平成２７年度　入学者選抜試験問題

一般入学試験

理　科　(100分)

Ⅰ　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　この問題冊子は79ページあります。各科目の出題ページは下記のとおりです。

物理　4～33ページ
化学　34～53ページ
生物　54～79ページ

3　試験中に問題冊子の印刷不鮮明，ページの落丁・乱丁および解答用紙の汚れ等に気づいた場合は，手を挙げて監督員に知らせなさい。

4　**解答用紙は２枚配付されます。解答用紙には解答欄以外に次の記入欄があるので，その説明と解答用紙の「記入上の注意」を読み，それぞれ正しく記入し，マークしなさい。**

①　**受験番号欄**

受験番号を記入し，さらにその下のマーク欄に**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。**

②　**氏名欄**

氏名・フリガナを記入しなさい。

③　**解答科目欄**

解答する科目を一つ選び，科目の下の○**にマークし**なさい。**マークされていない場合または複数の科目にマークされている場合は，０点**となります。

5　試験開始後30分間および試験終了前５分間は退出できません。

6　この表紙の受験番号欄に受験番号を記入しなさい。**この問題冊子は試験終了後回収します。**

Ⅱ　解答上の注意

1　解答はすべて解答用紙の所定の欄へのマークによって行います。たとえば，大問 1 の 3 と表示のある問いに対して②と解答する場合は，次の〈例〉のように解答番号３の解答欄の②をマークします。

〈例〉

1	解答欄									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
3	①	●	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩

受験番号			

化　学

すべての設問にわたって，解答に際して必要ならば次の各値を使いなさい。

原子量　H：1.0　　C：12　　N：14　　O：16　　Na：23

　　S：32　　Cl：35.5　　K：39　　I：127　　Pb：207

ファラデー定数　9.65×10^{4} C/mol

水のイオン積（25℃）　$K_w = 1.0 \times 10^{-14}\ mol^2/L^2$

$\log_{10}2 = 0.30$，$\log_{10}3 = 0.48$，$\log_{10}5 = 0.70$，$\log_{10}7 = 0.85$

1　次の問1～9に答えなさい。〔解答番号 1 ～ 9 〕

問1　純物質であるものとして最も適切なものを，次の①～⑤のうちから一つ選びなさい。 1

①　塩酸　　②　緑青　　③　黄銅　　④　黄銅鉱　　⑤　シュウ酸二水和物

問2　極性分子であるものとして最も適切なものを，次の①～⑤のうちから一つ選びなさい。 2

①　テトラクロロメタン
②　トランス-1,2-ジクロロエチレン
③　1,2,3-トリクロロプロパン
④　1,3,5-トリクロロベンゼン
⑤　1,2,4,5-テトラクロロベンゼン

