

理 科 [物理 化学 生物]

2024年度 理学部 一般選抜試験

受験 番号		氏 名	
----------	--	-----	--

【注 意 事 項】

- 1 試験監督による解答始めの指示があるまで、この問題冊子の中を見てはいけません。
- 2 試験時間は90分です。
- 3 この問題冊子は1ページから112ページまであります。
- 4 この注意事項は、問題冊子の裏表紙にも続きます。問題冊子を裏返して必ず読みなさい。
- 5 解答は解答用紙（マークシート）の所定欄に記入しなさい。
- 6 解答は所定欄に鉛筆で濃くはっきりとマークしなさい。その際、ボールペン・サインペン・万年筆等は使用してはいけません。その他マークの仕方に関しては、解答用紙（マークシート）の注意事項をよく読むこと。
- 7 試験監督の指示に従って問題冊子に受験番号および氏名を記入しなさい。
- 8 試験監督の指示に従って、解答用紙（マークシート）に氏名、フリガナおよび受験番号を記入し、さらに受験番号をマークしなさい。正しくマークされていない場合は、採点できないことがあります。
- 9 出題科目、ページおよび選択方法は、下表の通りです。

出題科目	ページ	選 択 方 法
物 理	4～23	物理学科および化学科受験生は、物理問題〔Ⅰ〕、〔Ⅱ〕、〔Ⅲ〕の3題、化学問題〔A〕、〔B〕、〔C〕の3題、生物問題〔イ〕、〔ロ〕、〔ハ〕の3題、以上合計9題の中から自由に3題を選択して解答しなさい。 生物科学科受験生は、化学問題〔A〕、〔B〕、〔C〕の3題、生物問題〔イ〕、〔ロ〕、〔ハ〕の3題、以上合計6題の中から自由に3題を選択して解答しなさい。
化 学	24～61	
生 物	62～111	

選択した問題に対して解答用紙（マークシート）の問題番号の下の○をマークしなさい。

解答用紙（マークシート）にはすべての問題の解答欄がありますが、生物科学科受験生は物理問題〔Ⅰ〕、〔Ⅱ〕、〔Ⅲ〕の3題は解答することができません。

万一、4題以上解答した場合は、すべての解答が採点されません。

（裏表紙に続く）

- 10 解答用紙（マークシート）は折り曲げたり，メモやチェック等で汚したりしないように注意しなさい。マークを訂正する場合は，消しゴムできれいに消し，中途半端な消し方をしないこと。不正確なマークは0点となります。解答用紙（マークシート）に消しゴムのかすが残っていると，採点が不可能となる場合があります。解答用紙の両面の消しゴムのかすは，回収前に取り除いておくこと。
- 11 問題冊子の余白は適宜使用してかまいませんが，どのページも切り離してはいけません。
- 12 試験中に問題冊子の印刷不明瞭，ページの落丁・乱丁および解答用紙（マークシート）の汚れ等に気づいた場合は，手を高く上げて試験監督に知らせなさい。
- 13 試験終了後，問題冊子と解答用紙（マークシート）はともに回収します。試験室から持ち出した場合は，不正行為となります。

化学問題

[A] 次の問（問1～問8）に答えよ〔解答番号 1 ～ 10〕。

注意1 必要があれば、次の値を使うこと。

原子量：H 1.0 C 12.0 N 14.0 O 16.0 Cl 35.5

ファラデー定数： 9.65×10^4 C/mol

注意2 すべての気体は理想気体として扱い、標準状態での気体1 molの体積は22.4 Lとする。

問1 酸・塩基および塩に関する次の記述（ア）～（ウ）について、正誤の組合せとして最も適当なものを①～⑧から選び、1の対応する番号をマークせよ。

（ア） 1価の酸と1価の塩基の中和反応で生成する塩は、正塩である。

（イ） すべての塩基は、水酸化物イオンを含んでいる。

（ウ） 酸の化学式に含まれる水素原子の数を、酸の価数という。

1

	（ア）	（イ）	（ウ）
①	正	正	正
②	正	正	誤
③	正	誤	正
④	正	誤	誤
⑤	誤	正	正
⑥	誤	正	誤
⑦	誤	誤	正
⑧	誤	誤	誤

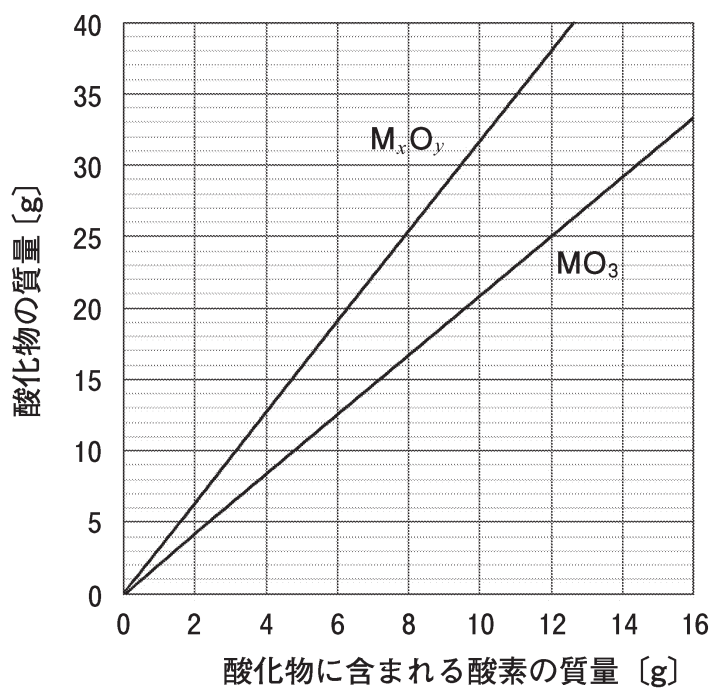
問 2 硫酸銅(Ⅱ)水溶液に水酸化ナトリウム水溶液を加えると青白色沈殿が生じ、さらにこの沈殿を加熱すると黒色の **A** になる。一方、硝酸銀水溶液に水酸化ナトリウム水溶液を加えると褐色沈殿 **B** が生じる。また、硝酸銀水溶液にクロム酸カリウム水溶液を加えると赤褐色(暗赤色)沈殿 **C** が生じる。

