

理 科

(1～49ページ)

注 意

- 試験開始の合図があるまで、問題用紙を開いてはいけません。
- この問題用紙には、次の3科目の問題が収められています。
物 理 (1～14ページ)
化 学 (15～30ページ)
生 物 (31～49ページ)
- 3科目の中から、医学部出願者は2科目、その他の出願者は1科目を選択し、解答は解答用紙にマークしなさい。解答用紙は3科目共通です。
- 解答用紙に受験番号・氏名・選択科目を記入しなさい。
受験番号と選択科目は、下記の「受験番号欄記入例」「選択科目欄記入例」に従って正確にマークしなさい。
- 試験時間は **60分** (2科目受験者は1科目につき60分) です。
- 試験開始後、問題用紙に不備(ページのふぞろい・印刷不鮮明など)があったら申し出なさい。
- 中途退出は認めません。試験終了後、問題用紙は持ち帰りなさい。

受験番号欄記入例・選択科目欄記入例

受 験 番 号 欄					
H	5	7	0	9	
(A)	(0)	(0)	●	(0)	
(B)	(1)	(1)	(1)	(1)	
(C)	(2)	(2)	(2)	(2)	
(D)	(3)	(3)	(3)	(3)	
(E)	(4)	(4)	(4)	(4)	
(F)	●	(5)	(5)	(5)	
(G)	(6)	(6)	(6)	(6)	
(H)	(7)	●	(7)	(7)	
(I)	(8)	(8)	(8)	(8)	
(J)	(9)	(9)	(9)	●	
(K)					
(L)					
(M)					
(N)					
(O)					
(P)					
(Q)					
(R)					
(S)					
(T)					
(U)					
(V)					
(W)					
(X)					

アルファベットと数字の位置に注意してマークしなさい
(アルファベットのI・O・Qはありません)

「物理」を選択した場合

選 択 科 目 欄		
●	物	理
○	化	学
○	生	物

↑
解答する1科目に
必ずマークしなさい

マーク式解答欄記入上の注意

- 解答は、HBの黒鉛筆を使用して丁寧にマークしなさい。
《マーク例》
良い例 ●
悪い例 ○ ⊙ ⊗ ⊖ ⊕
- 訂正する場合は、プラスチック消しゴムで、きれいにマークを消し取りなさい。
- 所定の記入欄以外には、何も記入してはいけません。
- 解答用紙を汚したり、折り曲げたりしてはいけません。

化 学

この問題はⅠからⅦまであります。解答用紙には問題番号が から までですが、**解答に使用する問題番号は から までです。**

原子量 H : 1.01, C : 12.0, N : 14.0, O : 16.0, Cl : 35.5, Ca : 40.0

標準状態における気体のモル体積 22.4 L/mol

Ⅰ 原子の構造，分離操作および結合に関する，次の(1)～(5)に答えなさい。

(1) 原子は，中心にある原子核と，そのまわりをとりまく からなる。原子核には と が含まれているが， の数によって元素の種類が定まり，これを原子番号という。

1) 上の文章中の空欄 ～ にあてはまる語句の組合せとして最も適するものを，
 の解答群から1つ選びなさい。

の解答群

	ア	イ	ウ
①	陽子	電子	中性子
②	陽子	中性子	電子
③	電子	陽子	中性子
④	電子	中性子	陽子
⑤	中性子	陽子	電子
⑥	中性子	電子	陽子

2) ある原子Xは質量数が48であり，Xが3価の陽イオンとなるときの，その電子の数は19であった。この原子の中性子の数として正しいものを， の解答群から1つ選びなさい。

の解答群

- | | | |
|------|------|------|
| ① 23 | ② 26 | ③ 29 |
| ④ 32 | ⑤ 35 | ⑥ 38 |

- (2) 天然には水素原子の同位体として ^1H , ^2H の 2 種類が, 酸素原子の同位体として ^{16}O , ^{17}O , ^{18}O の 3 種類が存在すると考えたとき, 構成する原子の同位体の違いによって水分子は何種類存在するか。最も適するものを, 3 の解答群から 1 つ選びなさい。

3 の解答群

- ① 2 種類 ② 3 種類 ③ 6 種類
④ 8 種類 ⑤ 9 種類 ⑥ 12 種類

- (3) 次の a～c について, 目的物を分離する操作の組合せとして最も適するものを, 4 の解答群から 1 つ選びなさい。

- a ガラス片の混ざったヨウ素から, ヨウ素を分離する。
b 細かく砕いたコーヒー豆から, カフェインなどの水溶性成分を分離する。
c 少量の硫酸銅(Ⅱ)が混ざった硝酸カリウムから, 硝酸カリウムを分離する。