問3　結晶格子に関する次の①～⑤の記述のうち，誤りを含むものを一つ選びなさい。 3

① ダイヤモンド型の共有結合性結晶は，単位格子あたり8個の原子を含む。

② 六方最密構造の金属は，単位格子あたり2個の原子を含む。

③ 塩化セシウム型のイオン結晶は，単位格子あたり1個の陽イオンを含む。

④ 閃亜鉛鉱型（硫化亜鉛型）のイオン結晶は，単位格子あたり4個の陽イオンを含む。

⑤ ドライアイスは，面心立方格子の単位構造の金属原子の位置に二酸化炭素分子が存在している結晶で，その単位格子あたり4個の酸素原子を含む。

問4　次の①～⑤の記述のうち，反応の前後で酸化数の変化のないものを一つ選びなさい。 4

① アセトンに水酸化ナトリウムとヨウ素を加えて加熱すると，黄色沈殿が生じた。

② カーバイドに水を作用させると気体が発生した。

③ ノナペプチドである鎖状オキシトシンがジスルフィド結合を形成して環状オキシトシンに変化した。

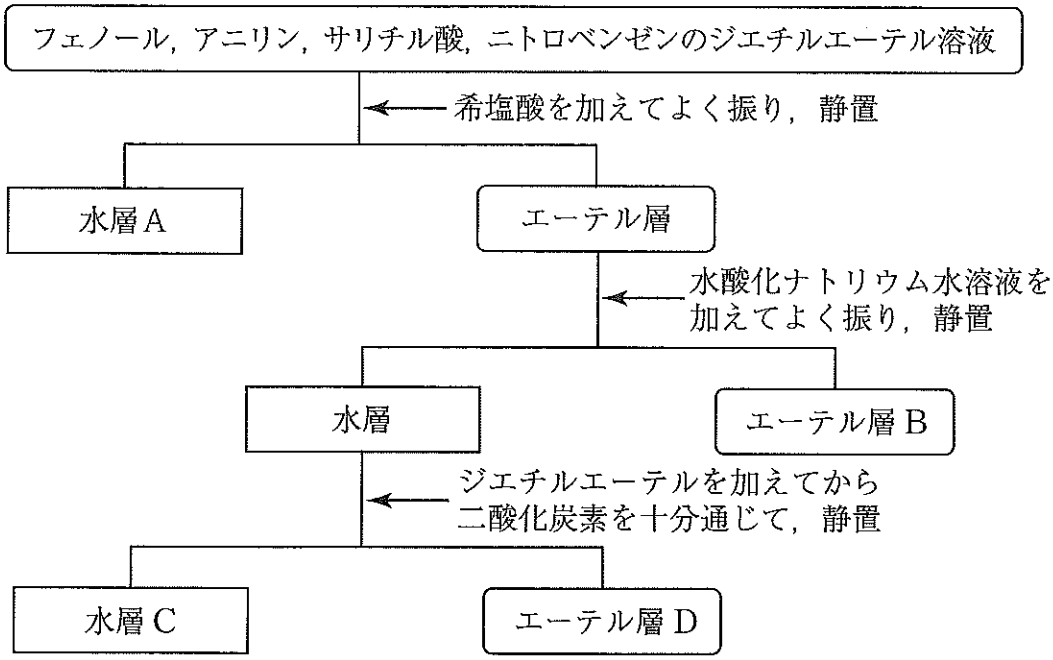
④ 反応容器にニトロベンゼンとスズおよび濃塩酸を入れ，おだやかに加熱して反応させた。

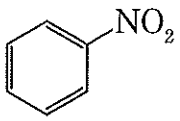
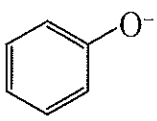
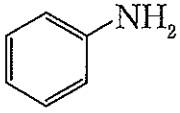
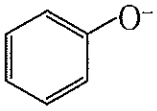
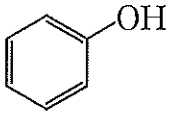
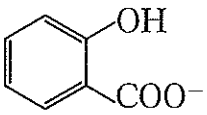
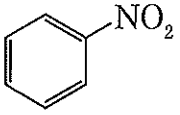
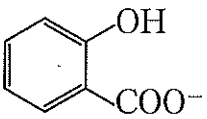
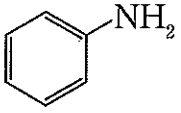
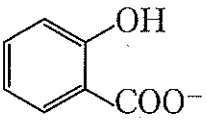
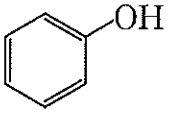
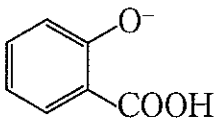
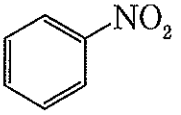
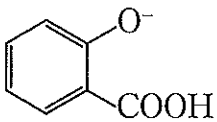
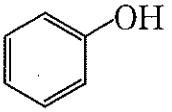
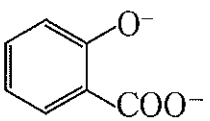
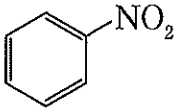
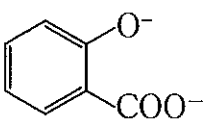
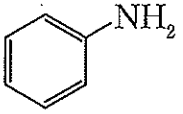
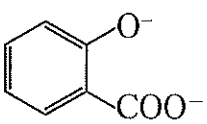
⑤ 塩化ベンゼンジアゾニウムの水溶液を25℃の室温で放置すると気体が発生した。