沈殿 **A** ～ **C** の化学式の組み合わせとして最も適当なものを次の ① ～ ⑧ から選び、2 の対応する番号をマークせよ。

2

	A	B	C
①	Cu_2O	AgOH	AgCrO_4
②	Cu_2O	AgOH	Ag_2CrO_4
③	Cu_2O	Ag_2O	AgCrO_4
④	Cu_2O	Ag_2O	Ag_2CrO_4
⑤	CuO	AgOH	AgCrO_4
⑥	CuO	AgOH	Ag_2CrO_4
⑦	CuO	Ag_2O	AgCrO_4
⑧	CuO	Ag_2O	Ag_2CrO_4

問3 図A－1は、ある金属Mの酸化物 MO_3 と M_xO_y について、酸化物に含まれる酸素の質量と酸化物の質量の関係を表したものである。金属Mの原子量と整数 x, y の組合せとして最も適当なものを①～⑧から選び、3 の対応する番号をマークせよ。



図A－1

3

	Mの原子量	x	y
①	52	1	3
②	52	2	3
③	52	3	2
④	52	3	1
⑤	100	1	3
⑥	100	2	3
⑦	100	3	2
⑧	100	3	1

余 白

問 4 亜鉛 Zn は青みを帯びた銀白色の金属で、(ア)や電池の負極に用いられる。
 亜鉛 Zn と塩酸を反応させて得られた水溶液にアンモニア水を少量ずつ加えていくと、(イ)の沈殿が生じ、さらに過剰のアンモニア水を加えると、沈殿は溶ける。これは、(イ)とアンモニアが反応してテトラアンミン亜鉛(Ⅱ)イオンとなるからである。テトラアンミン亜鉛(Ⅱ)イオンは、(ウ)の錯イオンである。

空欄 (ア) ～ (ウ) に当てはまる語句の組合せとして最も適当なものを次の①～⑧から選び、4の対応する番号をマークせよ。

4

	(ア)	(イ)	(ウ)
①	トタン	酸化亜鉛	正方形
②	トタン	酸化亜鉛	正四面体形
③	トタン	水酸化亜鉛	正方形
④	トタン	水酸化亜鉛	正四面体形
⑤	ブリキ	酸化亜鉛	正方形
⑥	ブリキ	酸化亜鉛	正四面体形
⑦	ブリキ	水酸化亜鉛	正方形
⑧	ブリキ	水酸化亜鉛	正四面体形

問 5 次の物質 ①～⑧のうち、結晶のときにイオン結合のみを含むものを3つ選び、5 の対応する番号をマークせよ。

5

- ① 黒鉛 ② 消石灰 ③ 塩化カルシウム ④ 塩化アンモニウム
⑤ 生石灰 ⑥ アルミニウム ⑦ フッ化カリウム ⑧ 二酸化炭素

問 6 典型元素の単体に関する次の記述 ①～⑧のうち、正しいものを3つ選び、6 の対応する番号をマークせよ。

6

- ① 黒鉛の結合角 $\angle \text{C-C-C}$ は、ダイヤモンドの結合角 $\angle \text{C-C-C}$ より大きい。
② ケイ素 **Si** とスズ **Sn** の結晶は、いずれも金属結晶である。
③ マグネシウム **Mg** とカルシウム **Ca** は、いずれも常温の水と激しく反応して水素 H_2 を発生する。
④ 黄リンは二硫化炭素に溶けるが、赤リンは二硫化炭素に溶けない。
⑤ 常温常圧において、臭素 Br_2 とヨウ素 I_2 は、いずれも液体である。
⑥ ナトリウム **Na** とカリウム **K** は、いずれも常温の水と激しく反応して水素 H_2 を発生する。
⑦ 常温常圧において、水銀 **Hg** の融点は、亜鉛 **Zn** の融点より高い。
⑧ 斜方硫黄は二硫化炭素に溶けるが、単斜硫黄は二硫化炭素に溶けない。

問7 気体A～Eは、アンモニア、塩素、一酸化窒素、二酸化炭素、二酸化窒素のいずれかである。気体A～Eに関する次の記述(i)～(iii)を読み、問(a)、(b)に答えよ。ただし、空気の平均分子量は28.8とし、二酸化窒素分子は極性分子とする。