4 の解答群

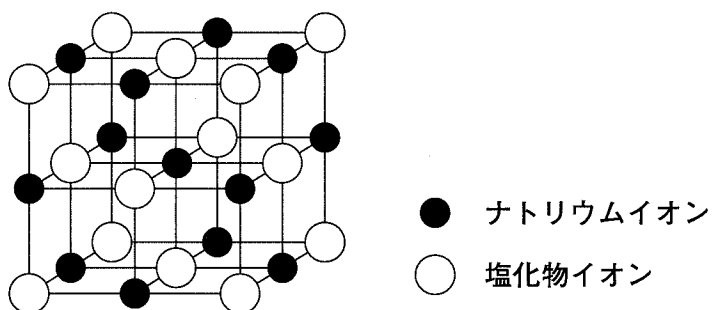
	a	b	c
①	再結晶	抽出	昇華法
②	再結晶	昇華法	抽出
③	抽出	再結晶	昇華法
④	抽出	昇華法	再結晶
⑤	昇華法	再結晶	抽出
⑥	昇華法	抽出	再結晶

- (4) 水に溶解する際, 電離をともしなうものを電解質, 電離をともしなわないものを非電解質という。非電解質として最も適するものを, 5 の解答群から 1 つ選びなさい。

5 の解答群

- ① 塩化水素 ② 硝酸ナトリウム ③ 酢酸
④ スクロース ⑤ 水酸化ナトリウム ⑥ 硫酸銅(Ⅱ)

- (5) 次の図は塩化ナトリウムの単位格子を表す。あるナトリウムイオンに注目したとき、最も近くにあるナトリウムイオンの数と最も近くにある塩化物イオンの数の組合せとして最も適するものを、 6 の解答群から1つ選びなさい。



6 の解答群

	ナトリウムイオンの数	塩化物イオンの数
①	8	4
②	8	6
③	8	8
④	12	4
⑤	12	6
⑥	12	8

化学の試験問題は次に続きます。

Ⅱ 酸化還元反応に関する，次の(1)および(2)に答えなさい。

- (1) 下線部の物質が還元剤としてはたらいっている反応を，7 の解答群から1つ選びなさい。

7 の解答群

- ① $\text{SiO}_2 + 6\underline{\text{HF}} \longrightarrow \text{H}_2\text{SiF}_6 + 2\text{H}_2\text{O}$
- ② $\text{O}_3 + 2\underline{\text{KI}} + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{I}_2 + 2\text{KOH} + \text{O}_2$
- ③ $\text{Na}_2\text{O} + 2\underline{\text{HCl}} \longrightarrow 2\text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$
- ④ $2\text{Ag} + 2\underline{\text{H}_2\text{SO}_4} \longrightarrow \text{Ag}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{SO}_2$
- ⑤ $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + 2\underline{\text{NaOH}} \longrightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{NH}_3$
- ⑥ $2\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 + \underline{\text{I}_2} \longrightarrow \text{Na}_2\text{S}_4\text{O}_6 + 2\text{NaI}$

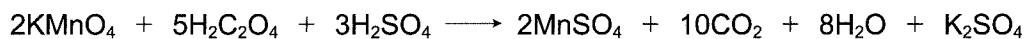
- (2) 過酸化水素 H_2O_2 水の質量パーセント濃度を調べるために，次の**実験1～3**を行った。

実験1 シュウ酸二水和物 $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 0.630 g を正確にはかりとり，器具Aを用いてシュウ酸標準溶液 100 mL を調製した。

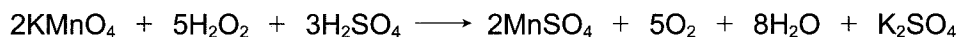
実験2 シュウ酸標準溶液 10.0 mL を器具Bを用いて正確にはかりとってコニカルビーカーに入れ，希硫酸を加えて温めてから，濃度不明の過マンガン酸カリウム KMnO_4 水溶液を器具Cから滴下したところ，20.0 mL 加えたところで過マンガン酸カリウムの赤紫色が消えなくなった。

実験3 過酸化水素水を10倍に希釈した水溶液 10.0 mL を器具Bを用いて正確にはかりとってコニカルビーカーに入れ，希硫酸を加えた後，**実験2** で用いた過マンガン酸カリウム水溶液を器具Cから滴下したところ，40.0 mL 加えたところで過マンガン酸カリウムの赤紫色が消えなくなった。

