

2016年度 一般入試C日程

理 科 [化学]

[注 意 事 項]

1. 試験開始の合図があるまで、問題冊子の中を見てはいけません。
2. 問題冊子は15ページです。監督者の指示に従って確認しなさい。
3. 解答用紙はマーク・シート1枚です。
4. 問題冊子の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁及び解答用紙の汚れ等に気付いた場合は、手を挙げて監督者に知らせなさい。
5. マークは、マーク・シートに記載してある「記入上の注意」をよく読んだうえで、正しくマークしなさい。
6. 受験番号及び氏名は、マーク・シートの所定欄に正確に記入し、また受験番号欄の番号を正しくマークしなさい。
7. 監督者の指示があってから、マーク・シートの左上部にある「科目欄」に受験する科目名を記入しなさい。
8. 問題冊子の中にある余白部分を下書きとして利用してもかまわない。
9. 試験終了後、問題冊子は持ち帰りなさい。

化 学

(60分 200点)

必要ならば，原子量，数値は次の値を使いなさい。

H 1.0 C 12 N 14 O 16 Ne 20

Na 23 S 32 Cl 35.5 Cu 63.5 Zn 65

標準状態で気体 1 mol が占める体積 22.4 L

アボガドロ定数 $6.02 \times 10^{23}/\text{mol}$

次の各問の答として最も適切なものを，それぞれの解答群から 1 つ選び，マークしなさい。

I 次の〔問 1〕～〔問12〕に答えなさい。(57点)

〔問 1〕 次の物質のうちで，混合物に分類されるのはどれか。

- ① ヘリウム ② オゾン ③ 硫酸
④ 塩酸 ⑤ 水酸化ナトリウム ⑥ ミョウバン

〔問 2〕 次の元素の単体のうちで，常温・常圧において液体であるものはどれか。

- ① ホウ素 ② 塩素 ③ アルゴン
④ 臭素 ⑤ ヨウ素

〔問 3〕 次の元素のうちで，イオン化エネルギーが最も大きいものはどれか。

- ① Li ② Na ③ F
④ Cl ⑤ He ⑥ Ne

〔問 4〕 原子およびイオンの大きさの比較として正しいものはどれか。 4

- ① $\text{Na} < \text{Na}^+$ ② $\text{F} < \text{F}^-$ ③ $\text{Ca}^{2+} < \text{Mg}^{2+}$
④ $\text{Na} < \text{Cl}$ ⑤ $\text{Na}^+ < \text{Al}^{3+}$

〔問 5〕 同位体に関する記述のうち、誤っているものはどれか。 5

- ① 同位体の陽子数、電子数は一致する。
② 同位体は中性子の数が違うため、互いの原子番号が異なる。
③ 同位体どうしの化学的性質はほぼ同じである。
④ 放射性同位体から放出される放射線により生物の遺伝子変異が起こる。
⑤ 放射性同位体の半減期は、同位体ごとに固有の値をとる。

〔問 6〕 ^{15}N で表される窒素原子と ^{16}O で表される酸素原子で、同じ値になるものはどれか。 6

- ① 原子番号 ② 陽子の数 ③ 中性子の数
④ 電子の数 ⑤ 質量数

〔問 7〕 分子内に三重結合を有するものはどれか。 7

- ① O_2 ② C_2H_4 ③ NO_2 ④ SO_2 ⑤ C_2H_2

〔問 8〕 非共有電子対の数が最も多い分子はどれか。 8

- ① CO_2 ② Br_2 ③ H_2O ④ SO_2 ⑤ C_2H_6

〔問 9〕 電気陰性度と極性に関する記述のうち、正しいものはどれか。 9

- ① 電気陰性度の小さい原子ほど、電子を引きつける力が強い。
② 16族元素のうち、最も電気陰性度が大きいのは硫黄である。
③ 1族元素のうち、最も電気陰性度が大きいのはナトリウムである。
④ メタン CH_4 、クロロホルム CHCl_3 は共に無極性分子である。
⑤ 原子間に電気陰性度の差がある場合、共有結合は必ず極性をもつ。

〔問10〕 プロパン (C_3H_8) 0.2 m^3 が完全に燃焼するのに必要な酸素の体積は何 L か。

ただし、反応は同温、同圧で行われたものとする。 10 L

- ① 100 ② 400 ③ 800 ④ 1000 ⑤ 1200

〔問11〕 水酸化ナトリウム 2.4 g に純水を加えて 1 L とした。この水溶液に含まれるナトリウムイオンと水酸化物イオンの個数の和はいくらか。ただし、水酸化ナトリウムは完全に電離しているものとする。 11