- (i) A, B, Cは無色で, D, Eは有色である。
(ii) 同じ温度・圧力・体積の空気に比べて, A, B, D, Eは重く, Cは軽い。
(iii) A, Eの分子は無極性分子で, B, C, Dの分子は極性分子である。

(a) 実験室において、適切な反応により、それぞれ発生させた気体A, B, Cを捕集する方法の組合せとして最も適当なものを①～⑧から選び、7の対応する番号をマークせよ。

7

	A	B	C
①	上方置換	下方置換	上方置換
②	上方置換	下方置換	水上置換
③	上方置換	水上置換	上方置換
④	上方置換	水上置換	水上置換
⑤	下方置換	下方置換	上方置換
⑥	下方置換	下方置換	水上置換
⑦	下方置換	水上置換	上方置換
⑧	下方置換	水上置換	水上置換

(b) 次の記述 (ア) ～ (ウ) について、正誤の組合せとして最も適当なものを ① ～ ⑧ から選び、8 の対応する番号をマークせよ。

(ア) 希硝酸に銅を加えると、気体 D が主生成物として発生する。

(イ) ヨウ化カリウム水溶液に、気体 E の水溶液を加えると、ヨウ素 I_2 が遊離する。

(ウ) 気体 A ～ E の中で分子量が 2 番目に大きい気体は A である。

8

	(ア)	(イ)	(ウ)
①	正	正	正
②	正	正	誤
③	正	誤	正
④	正	誤	誤
⑤	誤	正	正
⑥	誤	正	誤
⑦	誤	誤	正
⑧	誤	誤	誤

問 8 電気分解に関する次の文章を読み、問 (a), (b) に答えよ。ただし、電極から発生する気体は水溶液に溶解せず、水溶液の体積変化は無視できるほど小さいと考えよ。

図 A－2 のように、薄い水酸化ナトリウム水溶液の入った電解槽 X と 0.450 mol/L 硝酸銀水溶液 200 mL の入った電解槽 Y を白金電極 I ～ IV を用いて直列につなぎ、(ア) A の電流で 2316 秒間電気分解すると、電極 I から標準状態で 336 mL の酸素 O_2 が発生した。一方、(イ) である電極 II からは標準状態で (ウ) mL の水素 H_2 が発生した。また、電解槽 Y では、電極 (エ) 上に銀 Ag が析出した。析出した銀 Ag は水溶液に溶解しないとすると、電解槽 Y の水溶液中の銀イオン Ag^+ の濃度は (オ) mol/L となる。

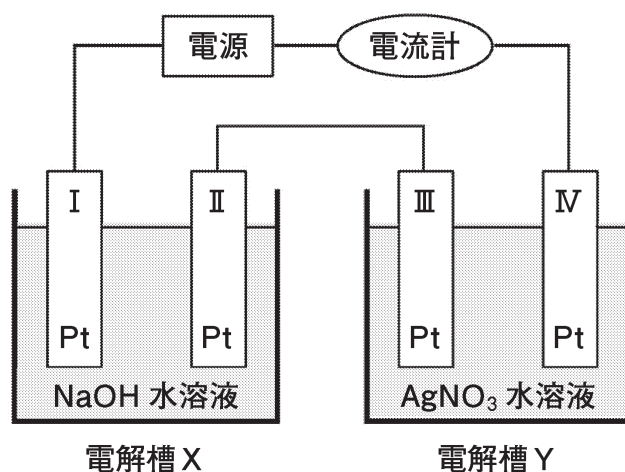


図 A－2

(a) 空欄 (ア) ～ (ウ) に当てはまる数値と語句の組合せとして最も適当なものを次の

① ～ ⑧ から選び, 9 の対応する番号をマークせよ。

9

	(ア)	(イ)	(ウ)
①	2.50	陽極	672
②	2.50	陽極	168
③	2.50	陰極	672
④	2.50	陰極	168
⑤	1.25	陽極	672
⑥	1.25	陽極	168
⑦	1.25	陰極	672
⑧	1.25	陰極	168

(b) 空欄 (工), (才) に当てはまる記号と数値の組合せとして最も適当なものを次の

① ～ ⑧ から選び, 10 の対応する番号をマークせよ。

10

	(工)	(才)
①	Ⅲ	0.375
②	Ⅲ	0.300
③	Ⅲ	0.150
④	Ⅲ	0.100
⑤	Ⅳ	0.375
⑥	Ⅳ	0.300
⑦	Ⅳ	0.150
⑧	Ⅳ	0.100

[B] 次の問(問1～問6)に答えよ [解答番号 11 ～ 20]。

注意 1 特に断らない限り、すべての気体は理想気体として扱うこと。

注意 2 2つの水溶液を混合してできた水溶液の体積は、元の水溶液の体積の和として扱うこと。

注意 3 必要があれば、次の値を使うこと。

原子量：H 1.0 C 12.0 O 16.0

問 1 酸化還元滴定に関する以下の記述を読み、問 (a), (b) に答えよ。

実験 1 0.20 mol/L のシュウ酸標準溶液 20.0 mL に希硫酸を加えて酸性とした。この水溶液を、過マンガン酸カリウム水溶液を用いて滴定したところ、反応の終点までに 16.0 mL を要した。この実験から過マンガン酸カリウム水溶液の濃度は (ア) mol/L と分かった。