なお，**実験2** の化学反応式は次式で表される。



また，**実験3** の化学反応式は次式で表される。



1) 器具 A ～ C の組合せとして最も適するものを, 8 の解答群から 1 つ選びなさい。

8 の解答群

	器具 A	器具 B	器具 C
①	ホールピペット	メスフラスコ	ビュレット
②	ホールピペット	ビュレット	メスフラスコ
③	メスフラスコ	ホールピペット	ビュレット
④	メスフラスコ	ビュレット	ホールピペット
⑤	ビュレット	ホールピペット	メスフラスコ
⑥	ビュレット	メスフラスコ	ホールピペット

2) 実験 2 で用いた過マンガン酸カリウム水溶液のモル濃度は何 mol/L か。最も近いものを,
9 の解答群から 1 つ選びなさい。

9 の解答群

- ① $1.00 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$ ② $2.50 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$ ③ $4.00 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$
 ④ $5.00 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$ ⑤ $6.25 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$ ⑥ $8.00 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$

3) 希釈前の過酸化水素水の質量パーセント濃度は何%か。最も近いものを, 10 の解答群
 から 1 つ選びなさい。ただし, 希釈前の過酸化水素水の密度は 1.00 g/cm^3 とする。

10 の解答群

- ① 0.170 % ② 0.340 % ③ 0.680 %
 ④ 0.850 % ⑤ 1.70 % ⑥ 3.40 %

Ⅲ 物質の状態に関する，次の(1)～(3)に答えなさい。

- (1) 27℃， $3.00 \times 10^5 \text{ Pa}$ において5.00 Lを占める気体を，227℃，20.0 Lにしたとき，この気体の圧力は何 Pa になるか。最も近いものを，11 の解答群から1つ選びなさい。

11 の解答群

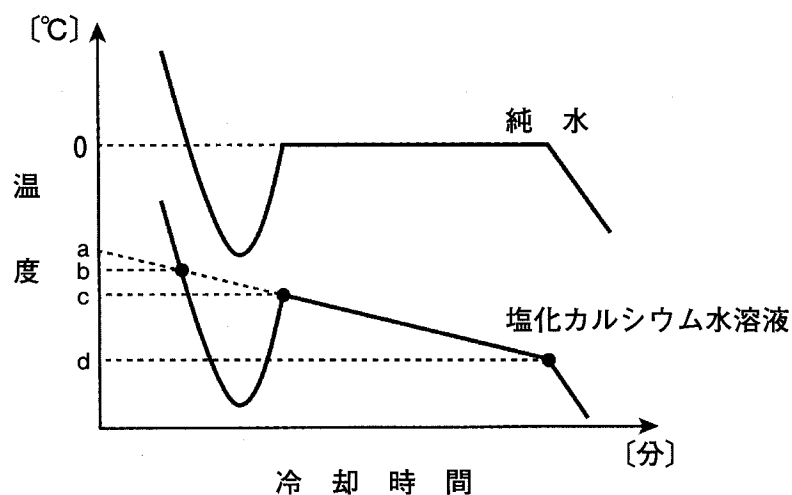
- | | | |
|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| ① $4.50 \times 10^4 \text{ Pa}$ | ② $6.00 \times 10^4 \text{ Pa}$ | ③ $9.00 \times 10^4 \text{ Pa}$ |
| ④ $1.25 \times 10^5 \text{ Pa}$ | ⑤ $2.50 \times 10^5 \text{ Pa}$ | ⑥ $5.00 \times 10^5 \text{ Pa}$ |

- (2) 60℃において，質量パーセント濃度30%の塩化カリウム KCl 水溶液を500 g 調製し，40℃に冷却したところ，塩化カリウムの結晶が10 g 析出した。40℃における塩化カリウムの溶解度はいくらか。最も近いものを，12 の解答群から1つ選びなさい。ただし，溶解度とは，飽和水溶液中の水100 gあたりに溶解する溶質の質量[g]で表すものとする。