- ① 4.82×10^{22} ② 7.22×10^{22} ③ 8.43×10^{22}
④ 1.09×10^{23} ⑤ 3.61×10^{23}

〔問12〕 標準状態において 56 mL のメタン (CH_4) の質量は何 g か。 12 g

- ① 2.5×10^{-3} ② 5.0×10^{-3} ③ 2.0×10^{-2}
④ 4.0×10^{-2} ⑤ 1.6×10^{-1}

II 次の〔問1〕～〔問6〕に答えなさい。(56点)

〔問1〕 次の水素化合物のうち最も沸点が高いものはどれか。 13

- ① CH_4 ② HF ③ HCl ④ HBr ⑤ HI

〔問2〕 標準状態における密度が最も小さい気体はどれか。 14

- ① 酸素 ② 塩素 ③ 塩化水素
④ ネオン ⑤ 二酸化炭素

〔問3〕 触媒に関する記述として、誤っているものはどれか。 15

- ① 触媒は活性化エネルギーを小さくして、反応速度を大きくする。
② 触媒は反応の前後で変化しない。
③ 触媒を加えても反応熱は変化しない。
④ 可逆反応が平衡状態にあるとき、触媒を加えると生成物の量は変化する。

〔問4〕 硫酸銅(Ⅱ)の100 gの水に対する溶解度[g]は60℃で40.0である。硫酸銅(Ⅱ)五水和物200 gを完全に溶解させて60℃の飽和水溶液とするのに必要な水の質量は何gか。 16 g

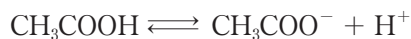
- ① 168 ② 248 ③ 320
④ 428 ⑤ 448 ⑥ 496

〔問5〕 $\text{N}\equiv\text{N}$ 結合の結合エネルギー、 $\text{N}-\text{H}$ 結合の結合エネルギー、 $\text{H}-\text{H}$ 結合の結合エネルギーは、それぞれ945 kJ/mol、391 kJ/mol、436 kJ/molである。窒素と水素からアンモニア8.5 gが生成するときに発生する熱量は何kJか。

17 kJ

- ① 23.3 ② 46.5 ③ 93.0
④ 116.3 ⑤ 139.5 ⑥ 186.0

〔問 6〕 酢酸は水溶液中で電離し、次のような電離平衡が成立する。



また、酢酸の電離定数 K_a は 25°C で 2.7×10^{-5} [mol/L] である。これについて、次の (1)~(4) の問いに答えよ。

(1) 酢酸の電離定数 K_a を表す式をはどれか。ただし、[] は物質のモル濃度を表すものとする。 18

- ① $[\text{CH}_3\text{COO}^-][\text{H}^+]$ ② $[\text{CH}_3\text{COOH}][\text{H}^+]$
③ $[\text{CH}_3\text{COOH}][\text{CH}_3\text{COO}^-]$ ④ $\frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-][\text{H}^+]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]}$
⑤ $\frac{[\text{CH}_3\text{COOH}][\text{H}^+]}{[\text{CH}_3\text{COO}^-]}$

(2) 25°C で、 0.030 mol/L の酢酸水溶液中での酢酸の電離度はいくらか。ただし、酢酸の電離度は 1 に比べて十分に小さいものとする。 19

- ① 1.5×10^{-4} ② 3.0×10^{-4} ③ 9.0×10^{-4}
④ 1.5×10^{-2} ⑤ 3.0×10^{-2} ⑥ 9.0×10^{-2}

(3) 25°C で、 0.030 mol/L の酢酸水溶液 100 mL に 0.030 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液 50 mL を加えたときの混合溶液の pH はいくらか。