問5　あるリン酸型水素燃料電池は，起電力が1.0 Vであった。この電池のエネルギー変換効率として最も近い数値を，次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。ただし，水素の燃焼熱を 286 kJ/mol とする。また，水素を完全燃焼させることによって発生する化学エネルギーに対する電気エネルギーの比率をエネルギー変換効率といい，発生した電気エネルギー〔J〕は，放電した電気量〔C〕と電圧〔V〕との積である。 5 %

① 17　② 34　③ 51　④ 67　⑤ 85　⑥ 100

問6　フェノール，アニリン，サリチル酸，ニトロベンゼンがジエチルエーテルに溶けている混合溶液を，分液ろうとを用いて下の図のような操作で分離した。このとき，エーテル層Bと水層Cに分離した芳香族化合物の構造を示したものの組合せとして最も適切なものを，次ページの①～⑥のうちから一つ選びなさい。 6



	エーテル層B	水層C
①		
②		
③		
④		
⑤		
⑥		
⑦		
⑧		
⑨		
⓪		

問7　再生繊維であるものとして最も適切なものを，次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 7

① ビスコースレーヨン　② アセテート繊維　③ ビニロン
④ 炭素繊維　⑤ アクリル繊維　⑥ トリニトロセルロース

問8　核酸とその構成物質に関する次の①～⑤の記述のうち，最も適切なものを一つ選びなさい。 8

① 成分元素として，炭素，水素，窒素，酸素の他にリンと硫黄を含む。
② リボースの水溶液はフェーリング液を還元する。
③ デオキシリボースの水溶液はヨードホルム反応に陽性である。
④ DNA と RNA 以外の核酸もある。
⑤ DNA を含む水溶液に酸を加えると，DNA の一部が RNA になる。

問9　化学療法薬であるものとして最も適切なものを，次の①～⑤のうちから一つ選びなさい。 9

① アセトアミノフェン　② イブプロフェン　③ ペニシリン
④ ニトログリセリン　⑤ アスピリン

（下　書　き　用　紙）

化学の試験問題は次に続く。

2　次の文章を読み，下の問1～5に答えなさい。〔解答番号 1 ～ 5 〕

次の図1は硫酸ナトリウムの溶解度曲線，図2は図1の0℃付近を拡大したものである。溶解度は水100 gに溶ける無水物の質量で表される。図中の（a，b）は，温度（a℃）と溶解度（b g/100 g水）を表す。32.4℃未満では硫酸ナトリウム十水和物 $Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$ が析出し，それ以上では無水硫酸ナトリウム Na_2SO_4 が析出する。図1および図2に共通する直線部分では，H_2O が析出する。

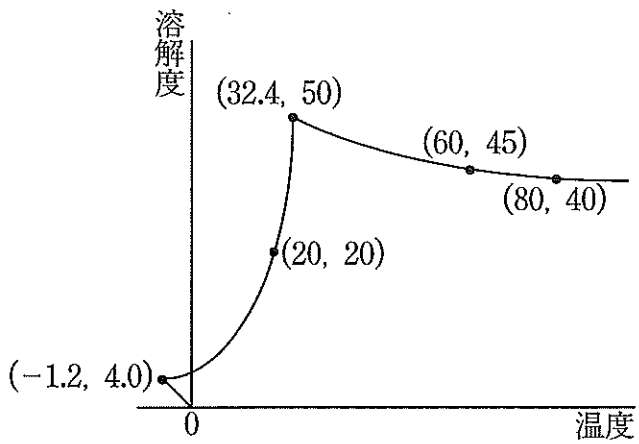


図1

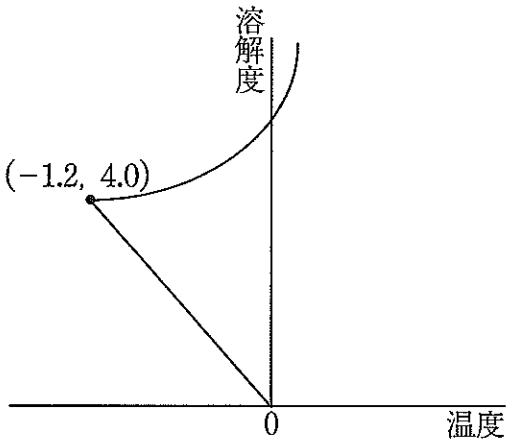


図2

問1　60℃の硫酸ナトリウム飽和水溶液200 gを80℃に加熱したとき，析出した固体の質量として最も近い数値を，次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 1 g