12 の解答群

- | | | |
|------|------|-------|
| ① 10 | ② 25 | ③ 40 |
| ④ 50 | ⑤ 70 | ⑥ 140 |

- (3) 次の図は，純水および塩化カルシウム CaCl_2 水溶液を冷却していったときの温度変化を表す冷却曲線である。



- 1) 冷却曲線に関する次の文章中の空欄 , にあてはまる語句と記号の組合せとして最も適するものを, の解答群から1つ選びなさい。

液体を冷却していくと, 凝固点以下になってもすぐに凝固しないことがある。この状態は とよばれる。また, この塩化カルシウム水溶液の凝固点は図の温度 である。

の解答群

	ア	イ
①	不動態	a
②	不動態	b
③	不動態	c
④	不動態	d
⑤	過冷却	a
⑥	過冷却	b
⑦	過冷却	c
⑧	過冷却	d

- 2) 塩化カルシウム 2.22 g を水 100 g に溶かした水溶液の凝固点は何℃か。最も近いものを, の解答群から1つ選びなさい。ただし, 塩化カルシウムは水溶液中では完全に電離しているものとし, 水のモル凝固点降下は $1.85 \text{ K} \cdot \text{kg/mol}$ とする。

の解答群

- | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| ① -1.11°C | ② -0.74°C | ③ -0.37°C |
| ④ -0.111°C | ⑤ -0.074°C | ⑥ -0.037°C |

IV 物質の変化と平衡に関する、次の(1)～(3)に答えなさい。

- (1) 25℃における0.30 mol/Lの酢酸水溶液のpHはいくらか。最も近いものを、15の解答群から1つ選びなさい。

ただし、酢酸の電離定数は $K_a = 2.0 \times 10^{-5}$ [mol/L]とし、酢酸の電離度は1に比べて十分に小さいものとする。また、 $\log_{10} 2 = 0.30$, $\log_{10} 3 = 0.48$ とする。

15 の解答群

- | | | |
|--------|--------|--------|
| ① 2.22 | ② 2.52 | ③ 2.61 |
| ④ 2.70 | ⑤ 2.76 | ⑥ 2.85 |

- (2) 次の熱化学方程式で表される可逆反応a～eが平衡状態にある。このとき、()内の操作を行うことによって平衡が左に移動するものはいくつあるか。最も適するものを、16の解答群から1つ選びなさい。

- | | | |
|---|--|--------------------------------|
| a | $\text{N}_2\text{O}_4(\text{気}) = 2\text{NO}_2(\text{気}) - 57.2 \text{ kJ}$ | (体積一定で NO_2 を取り除く) |
| b | $\text{C}_2\text{H}_4(\text{気}) + \text{H}_2(\text{気}) = \text{C}_2\text{H}_6(\text{気}) + 137 \text{ kJ}$ | (圧力一定で温度を下げる) |
| c | $\text{NH}_3 \text{ aq} + \text{H}_2\text{O}(\text{液}) = \text{NH}_4^+ \text{ aq} + \text{OH}^- \text{ aq} - 5 \text{ kJ}$ | (NH_4Cl を加える) |
| d | $\text{N}_2(\text{気}) + 3\text{H}_2(\text{気}) = 2\text{NH}_3(\text{気}) + 92 \text{ kJ}$ | (全圧一定でArを加える) |
| e | $\text{C}(\text{黒鉛}) + \text{H}_2\text{O}(\text{気}) = \text{H}_2(\text{気}) + \text{CO}(\text{気}) - 131 \text{ kJ}$ | (温度一定で圧力を加える) |

16 の解答群

- | | | |
|-----|-----|-----|
| ① 1 | ② 2 | ③ 3 |
| ④ 4 | ⑤ 5 | ⑥ 0 |

- (3) 水素 H_2 2.0 mol とヨウ素 I_2 2.0 mol を 5.0 L の密閉容器に入れて高温に保ったところ、次に示す可逆反応が起きて、平衡状態になった。



- 1) 次の文章中の空欄 ～ にあてはまる語句の組合せとして最も適するものを、
 の解答群から 1 つ選びなさい。

この可逆反応を触媒を用いて行った場合、触媒を用いなかった場合と比べて正反応(右向き)の反応速度は , 逆反応(左向き)の反応速度は なる。また、平衡状態に達するまでの時間は なる。

の解答群

	ア	イ	ウ
①	小さく	小さく	長く
②	小さく	小さく	短く
③	小さく	大きく	長く
④	小さく	大きく	短く
⑤	大きく	小さく	長く
⑥	大きく	小さく	短く
⑦	大きく	大きく	長く
⑧	大きく	大きく	短く

- 2) 平衡状態におけるヨウ化水素 HI のモル濃度は何 mol/L か。最も近いものを、 の解答群から 1 つ選びなさい。ただし、この反応における濃度平衡定数は 64 とする。