実験 2 濃度未知の過酸化水素水 10.0 mL に希硫酸を加えて酸性とした。この水溶液を、**実験 1** で濃度を決定した過マンガン酸カリウム水溶液を用いて滴定したところ、反応の終点までに 12.0 mL を要した。このことから、過酸化水素水の濃度は (イ) mol/L と決定した。

ここで、溶液を酸性にするために、希塩酸や希硝酸ではなく、希硫酸を用いたのは、(ウ) ためである。また、**実験 1**、**2** ともに、反応の終点は、ビーカー内の溶液を攪拌して (エ) になったときとした。

- (a) 空欄 (ア) および (イ) に当てはまる数値の組合せとして最も適当なものを
①～⑨ から選び, 11 の該当する番号をマークせよ。

11

	(ア)	(イ)
①	0.10	0.10
②	0.10	0.30
③	0.10	0.60
④	0.17	0.13
⑤	0.17	0.30
⑥	0.17	0.60
⑦	0.63	0.15
⑧	0.63	0.30
⑨	0.63	0.60

(b) 空欄(ウ)および(エ)に当てはまる記述の組合せとして最も適当なものを

①～⑨から選び、12の該当する番号をマークせよ。

12

	(ウ)	(エ)
①	硫酸が2価の強酸であり水素イオンが供給しやすい	赤紫色が消えなく
②	硫酸が2価の強酸であり水素イオンが供給しやすい	褐色が消えなく
③	硫酸が2価の強酸であり水素イオンが供給しやすい	無色に
④	希塩酸や希硝酸では沈殿が生成してしまう	赤紫色が消えなく
⑤	希塩酸や希硝酸では沈殿が生成してしまう	褐色が消えなく
⑥	希塩酸や希硝酸では沈殿が生成してしまう	無色に
⑦	希塩酸や希硝酸では酸化還元反応に関与する可能性がある	赤紫色が消えなく
⑧	希塩酸や希硝酸では酸化還元反応に関与する可能性がある	褐色が消えなく
⑨	希塩酸や希硝酸では酸化還元反応に関与する可能性がある	無色に

問2 溶液に関する次の記述①～⑧のうち、正しいものを3つ選び、13の対応する番号をマークせよ。ただし、水溶液中における電解質の電離度はすべて1.0とする。また、必要ならば次の値を使うこと。

塩化ナトリウム NaCl の式量 : 58

硫酸ナトリウム Na_2SO_4 の式量 : 142

13

- ① 58 g の塩化ナトリウムを 200 mL の水に溶かすと、モル濃度 5.0 mol/L の食塩水が得られる。
- ② 0.58 g の塩化ナトリウムを 100 g の水に溶かすと、質量モル濃度 0.10 mol/kg の食塩水が得られる。
- ③ 5.0 g の塩化ナトリウムを 95.0 g の水に溶かすと、質量パーセント濃度 5.0% の食塩水が得られる。
- ④ 濃硫酸を希釈する際、発熱による沸騰を防ぐには、濃硫酸に水を少量ずつ加える必要がある。
- ⑤ 水を溶媒とする場合の溶解熱は、すべての溶質について正の値をとる。
- ⑥ それぞれ同じ体積の 1.0 mol/L の食塩水と 1.0 mol/L の塩化カリウム水溶液を混合すると、塩化物イオン濃度 2.0 mol/L の水溶液が得られる。
- ⑦ 硫酸ナトリウム十水和物 14.2 g を水に溶かして 1.0 L にすると、モル濃度 0.10 mol/L の硫酸ナトリウム水溶液が得られる。
- ⑧ ある体積の 1.0 mol/kg の食塩水に含まれる水分子の数は、同じ溶液に含まれるナトリウムイオンの数の 100 倍より少ない。

問3 燃焼に関する問 (a), (b) に答えよ。

(a) 水素, プロパン, エタノールの燃焼熱はそれぞれ, 286 kJ/mol, 2219 kJ/mol, 1368 kJ/mol である。これらの物質を燃料として完全燃焼させる。3つの燃料について, 同じ質量の燃料を完全燃焼させて得られる熱量が大きい順に並べると, (ア) > (イ) > (ウ) である。

空欄 (ア) ~ (ウ) に当てはまる物質名の組合せとして最も適当なものを ① ~ ⑥ から選び, 14 の該当する番号をマークせよ。

14

	(ア)	(イ)	(ウ)
①	水素	プロパン	エタノール
②	水素	エタノール	プロパン
③	プロパン	水素	エタノール
④	プロパン	エタノール	水素
⑤	エタノール	水素	プロパン
⑥	エタノール	プロパン	水素

- (b) 容積 10 L の密閉反応容器にメタン 0.32 g と酸素 3.2 g を入れて着火し、完全燃焼させた。その後、容器および容器内の温度を 300 K とした。完全燃焼後、300 K における容器内の気体の全圧 [kPa] として最も適当なものを ①～⑨ から選び、15 の該当する番号をマークせよ。

ただし、液体の水が生じたとしても、その体積は無視し、水への気体の溶解も無視する。また、必要があれば次の値を使うこと。

300 K における飽和水蒸気圧： $3.60 \times 10^3 \text{ Pa}$

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

15

- | | | | | |
|--------|--------|--------|--------|--------|
| ① 16.3 | ② 19.9 | ③ 23.5 | ④ 26.3 | ⑤ 29.9 |
| ⑥ 31.3 | ⑦ 33.5 | ⑧ 34.9 | ⑨ 38.5 | |