① 0　② 3.4　③ 5.0　④ 6.9　⑤ 8.1　⑥ 10

問2　80℃の硫酸ナトリウム飽和水溶液210 gを20℃に冷却したとき，析出した固体の質量として最も近い数値を，次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 2 g

① 0　② 43　③ 61　④ 74　⑤ 91　⑥ 120

問3　図1および図2から求められる，水のモル凝固点降下の値として最も近い数値を，次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。ただし，硫酸ナトリウムは水溶液中では完全に電離するものとする。 3 (K・kg)/mol

① 0.47　② 0.52　③ 0.71　④ 1.0　⑤ 1.4　⑥ 1.8

問4　200 g の水に 2.84 g の無水硫酸ナトリウムを溶かして −0.60℃まで冷却したとき，析出した固体の質量として最も近い数値を，次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 4 g

① 2.0　② 4.0　③ 47　④ 58　⑤ 102　⑥ 153

問5　20℃の硫酸ナトリウム飽和水溶液100 gを −10℃に冷却したときの状態に関する次の①～⑥の記述のうち，最も適切なものを一つ選びなさい。なお，実験操作中に水は蒸発しないものとする。 5

① $Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$ の固体のみの状態である。
② $Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$ の固体と水溶液が共存した状態である。
③ H_2O の固体のみの状態である。
④ H_2O の固体と水溶液が共存した状態である。
⑤ $Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$ の固体と，H_2O の固体が共存した状態である。
⑥ $Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$ の固体と，H_2O の固体と水溶液が共存した状態である。

3 次の文章を読み，下の問1～5に答えなさい。〔解答番号 1 ～ 5 〕

生命活動においてpHの調節は大変重要で，生体内における水素イオン濃度は極めて狭い範囲に保たれなければならない。例えば，正常なヒトの血液のpHは7.35～7.45の間での変動しか許されない。血液のような細胞外液においては，炭酸水素塩による緩衝作用が重要であるが，細胞内液においてはリン酸塩が緩衝作用を担っている。ここではリン酸塩の平衡について考える。なお，pHを $pH = -\log_{10}[H^+]$ と定義したように，平衡定数 K に対し，$-\log_{10}K$ を pK と定義する。

リン酸（オルトリン酸）は3段階で電離し，25℃におけるそれぞれの電離定数を次の値とする。

$H_3PO_4 \rightleftarrows H^+ + H_2PO_4^-$ ……(1)　　$K_1 = 7.6 \times 10^{-3}$ mol/L

$H_2PO_4^- \rightleftarrows H^+ + HPO_4^{2-}$ ……(2)　　$K_2 = 6.3 \times 10^{-8}$ mol/L

$HPO_4^{2-} \rightleftarrows H^+ + PO_4^{3-}$ ……(3)　　$K_3 = 4.5 \times 10^{-13}$ mol/L

まず，0.10 mol/Lの NaH_2PO_4 水溶液の液性について考える。この塩は水中で完全電離し，生じた $H_2PO_4^-$ は加水分解して次のような平衡が生じる。

$H_2PO_4^- + H_2O \rightleftarrows H_3PO_4 + OH^-$ ……(4)

水の濃度は一定であるものとして，(4)の平衡定数の値を求めると次のようになる。

$$K_4 = \frac{[H_3PO_4][OH^-]}{[H_2PO_4^-]} = \boxed{1}\ \text{mol/L}$$

また，同時に $H_2PO_4^-$ は(2)の反応も起こす。しかし，K_2 と K_4 の値を比較すると，NaH_2PO_4 水溶液の液性は［ア］であることがわかる。

次に，0.10 mol/Lの Na_2HPO_4 水溶液の液性について考える。同様にこの塩も水中で完全電離し，生じた HPO_4^{2-} は加水分解して次のような平衡が生じる。

$HPO_4^{2-} + H_2O \rightleftarrows H_2PO_4^- + OH^-$ ……(5)