の解答群

- ① 0.32 mol/L ② 0.64 mol/L ③ 0.80 mol/L
④ 1.2 mol/L ⑤ 1.6 mol/L ⑥ 3.2 mol/L

V 無機物質に関する，次の(1)～(3)に答えなさい。

- (1) 典型元素からなる物質に関する記述として正しいものを，19 の解答群から1つ選びなさい。

19 の解答群

- ① 単体のナトリウム Na は，水中に保存できる。
- ② 炭酸カルシウム CaCO_3 も炭酸水素カルシウム $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ も水には溶けない。
- ③ 酸化アルミニウム Al_2O_3 は希塩酸 HCl には溶けるが，水酸化ナトリウム NaOH 水溶液には溶けない。
- ④ ケイ酸ナトリウム Na_2SiO_3 に水を加えて加熱すると，シリカゲルが得られる。
- ⑤ さらし粉 $\text{CaCl}(\text{ClO})\cdot\text{H}_2\text{O}$ には漂白作用がある。
- ⑥ ヘリウム He は空気中に約1%含まれる。

- (2) 銅 Cu の単体や化合物に関する記述として正しいものを，20 の解答群から1つ選びなさい。

20 の解答群

- ① 単体の銅は希塩酸 HCl に溶けて水素が発生する。
- ② 単体の銅を空気中で加熱すると，赤色の酸化銅(Ⅱ) CuO になる。
- ③ 銅と亜鉛 Zn の合金は青銅とよばれる。
- ④ 水酸化銅(Ⅱ) $\text{Cu}(\text{OH})_2$ に過剰のアンモニア水を加えると，水酸化銅(Ⅱ)は溶けて深青色の溶液となる。
- ⑤ 白色の硫酸銅(Ⅱ)五水和物 $\text{CuSO}_4\cdot 5\text{H}_2\text{O}$ を加熱すると，青色の硫酸銅(Ⅱ)無水物 CuSO_4 になる。
- ⑥ 強酸性条件下において，銅(Ⅱ)イオン Cu^{2+} を含む水溶液に硫化水素 H_2S を通じて沈殿は生じない。

(3) 塩素酸カリウム KClO_3 に酸化マンガン(IV) MnO_2 を加えて加熱すると、酸素 O_2 が発生する。

1) 次の文章中の空欄 ア , イ にあてはまる語句と数値の組合せとして最も適するものを, 21 の解答群から1つ選びなさい。

この反応では、酸化マンガン(IV)は ア としてはたらいており、反応が完全に進行した場合、塩素酸カリウム 1.0 mol から酸素は イ mol 発生する。

21 の解答群

	ア	イ
①	酸	1.0
②	酸	1.5
③	塩基	1.0
④	塩基	1.5
⑤	触媒	1.0
⑥	触媒	1.5

2) 酸素とオゾン O_3 に関する記述として正しいものを, 22 の解答群から1つ選びなさい。

22 の解答群

- ① 酸素とオゾンは同位体の関係にある。
- ② 酸素はフッ素よりも酸化力が強い。
- ③ 酸素は液体空気の分留によって得られる。
- ④ オゾンは直線形の分子である。
- ⑤ オゾンは無色、無臭の気体である。
- ⑥ オゾンはヨウ素と反応してヨウ化物イオンに変化させる。

VI 有機化合物の性質と反応に関する、次の(1)～(4)に答えなさい。

ベンゼンに触媒存在下でプロペン反応させて得られる ア を空気酸化すると、化合物 X が生じる。X に硫酸を加えると、X が分解してフェノールと イ が生じる。

ナトリウムフェノキシドに高温・高圧下で二酸化炭素を作用させたのち、硫酸を加えるとサリチル酸が得られる。サリチル酸は医薬品の原料に用いられ、サリチル酸に無水酢酸を作用させると、解熱鎮痛剤として用いられている ウ が得られる。

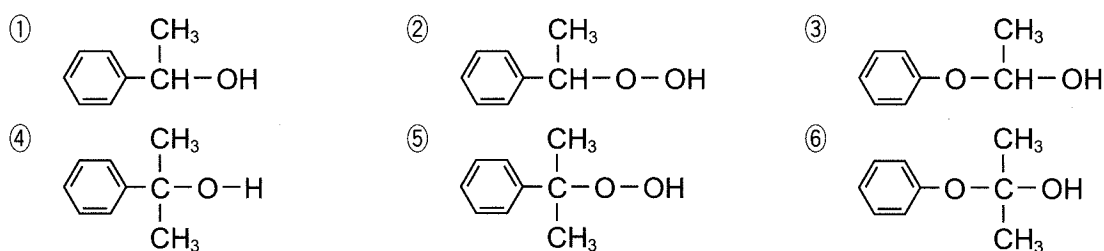
- (1) 上の文章中の空欄 ア ～ ウ にあてはまる語句の組合せとして最も適するものを、
23 の解答群から 1 つ選びなさい。

