

2018年度

一般入試A日程
【2/5（月）】

化学基礎・化学

[60 分]

各問題を解くにあたって、必要があれば次の数値を使用せよ。

原子量 H 1.0 C 12 O 16

N 14 Ni 59 Cu 64

アボガドロ定数 $6.0 \times 10^{23} / \text{mol}$

ファラデー定数 $9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$

標準状態で 1 mol の気体が占める体積 22.4 L

実在気体とことわりがない限り、気体は全て理想気体として扱うものとする。

【問題 1】 下の表は、(ア)～(オ) の元素の電子配置を示したものである。この元素の電子配置に関する次の問 1～3 に答えよ。(解答番号 ～)

元素	電子の数		
	K	L	M
(ア)	2		
(イ)	2	4	
(ウ)	2	6	
(エ)	2	8	1
(オ)	2	8	7

問 1 (ア)～(オ) のうち、イオン化エネルギーが最も小さいものはどれか。最も適当なものを下の①～⑤のうちから一つ選び、番号で答えよ。

- ① (ア) ② (イ) ③ (ウ) ④ (エ) ⑤ (オ)

問 2 (ア)～(オ) のうち、電気陰性度が最も大きいものはどれか。最も適当なものを下の①～⑤のうちから一つ選び、番号で答えよ。

- ① (ア) ② (イ) ③ (ウ) ④ (エ) ⑤ (オ)

問3 (ア)~(オ)のうち、単体が常温、常圧では気体のものはいくつあるか。最も適当な数を下の①~⑥のうちから一つ選び、番号で答えよ。

① 1

② 2

③ 3

④ 4

⑤ 5

⑥ 0

【問題2】 図1は温度によって体積が変化しない三つの容器A～Cがコックで連結されている装置を示している。容器A～Cの容積は、それぞれ2.0L、4.0L、3.0Lである。はじめコックは全て閉じてあり、Aには 1.2×10^5 Paのアルゴン、Bには 1.8×10^5 Paのヘリウム、Cには 2.8×10^5 Paの酸素が入っているとす。一定温度でこの装置の全てのコックを開き、気体を均一になるまで完全に混合した。この気体に関連する次の問1～3に答えよ。ただし、コックおよび連結部の体積は無視できるものとする。(解答番号 ～)

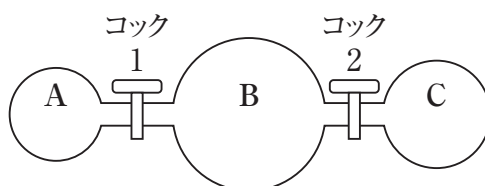


図1

問1 装置内の分圧が最も大きい気体と最も小さい気体の組合せとして最も適当なものを下の①～⑥のうちから一つ選び、番号で答えよ。

	最も大きい気体	最も小さい気体
①	アルゴン	ヘリウム
②	アルゴン	酸素
③	ヘリウム	アルゴン
④	ヘリウム	酸素
⑤	酸素	アルゴン
⑥	酸素	ヘリウム

問2 装置内の気体の全圧は何 Pa になるか。最も適当な数値を下の①～⑥のうちから一つ選び、番号で答えよ。 Pa

- ① 1.2×10^5 ② 1.8×10^5 ③ 2.0×10^5
 ④ 5.2×10^5 ⑤ 5.8×10^5 ⑥ 6.0×10^5

問3 理想気体と実在気体に関する記述（a～e）の中で、下線部に誤りを含むものが一つある。最も適当なものを、下の①～⑤のうちから一つ選び、番号で答えよ。

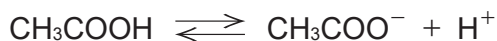
6

- a 理想気体では体積一定のまま温度を下げると圧力は比例して減少する。
- b 理想気体では、気体分子自身の体積は0と仮定している。
- c 実在気体では一定圧力で温度を下げると液体や固体になるため、体積が0になることはない。
- d 実在気体では気体の種類によって分子間力が異なるので、標準状態における1 mol の体積は22.4 Lとは異なる値になる。
- e 実在気体では、常圧では温度が低いほど理想気体に近いふるまいをする。

① a ② b ③ c ④ d ⑤ e

【問題3】 次の文章に関する下の問1～3に答えよ。(解答番号 7 ～ 9)