問 4 反応速度に関する以下の記述を読み、問 (a) ～ (c) に答えよ。

表 B－1 は臭化水素生成反応 (1) について、一定温度のもと、様々な濃度条件で反応速度を求めた結果である。

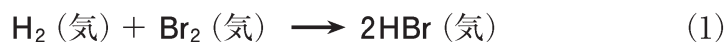


表 B－1 臭化水素生成反応 (1) の反応速度の反応物濃度依存性

$[\text{H}_2]$ [mol/L]	$[\text{Br}_2]$ [mol/L]	反応速度 v [mol/(L·s)]
1.0×10^{-3}	1.6×10^{-3}	8.0×10^{-8}
4.0×10^{-3}	1.6×10^{-3}	3.2×10^{-7}
1.0×10^{-3}	6.4×10^{-3}	1.6×10^{-7}
4.0×10^{-3}	6.4×10^{-3}	6.4×10^{-7}

反応速度 v (HBr の生成速度) は反応物の濃度の関数として

$$v = k [\text{H}_2]^a [\text{Br}_2]^b$$

と表される。ここで k は反応速度定数である。表 B－1 の実験結果から、 $a =$ (ア), $b =$ (イ), $k =$ (ウ) $\text{L}^{0.5}/(\text{mol}^{0.5}\cdot\text{s})$ であることが分かる。

- (a) 空欄 (ア), (イ) に当てはまる数の組合せとして最も適当なものを ①～⑨ から選び, 16 の対応する番号をマークせよ。

16

	(ア)	(イ)
①	0.5	0.5
②	0.5	1
③	0.5	2
④	1	0.5
⑤	1	1
⑥	1	2
⑦	2	0.5
⑧	2	1
⑨	2	2

- (b) 空欄 (ウ) に当てはまる数値として最も適当なものを ①～⑩ から選び, 17 の対応する番号をマークせよ。

17

- | | | | |
|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| ① 5.0 | ② 2.0 | ③ 5.0×10^{-2} | ④ 2.5×10^{-2} |
| ⑤ 2.0×10^{-2} | ⑥ 5.0×10^{-3} | ⑦ 2.0×10^{-3} | ⑧ 1.6×10^{-4} |
| ⑨ 3.1×10^{-5} | ⑩ 8.0×10^{-8} | | |

(c) 次の記述 (i) ~ (iii) について、正誤の組合せとして最も適当なものを ① ~ ⑧ から選び、18 の対応する番号をマークせよ。

(i) 反応速度定数は温度を変えても一定の値をとる。

(ii) 反応物の濃度が高いほど反応速度定数は大きい。

(iii) 時間がたち、反応が進行しても反応速度は変わらない。

18

	(i)	(ii)	(iii)
①	正	正	正
②	正	正	誤
③	正	誤	正
④	正	誤	誤
⑤	誤	正	正
⑥	誤	正	誤
⑦	誤	誤	正
⑧	誤	誤	誤

余 白

問 5 0.10 mol/L の酢酸水溶液 1.0 L と 0.10 mol/L の酢酸ナトリウム水溶液 1.0 L を混合してできる水溶液中では、それぞれの溶質が次のように電離している。



ここで酢酸の電離定数 K_a は次のように表される。

$$K_a = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-][\text{H}^+]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} = 3.0 \times 10^{-5} \text{ mol/L} \quad (3)$$

この混合水溶液では、(1) 式の酢酸の電離平衡は左に偏っているため、 $[\text{CH}_3\text{COOH}]$ は加えた酢酸の濃度に等しいとみなせる。また、酢酸ナトリウムは完全に電離し、その加水分解も無視できるとすると、 $[\text{CH}_3\text{COO}^-]$ は加えた酢酸ナトリウムの濃度に等しい。このとき、(3) 式を用いると、混合水溶液の pH の値は (ア) と求められる。

また、この水溶液に微量の強酸または強塩基の水溶液を加えた場合、以下の (4)、(5) 式のいずれかの反応が起こるため、pH の値はほとんど変わらない。



例えば、微量の水酸化ナトリウム水溶液を加えた場合は、(イ) 式の反応が進む。

空欄 (ア), (イ) に当てはまる最も適当な数値と式番号の組合せを ①～⑩ から
 選び, 19 の対応する番号をマークせよ。ただし, 必要であれば, $\log_{10} 2 = 0.30$,
 $\log_{10} 3 = 0.48$, $\log_{10} 5 = 0.70$ を使うこと。

19

	(ア)	(イ)
①	4.30	(4)
②	4.52	(4)
③	4.70	(4)
④	5.48	(4)
⑤	5.70	(4)
⑥	4.30	(5)
⑦	4.52	(5)
⑧	4.70	(5)
⑨	5.48	(5)
⑩	5.70	(5)