23 の解答群

	ア	イ	ウ
①	スチレン	アセトン	サリチル酸メチル
②	スチレン	アセトン	アセチルサリチル酸
③	スチレン	アセトアルデヒド	サリチル酸メチル
④	クメン	アセトアルデヒド	アセチルサリチル酸
⑤	クメン	アセトン	サリチル酸メチル
⑥	クメン	アセトン	アセチルサリチル酸

- (2) 化合物 X の構造を、24 の解答群から 1 つ選びなさい。

24 の解答群



- (3) 次の a～c について、フェノールにはあてはまらないが、サリチル酸にあてはまるものはどれか。正しいものを、25 の解答群から 1 つ選びなさい。

- a 塩化鉄(Ⅲ)水溶液を加えると特有の呈色を示す。
- b 炭酸水素ナトリウム水溶液を加えると気体を発生しながら溶解する。
- c 水酸化ナトリウム水溶液に溶解する。

25 の解答群

- | | | |
|---------|---------|---------|
| ① a のみ | ② b のみ | ③ c のみ |
| ④ a と b | ⑤ a と c | ⑥ b と c |

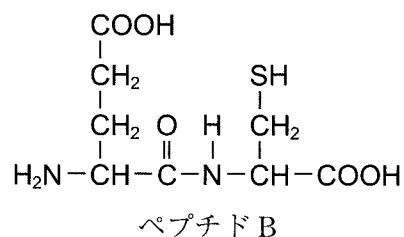
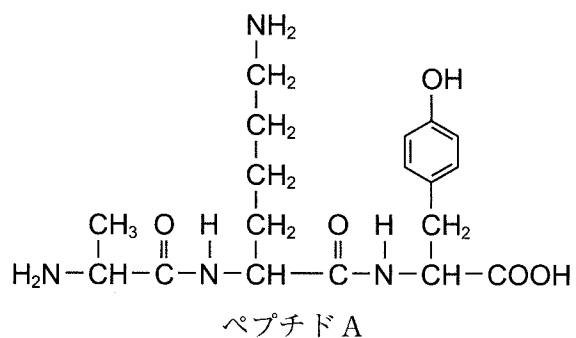
- (4) 分子式 C_7H_8O で表される有機化合物のうち、ベンゼン環をもつものはいくつあるか。最も適するものを、26 の解答群から 1 つ選びなさい。

26 の解答群

- | | | |
|-----|-----|-----|
| ① 3 | ② 4 | ③ 5 |
| ④ 6 | ⑤ 7 | ⑥ 8 |

VII ペプチドおよびポリペプチドに関する，次の(1)および(2)に答えなさい。

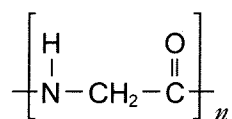
- (1) 次のペプチドAおよびBに関して，検出反応であるビウレット反応，キサントプロテイン反応，ニンヒドリン反応を示す物質の組合せとして正しいものを，27 の解答群から1つ選びなさい。



27 の解答群

	ビウレット反応	キサントプロテイン反応	ニンヒドリン反応
①	Aのみ示す	Aのみ示す	A, Bともに示す
②	Bのみ示す	Aのみ示す	A, Bともに示す
③	A, Bともに示す	Aのみ示す	A, Bともに示す
④	Aのみ示す	Bのみ示す	A, Bともに示さない
⑤	Bのみ示す	Bのみ示す	A, Bともに示さない
⑥	A, Bともに示す	Bのみ示す	A, Bともに示さない

(2) グリシンが縮合重合したポリグリシンは次の構造をもつ。



ポリグリシン
(n は重合度)

分子量 5.7×10^4 のポリグリシンにはペプチド結合(アミド結合)はいくつ含まれるか。最も近いものを、28 の解答群から1つ選びなさい。

28 の解答群

- | | | |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| ① 5.0×10^2 個 | ② 1.0×10^3 個 | ③ 1.5×10^3 個 |
| ④ 2.0×10^3 個 | ⑤ 2.5×10^3 個 | ⑥ 3.0×10^3 個 |

化学の問題はここからです。