必要ならば、 $\log_{10}3=0.48$ を用いよ。 20

- ① 4.0 ② 4.6 ③ 5.0
④ 5.5 ⑤ 6.0 ⑥ 6.4

- (4) (3)で生成した混合溶液に関する文中の()に当てはまる化学式および語の組合せはどれか。

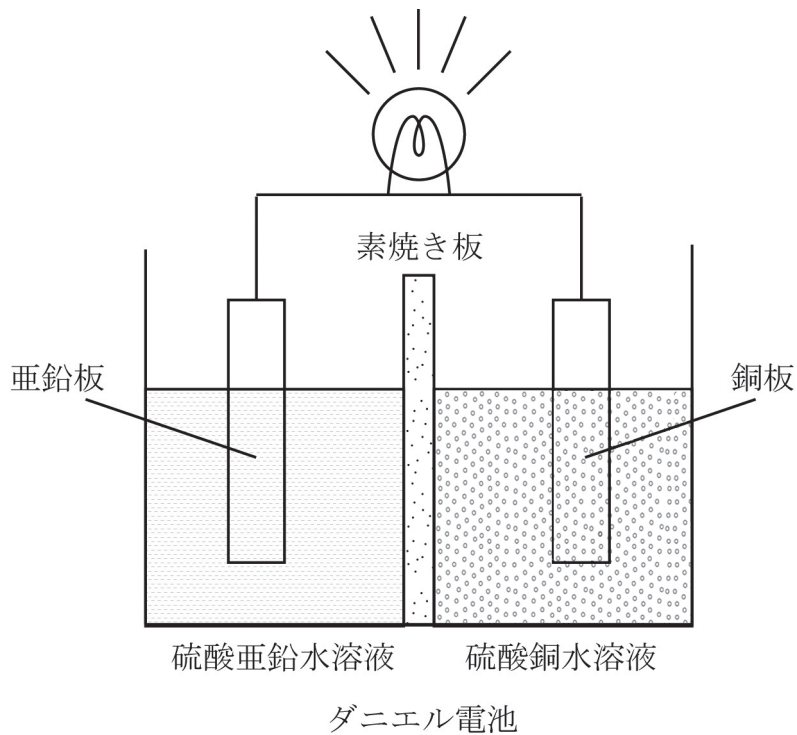
21

この混合溶液に少量の酸を加えても、(ア)と H^+ の反応が起こるため、 $[H^+]$ はほとんど増加しない。また、少量の塩基を加えても $[H^+]$ はほとんど減少しない。このような性質をもつ溶液を(イ)という。

	ア	イ
①	CH_3COOH	緩衝液
②	CH_3COOH	コロイド溶液
③	CH_3COOH	セッケン水
④	CH_3COO^-	緩衝液
⑤	CH_3COO^-	コロイド溶液
⑥	CH_3COO^-	セッケン水

Ⅲ 次の記述を読んで、〔問1〕～〔問4〕に答えなさい。ただし、気体はすべて理想気体とし、ファラデー定数を $9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$ とする。(22点)

下図のように電極と電解槽を用意し、ダニエル型電池を作成した。放電中、である亜鉛板ではが起こり、放電後の質量は減少していた。一方、である銅板ではが起こり、放電後の質量は増加していた。また、この電池の放電時の電流を電流計で測定したところ、1.0 Aであった。



〔問 1〕 文中の空欄 ア ～ エ にあてはまる語句の組合せはどれか。

22

	ア	イ	ウ	エ
①	正極	酸化	負極	還元
②	正極	還元	負極	酸化
③	負極	酸化	正極	還元
④	負極	還元	正極	酸化

〔問 2〕 電池に関する記述のうち、正しいのはどれか。 23

- ① ダニエル電池は二次電池である。
- ② 電池の分極とは、水素のイオン化等による起電力の増加のことである。
- ③ ダニエル電池では、放電が進んでも電解液のイオンの総物質量は変化しない。
- ④ ボルタ電池では、亜鉛電極で還元反応が起こる。
- ⑤ ダニエル電池の素焼き板は、両電解液間のイオンの移動を防いでいる。

〔問 3〕 このダニエル型電池を 30 分間放電したとき、亜鉛板の質量はどのように変化するか。ただし、放電中の電流は常に一定とする。 24 g

- ① -0.21 ② -0.41 ③ -0.61
- ④ $+0.21$ ⑤ $+0.41$ ⑥ $+0.61$

〔問 4〕 このダニエル型電池の起電力を高めるには正極をどの金属に変えればよいか。

25

- ① Al ② Ni ③ Pb ④ Fe ⑤ Ag

IV 次の〔問1〕～〔問2〕に答えなさい。(30点)

〔問1〕 次の記述を読んで、次の(1)～(4)の問いに答えなさい。

化合物Aは、ベンゼン環に1個の置換基をもつ化合物で、その分子量は200以下であり、また元素分析値はC：75.0%、H：6.90%、O：18.2%であった。化合物Aに水酸化ナトリウム水溶液を加えて加熱したのち、塩酸を加えて反応液を酸性にすると、化合物Bと化合物Cが生成した。化合物Bは化合物Cより分子量が大きく、冷水には溶けにくい、水酸化ナトリウム水溶液には塩をつくって溶けた。化合物Cは、分子量が70以上で中性の不飽和化合物であり、臭素水を加えると不斉炭素原子を1つもつ化合物Dが生成した。また、化合物Cに白金を触媒にして水素を付加させると化合物Eが生成した。化合物Eは、二クロム酸カリウムの希硫酸水溶液を加えて反応させると、化合物Fを経て酸性化合物Gへと変化した。