問6 次の記述①～⑧のうち、正しいものを3つ選び、20の対応する番号をマークせよ。

20

- ① 理想気体とは分子自体の体積はあるが、分子間力がないと想定した気体のことである。
- ② 水素結合は、イオン結合より弱い。
- ③ 一定圧力のもとでは、1 Lの水へのアンモニアの溶解度は、温度の上昇とともに低下する。
- ④ 一定温度のもとでは、1 Lの水に溶け込む窒素の質量は、水に接している窒素の圧力に反比例する。
- ⑤ デンプン水溶液と純水をセロハンで仕切ると、デンプンがセロハンを通して移動する。
- ⑥ 0.1 mol/Lの食塩水と0.1 mol/Lのスクロース水溶液について、両者の浸透圧は等しい。
- ⑦ 一定圧力のもとで氷を加熱する際、氷が融解し始めてからすべて水になるまで、温度は一定に保たれる。
- ⑧ 一定圧力のもとで食塩水を冷却する際、氷ができ始めてから溶液全体が固体になるまでの間、温度は一定に保たれる。

余 白

[C] 次の問 (問 1～問 7) に答えよ [解答番号 21 ～ 30]。

注意 1 必要があれば、次の値を使うこと。

原子量：H 1.0 C 12.0 N 14.0 O 16.0

注意 2 すべての気体は理想気体として扱い、標準状態での気体 1 mol の体積は 22.4 L とする。

問 1 有機化合物に関する次の記述 ①～⑧のうち、正しいものを 3 つ選び、21 の対応する番号をマークせよ。

21

- ① アルカンの分子式は、 C_nH_{2n} で表される。
- ② 2-ブテンには、メチル基が二重結合に対して同じ側に結合したシス形と、反対側に結合したトランス形がある。
- ③ シクロヘキサンの 6 個の炭素原子は、同一平面上にある。
- ④ メタノールとエタノールは、どちらも水と任意の割合で混じり合う。
- ⑤ ナフタレンは 25°C 、 $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ で液体である。
- ⑥ ベンゼンに鉄粉を触媒として塩素 Cl_2 を作用させると、塩素原子が付加し、1,2,3,4,5,6-ヘキサクロロシクロヘキサンが生成する。
- ⑦ ペニシリンは、微生物の成長や機能を阻害する抗生物質である。
- ⑧ ナイロン 66 は、6 個のメチレン $(\text{CH}_2)_6$ と 4 個のメチレン $(\text{CH}_2)_4$ がエステル結合でつながった高分子化合物である。

余 白

問 2 炭素，水素，酸素のみからなる有機化合物 **A** 43 mg を完全に燃焼させたところ，110 mg の二酸化炭素と 45 mg の水が生じた。別の実験から，この有機化合物の分子量は 150 以下であることがわかっている。問 (a)，(b) に答えよ。

(a) 化合物 **A** の分子式として最も適当なものを ①～⑧ から選び，22 の対応する番号をマークせよ。

22

- | | | | |
|------------------------------------|------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| ① $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$ | ② $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}$ | ③ $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}$ | ④ $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}$ |
| ⑤ $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_2$ | ⑥ $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2$ | ⑦ $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}_2$ | ⑧ $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_2$ |

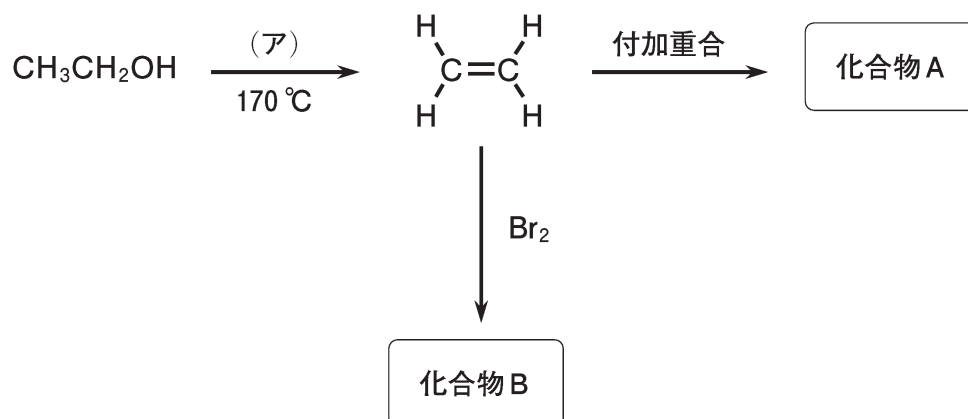
- (b) 有機化合物 **A** と同じ分子式で示される化合物の異性体のうち、カルボニル基 >C=O 基をもつ構造異性体の数は、鏡像異性体の組を 1 つと数えると、有機化合物 **A** を含めて (ア) 個である。このうち、銀鏡反応を示す化合物は (イ) 個である。

空欄 (ア), (イ) に当てはまる数の組合せとして、最も適当なものを ①～⑧ から選び、23 の対応する番号をマークせよ。

23

	(ア)	(イ)
①	4	1
②	4	2
③	5	1
④	5	2
⑤	6	2
⑥	6	3
⑦	7	3
⑧	7	4

問 3 以下の図はエタノールを出発物質として得られる化合物の反応を示したものである。図中の (ア), 化合物 A, 化合物 B に当てはまる試薬名と化学式の組合せとして最も適当なものを ①～⑧ から選び, 24 の対応する番号をマークせよ。