先と同様に考えると，Na_2HPO_4 水溶液の液性は［イ］となる。

NaH_2PO_4 水溶液と Na_2HPO_4 水溶液を混合すると，pH = 7.0付近の緩衝液を調製することができる。ここでは，近似的に(2)の平衡の寄与のみを考えればよい。このとき，緩衝液のpHと pK の関係は，次のような式で表される。

$pH =$ ［ウ］

この式を，Henderson-Hasselbalchの式という。

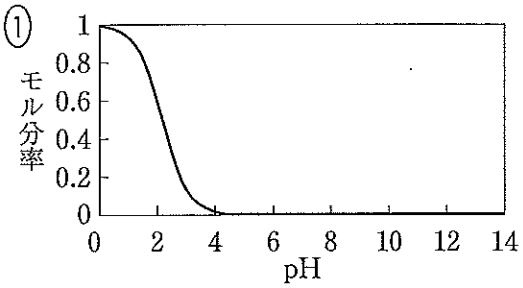
問1　文中の［ 1 ］に入る数値として最も適切なものを，次の①～⓪のうちから一つ選びなさい。

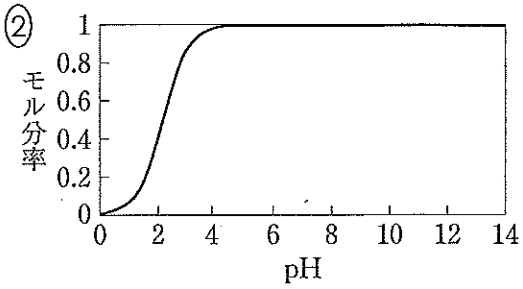
① 1.3×10^{-12}　② 5.9×10^{-11}　③ 1.6×10^{-7}　④ 7.1×10^{-6}
⑤ 8.3×10^{-6}　⑥ 2.2×10^{-2}　⑦ 1.2×10^{5}　⑧ 6.3×10^{6}
⑨ 1.7×10^{10}　⓪ 7.6×10^{11}

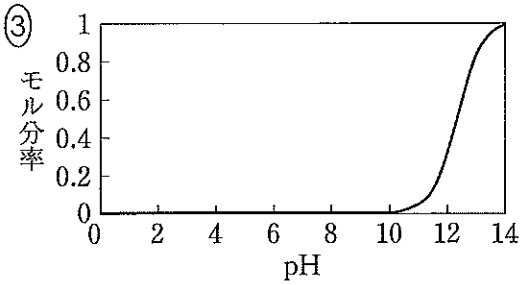
問2　文中の［ ア ］～［ ウ ］に入る語句・数値の組合せとして最も適切なものを，次の①～⓪のうちから一つ選びなさい。［ 2 ］

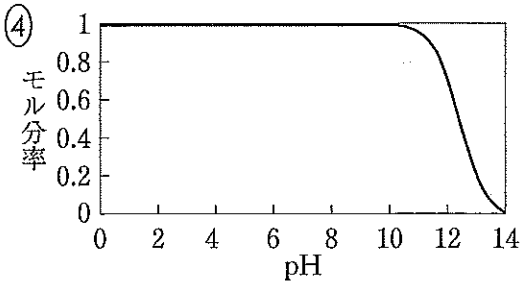
	ア	イ	ウ
①	酸性	酸性	$pK_2 + \log_{10} \frac{[HPO_4^{2-}]}{[H_2PO_4^-]}$
②	酸性	酸性	$pK_2 + \log_{10} \frac{[H_2PO_4^-]}{[HPO_4^{2-}]}$
③	酸性	塩基性	$pK_2 + \log_{10} \frac{[HPO_4^{2-}]}{[H_2PO_4^-]}$
④	酸性	塩基性	$pK_2 + \log_{10} \frac{[H_2PO_4^-]}{[HPO_4^{2-}]}$
⑤	酸性	塩基性	$-pK_2 - \log_{10} \frac{[HPO_4^{2-}]}{[H_2PO_4^-]}$
⑥	塩基性	酸性	$pK_2 + \log_{10} \frac{[HPO_4^{2-}]}{[H_2PO_4^-]}$
⑦	塩基性	酸性	$pK_2 + \log_{10} \frac{[H_2PO_4^-]}{[HPO_4^{2-}]}$
⑧	塩基性	酸性	$-pK_2 - \log_{10} \frac{[HPO_4^{2-}]}{[H_2PO_4^-]}$
⑨	塩基性	塩基性	$pK_2 + \log_{10} \frac{[H_2PO_4^-]}{[HPO_4^{2-}]}$
⓪	塩基性	塩基性	$-pK_2 - \log_{10} \frac{[HPO_4^{2-}]}{[H_2PO_4^-]}$