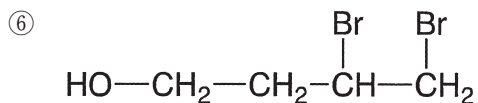
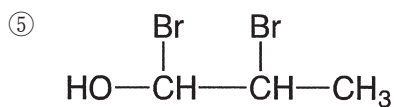
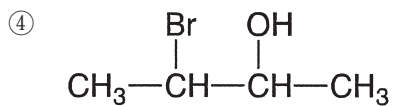
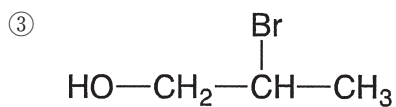
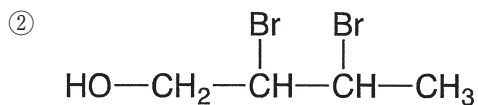
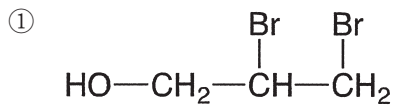
(1) 化合物Aの分子式はどれか。 26

- ① $C_{10}H_{11}O_2$ ② $C_{11}H_{11}O_2$
③ $C_{11}H_{12}O_2$ ④ $C_{12}H_{12}O_2$
⑤ $C_{12}H_{13}O_2$ ⑥ $C_{13}H_{14}O_2$