	(ア)	化合物 A	化合物 B
①	希塩酸	$\left[\begin{array}{cc} \text{H} & \text{H} \\ & \\ -\text{C} & -\text{C}- \\ & \\ \text{H} & \text{H} \end{array} \right]_n$	$\begin{array}{cc} \text{Br} & \text{Br} \\ & \\ \text{Br}-\text{C} & -\text{C}-\text{Br} \\ & \\ \text{H} & \text{H} \end{array}$
②	希塩酸	$\left[\begin{array}{cc} \text{H} & \text{H} \\ & \\ -\text{C} & -\text{C}- \\ & \\ \text{H} & \text{H} \end{array} \right]_n$	$\begin{array}{cc} \text{H} & \text{H} \\ & \\ \text{Br}-\text{C} & -\text{C}-\text{Br} \\ & \\ \text{H} & \text{H} \end{array}$
③	希塩酸	$\left[\text{CH}=\text{CH} \right]_n$	$\begin{array}{cc} \text{Br} & \text{Br} \\ & \\ \text{Br}-\text{C} & -\text{C}-\text{Br} \\ & \\ \text{H} & \text{H} \end{array}$
④	希塩酸	$\left[\text{CH}=\text{CH} \right]_n$	$\begin{array}{cc} \text{H} & \text{H} \\ & \\ \text{Br}-\text{C} & -\text{C}-\text{Br} \\ & \\ \text{H} & \text{H} \end{array}$
⑤	濃硫酸	$\left[\begin{array}{cc} \text{H} & \text{H} \\ & \\ -\text{C} & -\text{C}- \\ & \\ \text{H} & \text{H} \end{array} \right]_n$	$\begin{array}{cc} \text{Br} & \text{Br} \\ & \\ \text{Br}-\text{C} & -\text{C}-\text{Br} \\ & \\ \text{H} & \text{H} \end{array}$
⑥	濃硫酸	$\left[\begin{array}{cc} \text{H} & \text{H} \\ & \\ -\text{C} & -\text{C}- \\ & \\ \text{H} & \text{H} \end{array} \right]_n$	$\begin{array}{cc} \text{H} & \text{H} \\ & \\ \text{Br}-\text{C} & -\text{C}-\text{Br} \\ & \\ \text{H} & \text{H} \end{array}$
⑦	濃硫酸	$\left[\text{CH}=\text{CH} \right]_n$	$\begin{array}{cc} \text{Br} & \text{Br} \\ & \\ \text{Br}-\text{C} & -\text{C}-\text{Br} \\ & \\ \text{H} & \text{H} \end{array}$
⑧	濃硫酸	$\left[\text{CH}=\text{CH} \right]_n$	$\begin{array}{cc} \text{H} & \text{H} \\ & \\ \text{Br}-\text{C} & -\text{C}-\text{Br} \\ & \\ \text{H} & \text{H} \end{array}$

問 4 油脂やセッケンに関する問 (a), (b) に答えよ。

- (a) 炭素数 18 の飽和脂肪酸 **A** と、炭素数が不明の不飽和脂肪酸 **B** から構成される油脂 **X** 0.25 mol に、ニッケル触媒の存在下で水素を付加させて、飽和脂肪酸のみからなる油脂 **Y** を得た。この時、付加反応で消費された水素は標準状態で 33.6 L であった。この油脂 **Y** を水酸化ナトリウム水溶液で加水分解した後、中和するとグリセリンと飽和脂肪酸 **A** のみを得た。

油脂 **X** の分子量として最も適当なものを ①～⑧ から選び、25 の対応する番号をマークせよ。

25

- | | | | |
|-------|-------|-------|-------|
| ① 878 | ② 880 | ③ 882 | ④ 884 |
| ⑤ 920 | ⑥ 922 | ⑦ 924 | ⑧ 926 |

(b) セッケンは疎水性の（ ア ）と，親水性の原子団（ イ ）からなる塩で，水溶液中では一部加水分解し，その水溶液は（ ウ ）を示す。水溶液中でセッケンは疎水性部分を内側，親水性部分を外側にして球状に集合する。ここに油を加えてふり混ぜると，セッケン分子は油滴のまわりを囲み微粒子となって分散する。この現象を（ エ ）という。

空欄（ア）～（エ）に当てはまる語句と化学式の組合せとして最も適当なものを①～⑧から選び，26の対応する番号をマークせよ。

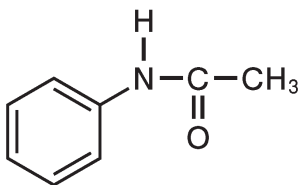
26

	（ア）	（イ）	（ウ）	（エ）
①	炭化水素基	COO^-Na^+	弱酸性	けん化
②	炭化水素基	COO^-Na^+	弱酸性	乳化
③	炭化水素基	COO^-Na^+	弱塩基性	けん化
④	炭化水素基	COO^-Na^+	弱塩基性	乳化
⑤	COO^-Na^+	炭化水素基	弱酸性	けん化
⑥	COO^-Na^+	炭化水素基	弱酸性	乳化
⑦	COO^-Na^+	炭化水素基	弱塩基性	けん化
⑧	COO^-Na^+	炭化水素基	弱塩基性	乳化

問 5 以下の記述を読み，問 (a)，(b) に答えよ。

塩酸にアセトアニリド 11.7 g を加えて完全に反応させると，水溶性の化合物 **A** と化合物 **B** が生じた。水酸化ナトリウム水溶液に化合物 **A** を加えて完全に反応させると，油状化合物 **C** が (ア) g 生じた。化合物 **B** とエタノールを混合し，触媒として濃硫酸を加えて加熱すると，芳香を持つ化合物 **D** が生成した。

