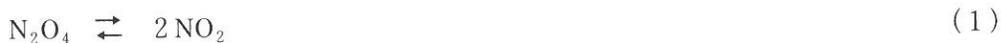
- | | | | |
|-----|--------------------|-----------------|----------|
| 〈あ〉 | a. アミド | b. エステル | c. グリコシド |
| | d. 水素 | e. ペプチド | |
| 〈い〉 | a. α -ヘリックス | b. 枝分かれ | c. 直鎖 |
| | d. 二重らせん | e. β -シート | |
| 〈う〉 | a. アミロース | b. アミロペクチン | c. ケラチン |
| | d. セルロース | e. フィブロイン | |
| 〈え〉 | a. α -ヘリックス | b. 枝分かれ | c. 直鎖 |
| | d. 二重らせん | e. β -シート | |
| 〈お〉 | a. アミロース | b. アミロペクチン | c. ケラチン |
| | d. セルロース | e. フィブロイン | |

4. 文中の下線部 2) について、トレハロースの構造式を、次の a～e から 1 つ選び、その記号をマークせよ。



VI. 次の文を読み、下記の設問1～4に答えよ。解答は解答用紙の所定欄にしるせ。

2.0 molの四酸化二窒素 N_2O_4 (無色) を容積4 Lの密閉容器に入れた。20℃に保ち、しばらくすると、次の式(1)のような平衡状態となった。



N_2O_4 が分解する反応の熱化学方程式は、次の式(2)のように表される。



1. 四酸化二窒素 N_2O_4 、二酸化窒素 NO_2 の濃度 (単位体積あたりの物質量) を、それぞれ $[\text{N}_2\text{O}_4]$ 、 $[\text{NO}_2]$ と表すこととする。式(1)における平衡定数 K を、 $[\text{N}_2\text{O}_4]$ 、 $[\text{NO}_2]$ を用いてしるせ。
2. 密閉容器内の温度を20℃に保ったとき、 N_2O_4 の8.0%が分解し平衡に達した。このときの平衡定数 K [mol/L] を求め、その値を有効数字2桁でしるせ。
3. 密閉容器内の温度を50℃に上げると、 $[\text{N}_2\text{O}_4] = 1.1 \times 10^{-1}$ mol/Lとなり平衡に達した。このときの平衡定数 K [mol/L] を求め、その値を有効数字2桁でしるせ。ただし、密閉容器内の体積は温度によらず一定とする。
4. 密閉容器内の温度が20℃から50℃に上昇した際、設問2の状態から設問3の状態に平衡が移動した。その理由を、式(2)により得られる知見を参考に「ルシャトリエの原理」の観点から説明せよ。「ルシャトリエの原理から、」で始まる説明文を40字以内でしるせ。ただし、「ルシャトリエの原理から、」は字数(40字)に含めない。

【必要があれば、このページは計算用紙に使用してよい】

VII. 次の文を読み、下記の設問1～4に答えよ。解答は解答用紙の所定欄にしるせ。

化合物Aを適切な条件下で加水分解すると、化合物B、C、Dが得られた。化合物Bは分子式 $C_4H_4O_4$ で表されるジカルボン酸である。化合物Bには幾何異性体の化合物Eが存在するが、それらの水への溶解度は大きく異なり、融点は化合物Bに比べて化合物Eの方が高い。¹⁾

化合物Cは分子式 $C_6H_{14}O$ で表され、不斉炭素原子を2つ持っている。過マンガン酸カリウム水溶液を用いて化合物Cを酸化すると、不斉炭素原子が1つに減少した化合物Fが得られた。化合物Fにヨウ素と水酸化ナトリウム水溶液を加えて温めると、黄色沈殿が得られた。化合物Fの代わりにアセトンを用いても、同様の反応が進行する。

化合物Dは8つの炭素原子で構成される芳香族化合物であり、不斉炭素原子を持たない。²⁾ 1 molの化合物Dに2 molのナトリウムを作用させると、1 molの水素が発生した。化合物Dを適当な酸化剤を用いて酸化すると化合物Gが得られ、これを1,2-エタンジオールと重合することで、合成繊維として用いられる高分子化合物が得られた。

1. 文中の下線部1)に関する次の文について、以下の問i・iiに答えよ。

化合物Bは分子内で脱水反応を起こして酸無水物を与える。化合物Bではカルボキシ基が(イ)形に配置して(ロ)のある分子となるため、水への溶解度は<あ>。一方、化合物Eではカルボキシ基が(ハ)形に配置するため、(ロ)のない分子となり、水への溶解度は<い>。

i. 文中の空所(イ)～(ハ)それぞれにあてはまるもっとも適当な語句をしるせ。

ii. 文中の空所<あ>・<い>にあてはまる語句を、それぞれに対応する次のa・bから1つずつ選び、その記号をしるせ。

<あ> a. 大きい b. 小さい

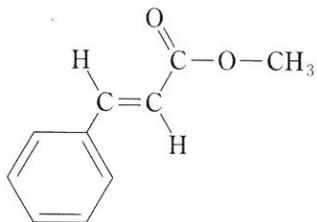
<い> a. 大きい b. 小さい

2. 化合物C・Dの構造式を、例にならってそれぞれしるせ。なお、不斉炭素原子には記号(*)をつけよ。

3. 化合物Cの構造異性体には、ナトリウムを加えると水素を発生し、過マンガン酸カリウム水溶液では酸化されないものが複数ある。それらの構造式を、例にならってすべてしるせ。

4. 文中の下線部2)の反応を、化学反応式でしるせ。

(例)



【以下余白】