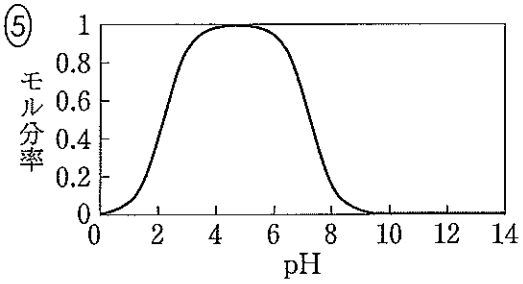
問3　リン酸の水溶液に水酸化ナトリウムを少量ずつ加えていったとき，pHと全リン酸（H_3PO_4, $H_2PO_4^-$, HPO_4^{2-}, PO_4^{3-} のすべての物質量）に対する HPO_4^{2-} のモル分率の関係を表したグラフとして最も適切なものを，次の①～⓪のうちから一つ選びなさい。 3

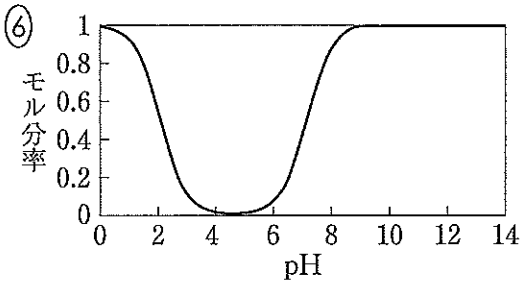
①


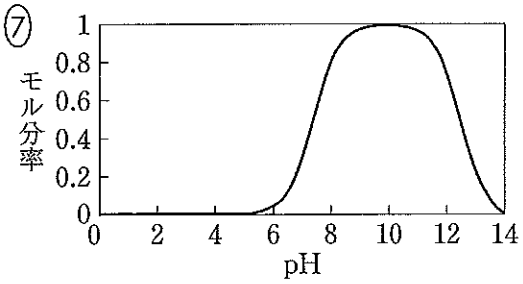
②


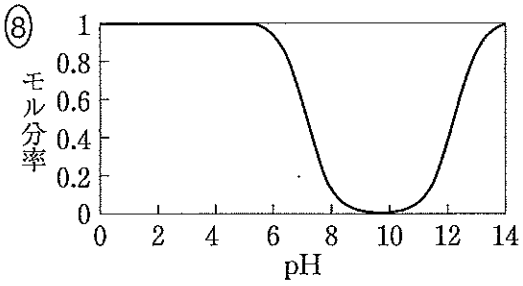
③


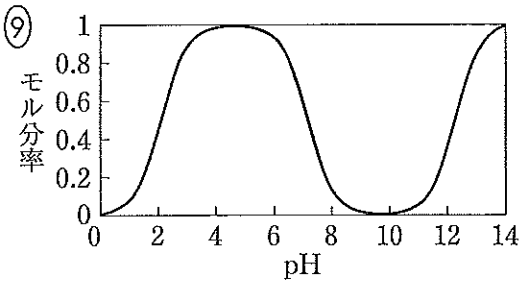
④


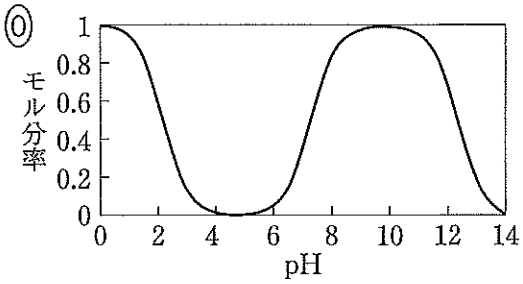
⑤


⑥


⑦


⑧


⑨


⓪


問4　0.300 mol/L の Na_2HPO_4 の水溶液 200 mL に，0.600 mol/L の NaH_2PO_4 の水溶液 100 mL を加え，緩衝液を調製した。この緩衝液の 25℃における pH の値として最も近い数値を，次の①～⑦のうちから一つ選びなさい。 4