一方，化合物 **C** を塩酸に溶かして氷で冷却し，これに亜硝酸ナトリウムの水溶液を反応させると，化合物 **E** を生じた。続いて化合物 **E** を水と反応させると，芳香族化合物 **F** が生成した。化合物 **F** をナトリウムと過不足なく反応させると，塩である化合物 **G** と気体が生成した。



アセトアニリド

(a) 空欄 (ア) に当てはまる数値として最も適当なものを ①～⑧ から選び，27 の対応する番号をマークせよ。

27

- | | | | |
|--------|--------|--------|--------|
| ① 6.50 | ② 6.85 | ③ 7.06 | ④ 7.21 |
| ⑤ 7.53 | ⑥ 7.92 | ⑦ 8.06 | ⑧ 10.7 |

(b) 化合物 **B** ～ **G** に関する記述 ① ～ ⑧ のうち、正しいものを 3 つ選び 28 の対応する番号をマークせよ。

28

- ① 化合物 **B** は脱水剤と加熱すると、分子間で 1 分子の水が取れて酸無水物を与える。
- ② 化合物 **B** は、ホルムアルデヒドを酸化することでも得られる。
- ③ 化合物 **C** は、ベンゼンに濃硝酸と濃硫酸の混合物を作用させて合成することもできる。
- ④ 化合物 **C** に塩化鉄(Ⅲ)水溶液を加えると、紫色の呈色反応を示す。
- ⑤ 化合物 **D** は、水と任意の割合で混じり合う。
- ⑥ 氷で冷却した化合物 **E** の水溶液に化合物 **G** を加えると、赤橙色の化合物が生成する。
- ⑦ 化合物 **F** は、水溶液中で電離して塩基性を示す。
- ⑧ 化合物 **G** の水溶液に二酸化炭素 CO_2 を通じると、化合物 **F** が遊離する。

問6 グルコースは分子式 $C_6H_{12}O_6$ で表され、環状の六員環構造をとる。水に溶かすと、鎖状構造の異性体を含む3種類の異性体が平衡状態となる。このため、グルコース水溶液は（ア）。

多数のグルコースが（イ）した高分子化合物をデンプンという。デンプンは冷水にはほとんど溶けないが、約 $80^\circ C$ の熱水につけておくと、一部のデンプンが溶け出す。熱水に可溶な成分はアミロースと呼ばれ、水素結合により（ウ）構造をとる。

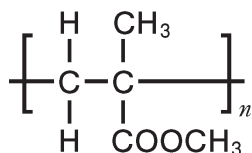
空欄（ア）～（ウ）に当てはまる文章と語句の組合せとして最も適当なものを①～⑧から選び、29の対応する番号をマークせよ。

29

	（ア）	（イ）	（ウ）
①	ビウレット反応を示す	付加重合	らせん
②	ビウレット反応を示す	付加重合	β -シート
③	ビウレット反応を示す	脱水縮合	らせん
④	ビウレット反応を示す	脱水縮合	β -シート
⑤	フェーリング液を還元する	付加重合	らせん
⑥	フェーリング液を還元する	付加重合	β -シート
⑦	フェーリング液を還元する	脱水縮合	らせん
⑧	フェーリング液を還元する	脱水縮合	β -シート

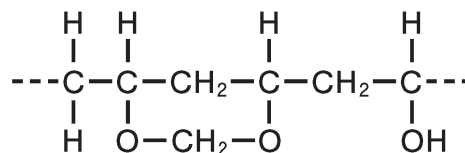
余 白

問7 次に示したA～Cは高分子の構造の一部と名称を示したものである。これらの高分子の性質や用途に関する記述(i)～(iii)の正誤の組合せとして最も適切なものを①～⑧から選び、30の対応する番号をマークせよ。



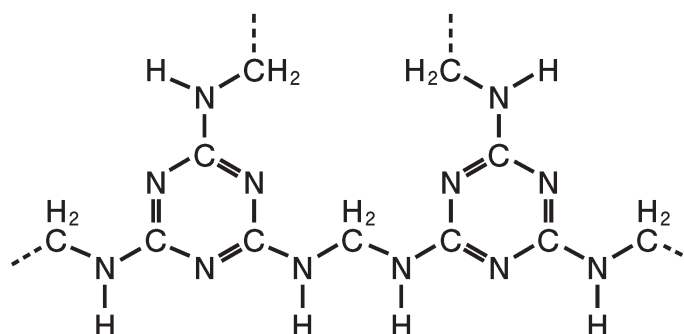
ポリメタクリル酸メチル
(PMMA)

A



ビニロン

B



メラミン樹脂

C

- (i) Aはイオン交換樹脂として機能する。
- (ii) Bは適度な吸湿性があり、摩耗や薬品に強く、テントやロープなどに利用される。
- (iii) Cは加熱すると軟化し、冷却すると再び硬化するので成形や加工がしやすい。

	(i)	(ii)	(iii)
①	正	正	正
②	正	正	誤
③	正	誤	正
④	正	誤	誤
⑤	誤	正	正
⑥	誤	正	誤
⑦	誤	誤	正
⑧	誤	誤	誤