(2) 化合物Bの名称はどれか。 27

- ① フマル酸 ② 酢酸
③ フタル酸 ④ 安息香酸
⑤ アクリル酸 ⑥ プロピオン酸

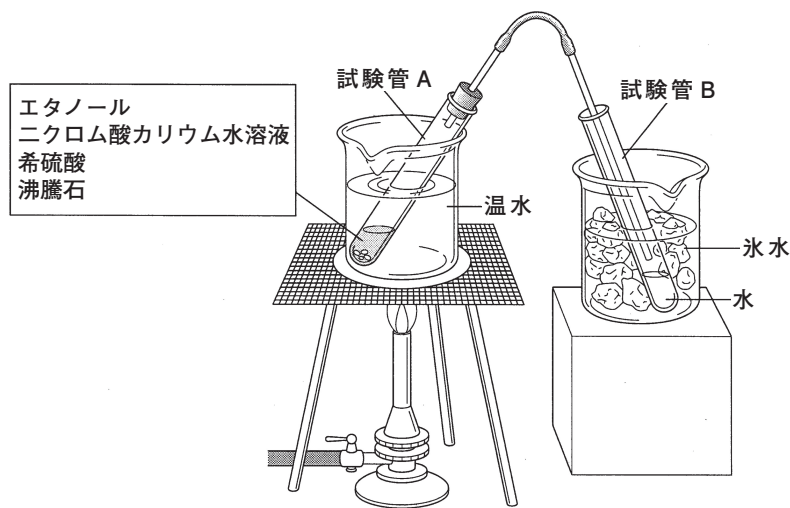
(3) 化合物Dの構造はどれか。 28



(4) 化合物Eには、上の記述に当てはまらない構造異性体が存在する。そのうち、不斉炭素原子をもつものはいくつあるか。 29

- ① 0 ② 1 ③ 2 ④ 3 ⑤ 4

〔問 2〕 次の操作 1～5 からなる実験を行った。次の (1)～(2) の問いに答えなさい。



図

表

エタノール	3 mL
0.10 mol/L ニクロム酸カリウム水溶液	5 mL
1.0 mol/L 硫酸水溶液	6 mL

操作 1 表に示す試薬を沸騰石数粒と共に試験管 A に入れた。

操作 2 図のように試験管 A を加熱し、生じた物質を水の入った試験管 B に捕集した。

操作 3 試験管 B 中の水溶液の一部をとり、これをフェーリング液と反応させた。

操作 4 硝酸銀水溶液とアンモニア水を用いて、別の試験管にアンモニア性硝酸銀水溶液を調製した。

操作 5 アンモニア性硝酸銀水溶液の入った試験管に、試験管 B 中の水溶液の一部を加え、60～70℃に加熱した。

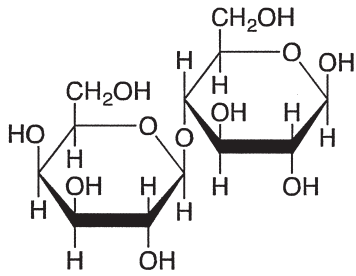
(1) 操作 1～2 に関連する記述として誤っているものはどれか。 30

- ① 操作 1 で，沸騰石を入れるのは，急激な沸騰(突沸)を防ぐためである。
- ② 操作 2 で，図のように試験管 B を氷冷するのは，生じた物質を確実に液化させるためである。
- ③ この反応を通じて，二クロム酸イオンは還元される。
- ④ この反応の前後で，試験管 A は橙赤色から緑色に変化した。
- ⑤ この反応の前後で，試験管 B は無色から青色に変化した。

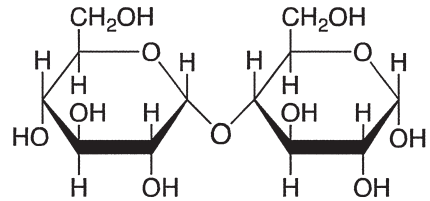
(2) 操作 3～5 に関連する記述として誤っているものはどれか。 31

- ① 操作 3 で生じる赤褐色の沈殿は， Cu_2O (I) である。
- ② 操作 4 で，アンモニア水が少ないと褐色の沈殿が生じる。
- ③ 銀イオンの配位数は 2 である。
- ④ 操作 3， 5 は，いずれもアルコールの定性試験である。
- ⑤ 操作 5 で，試験管の内壁に銀が析出した。

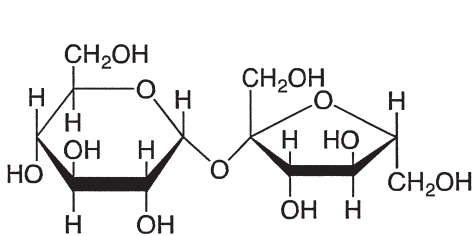
V 次の化合物A～Eについて〔問1〕～〔問7〕に答えなさい。(35点)



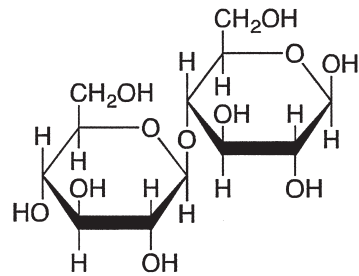
A



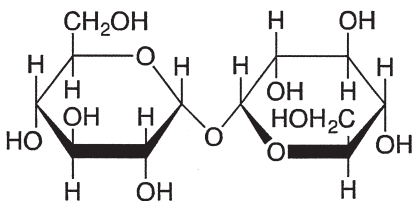
B



C



D



E

〔問1〕 化合物A, B, Cの名称の組み合わせはどれか。 32

	A	B	C
①	ラクトース	スクロース	マルトース
②	ラクトース	マルトース	スクロース
③	スクロース	ラクトース	マルトース
④	スクロース	マルトース	ラクトース
⑤	マルトース	スクロース	ラクトース
⑥	マルトース	ラクトース	スクロース

〔問2〕 フェーリング反応を示す化合物の組み合わせはどれか。 33

- ① (A, B, C) ② (A, B, D) ③ (A, B, E)
④ (A, C, D) ⑤ (A, C, E) ⑥ (A, D, E)
⑦ (B, C, D) ⑧ (B, C, E) ⑨ (B, D, E)
⑩ (C, D, E)

〔問3〕 糖の還元性に関与する官能基はどれか。 34

- ① カルボキシ基 ② アルデヒド基 ③ ヒドロキシ基
④ ケトン基 ⑤ エーテル結合

〔問4〕 アミロースをアミラーゼで加水分解することにより、得られる化合物はどれか。 35

- ① A ② B ③ C ④ D ⑤ E

〔問5〕 セルロースの構成単位である化合物はどれか。 36

- ① A ② B ③ C ④ D ⑤ E

〔問6〕 β -1,4-グリコシド結合を有する化合物の組み合わせはどれか。 37

- ① (A, B) ② (A, C) ③ (A, D)
④ (A, E) ⑤ (B, C) ⑥ (B, D)
⑦ (B, E) ⑧ (C, D) ⑨ (C, E)
⑩ (D, E)

〔問7〕 鎖状構造のグルコースには、不斉炭素原子が何個存在するか。 38

- ① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5