① 1.3　② 2.1　③ 6.3　④ 7.2
⑤ 7.8　⑥ 8.3　⑦ 12.3

問5　問4の緩衝液 500 mL に水酸化ナトリウムの固体を 800 mg 加える前後の pH 変化と，水 500 mL に水酸化ナトリウムの固体を 800 mg 加える前後の pH 変化を比較するとき，それぞれの pH 変化量の差の値として最も近い数値を，次の①～⑨のうちから一つ選びなさい。ただし，それぞれの pH の値は 25℃におけるものとし，水酸化ナトリウムを加えることによる溶液の体積変化は無視できるものとする。 5

① 0.00　② 0.18　③ 0.30　④ 0.78　⑤ 5.30
⑥ 5.42　⑦ 5.60　⑧ 6.60　⑨ 7.00

4　次の文章を読み，下の問1～5に答えなさい。〔解答番号 1 ～ 5 〕

それぞれ異なった塩のみを含む水溶液A～Eがある。各溶液の一部をとり，次の実験操作を行った。

操作1　塩酸を加えると，水溶液Aは(a)無色無臭の気体を発生し，水溶液Bは特有なにおいの(b)無色の気体を発生した。水溶液Cは気体を発生せず，(c)溶液の色が変化した。水溶液Dは気体を発生せず，白色沈殿が生成した。水溶液Eは変化が見られなかった。

操作2　塩化バリウム水溶液を加えると，水溶液A，D，Eは白色沈殿を生じ，水溶液Cは黄色沈殿を生じた。水溶液Bは変化が見られなかった。

操作3　溶液を白金線の先につけてガスバーナーの外炎に差し入れると，水溶液Aと水溶液Bは黄色の炎色反応を，水溶液Cは赤紫色の炎色反応を示した。水溶液Dと水溶液Eは変化が見られなかった。

操作4　チオシアン酸カリウム水溶液を加えると，水溶液Dのみ沈殿が生成し，水溶液Eのみ(d)溶液の色が変化した。

操作5　水溶液Cと水溶液Dを混合すると，赤褐色沈殿が生成した。

問1　文中の下線部(a)，(b)の気体の組合せとして最も適切なものを，次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 1

	(a)	(b)
①	CO_2	H_2S
②	CO_2	CO_2
③	CO_2	NO_2
④	SO_2	H_2S
⑤	SO_2	SO_2
⑥	SO_2	NO_2

問2　文中の下線部(c)，(d)における変化後の溶液の色の組合せとして最も適切なものを，次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 2

	(c)	(d)
①	黄色	濃青色
②	黄色	黄褐色
③	黄色	血赤色
④	赤橙色	濃青色
⑤	赤橙色	黄褐色
⑥	赤橙色	血赤色

問3　水溶液Aに含まれる陽イオンをa，水溶液Cに含まれる陽イオンをcとする。aとcのイオン半径の大小，および海水中の含有量について最も適切な組合せを，次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 3

	イオン半径	海水中の含有量
①	a＜c	a＜c
②	a＜c	c＜a
③	a＜c	a≒c
④	c＜a	a＜c
⑤	c＜a	c＜a
⑥	c＜a	a≒c

問4　水溶液A～Eにそれぞれ塩化鉛(Ⅱ)水溶液を加えたとき，有色沈殿（白色でない沈殿）が生成するものは何種類あるか。最も適切なものを，次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 4

① 0　② 1　③ 2　④ 3　⑤ 4　⑥ 5

問5　水溶液Dと水溶液Eに含まれる塩を，等物質量含む水溶液がある。この溶液中の陽イオンを分離する操作に関する次の①～⑤の記述のうち，最も適切なものを一つ選びなさい。 5

① 水酸化ナトリウム水溶液を過剰に加え，生じた沈殿をろ過する。
② アンモニア水を過剰に加え，生じた沈殿をろ過する。
③ シアン化カリウム水溶液を過剰に加え，生じた沈殿をろ過する。
④ 塩基性条件下で硫化水素を十分通じて，生じた沈殿をろ過する。
⑤ 二酸化炭素を十分通じて，生じた沈殿をろ過する。

（下　書　き　用　紙）

化学の試験問題は次に続く。

5 次の文章を読み，下の問1～5に答えなさい。〔解答番号 1 ～ 5 〕

炭素，水素，酸素からなる有機化合物Aがある。有機化合物Aに水酸化ナトリウム水溶液を加えて加熱した後，溶液を酸性にしたところ，有機化合物Bと有機化合物Cのみが等物質量ずつ生じた。有機化合物Cは塩化パラジウム(Ⅱ)と塩化銅(Ⅱ)を触媒として，エチレンを水中で酸化しても合成できる。

また，炭素，水素，酸素からなる有機化合物Dがあり，13.2 mgの有機化合物Dを燃焼させたところ，二酸化炭素が33.0 mg，水が16.2 mg生じた。有機化合物Dに金属ナトリウムを加えたところ，水素が発生した。有機化合物Dに水酸化ナトリウム水溶液とヨウ素を加えて加熱したところ，黄色の沈殿物と有機化合物Bのナトリウム塩が生じた。有機化合物Bの炭素骨格を調べると，枝分かれの構造をもっていた。

問1 有機化合物Cを検出する試薬と，それを用いたときに見られる変化の組合せとして最も適切なものを，次の①～⑧のうちから一つ選びなさい。 1

	試薬	変化
①	塩化鉄(Ⅲ)水溶液	溶液が紫色になる。
②	塩化鉄(Ⅲ)水溶液	溶液が青色になる。
③	ニンヒドリン溶液	溶液が赤紫色になる。
④	ニンヒドリン溶液	溶液が青紫色になる。
⑤	さらし粉水溶液	溶液が赤紫色になる。
⑥	さらし粉水溶液	溶液が青紫色になる。
⑦	フェーリング液	赤色沈殿が生じる。
⑧	フェーリング液	青色沈殿が生じる。

問2　有機化合物Dの異性体のうち，適当な酸化剤で酸化すると，分子量が14.0増加するものは何種類あるか。最も適切なものを，次の①～⓪のうちから一つ選びなさい。ただし，光学異性体も区別するものとする。 2

① 1　② 2　③ 3　④ 4　⑤ 5
⑥ 6　⑦ 7　⑧ 8　⑨ 9　⓪ 10

問3　文中の下線部の反応が完全に進行すると仮定したとき，17.6 gの有機化合物Dから得られる黄色の沈殿物の質量の値として最も近い数値を，次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 3 g

① 28.4　② 56.8　③ 78.8　④ 85.2　⑤ 156　⑥ 233

問4　有機化合物Aの分子式として最も適切なものを，次の①～⓪のうちから一つ選びなさい。 4

① $C_6H_{10}O_2$　② $C_6H_{10}O_3$　③ $C_6H_{12}O_2$　④ $C_7H_{12}O_2$
⑤ $C_7H_{12}O_3$　⑥ $C_7H_{14}O_2$　⑦ $C_8H_{14}O_2$　⑧ $C_8H_{14}O_3$
⑨ $C_8H_{16}O_2$　⓪ $C_8H_{16}O_3$

問5　有機化合物Aの性質について述べた次の文章(a)～(e)のうち，正誤の組合せとして最も適切なものを，下の①～⓪のうちから一つ選びなさい。 5

(a)　幾何異性体が存在する。

(b)　不斉炭素原子が存在する。

(c)　ビニル基が存在する。

(d)　臭素を付加すると，不斉炭素原子が新たに1つ生じる。

(e)　炭酸水素ナトリウム水溶液を加えると，二酸化炭素が生じる。

	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)
①	正	正	正	誤	誤
②	正	誤	正	誤	誤
③	正	誤	正	正	正
④	正	誤	誤	正	正
⑤	正	誤	誤	誤	誤
⑥	誤	正	正	誤	誤
⑦	誤	正	正	誤	正
⑧	誤	正	誤	正	正
⑨	誤	誤	正	正	誤
⓪	誤	誤	誤	正	正

（下　書　き　用　紙）