弱電解質である酢酸 CH_3COOH は、水溶液中でその一部が電離して次のような平衡状態になる。このような化学平衡を ア という。



酢酸水溶液のモル濃度を c mol/L、電離度を α とすると平衡時のモル濃度の関係より、水素イオンのモル濃度 $[\text{H}^+]$ と酢酸イオンのモル濃度 $[\text{CH}_3\text{COO}^-]$ は イ となる。一方、酢酸のモル濃度 $[\text{CH}_3\text{COOH}]$ は ウ となるので、酢酸の電離定数 K_a は次のように表わすことができる。

$$K_a = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-][\text{H}^+]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} = \frac{c\alpha^2}{1-\alpha}$$

問1 上の文章の空欄 (ア ～ ウ) に当てはまる用語の組合せとして最も適当なものを下の①～⑧のうちから一つ選び、番号で答えよ。 7

	ア	イ	ウ
①	緩衝作用	$c\alpha$	$1-\alpha$
②	緩衝作用	$c\alpha$	$c(1-\alpha)$
③	緩衝作用	$c\alpha^2$	$1-\alpha$
④	緩衝作用	$c\alpha^2$	$c(1-\alpha)$
⑤	電離平衡	$c\alpha$	$1-\alpha$
⑥	電離平衡	$c\alpha$	$c(1-\alpha)$
⑦	電離平衡	$c\alpha^2$	$1-\alpha$
⑧	電離平衡	$c\alpha^2$	$c(1-\alpha)$

問2 弱酸の電離度が1に比べてきわめて小さい場合、酢酸の電離定数 K_a はどのように表わすことができるか。最も適当なものを下の①～⑤のうちから一つ選び、番号で答えよ。

- ① ca ② α^2 ③ $c^2\alpha^2$ ④ $c\alpha^2$ ⑤ $\frac{c\alpha^2}{2}$

問3 酢酸の電離定数 K_a を 2.0×10^{-5} mol/L, 電離度 α を 1.0×10^{-2} とすると水素イオンのモル濃度 $[H^+]$ は何 mol/L となるか。最も適当な数値を下の①～⑥のうちから一つ選び、番号で答えよ。 mol/L

- ① 1.0×10^{-3} ② 2.0×10^{-3} ③ 1.0×10^{-2}
④ 2.0×10^{-2} ⑤ 1.0×10^{-1} ⑥ 2.0×10^{-1}

【問題4】 反応熱に関連する下の問1～3に答えよ。(解答番号 ～)

問1 次の文章の空欄 (～) に当てはまる用語の組合せとして最も
適当なものを下の①～⑧のうちから一つ選び、番号で答えよ。

化学反応に伴い、発生または吸収する熱量を反応熱という。反応熱には反応の種類によっていろいろな名称がある。物質1 molが完全燃焼するときの反応熱をという。一方、化合物1 molがその成分元素の単体から生成するときの反応熱はとよび、酸と塩基が中和反応して水1 molができるときの反応熱をという。

	ア	イ	ウ
①	溶解熱	生成熱	中和熱
②	溶解熱	生成熱	酸塩基熱
③	溶解熱	結合熱	中和熱
④	溶解熱	結合熱	酸塩基熱
⑤	燃焼熱	生成熱	中和熱
⑥	燃焼熱	生成熱	酸塩基熱
⑦	燃焼熱	結合熱	中和熱
⑧	燃焼熱	結合熱	酸塩基熱

問2 水の状態変化に関連する下の記述 (a～d) の中で、下線部に誤りを含むものはいくつあるか。最も適当な数を、下の①～⑤のうちから一つ選び、番号で答えよ。 11

- a 0℃, 1.0×10^5 Pa において氷 1 mol が水になるときに吸収する水の凝固熱は 6.0 kJ/mol である。
- b 25℃, 1.0×10^5 Pa において水 1 mol が水蒸気になるときに吸収する水の蒸発熱は 44 kJ/mol である。
- c 0℃, 1.0×10^5 Pa において氷 1 mol が水になるときの熱量は水 1 mol が氷になるときの熱量より大きい。
- d 水 H₂O(気)の生成熱は 25℃, 1.0×10^5 Pa において水素が燃焼して水 H₂O(気)が生じるときの燃焼熱に等しい。

① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 0

問3 エタノール C₂H₆O の生成熱は何 kJ/mol になるか。最も適当な数値を下の①～⑥のうちから一つ選び、番号で答えよ。ただし、エタノールの燃焼熱を 1368 kJ/mol, 黒鉛の燃焼熱を 394 kJ/mol, 水 H₂O(液)の生成熱を 286 kJ/mol とする。 12 kJ/mol

① 116 ② 278 ③ 294
④ 688 ⑤ 2048 ⑥ 3014

【問題5】 硝酸に関連する下の問1～3に答えよ。(解答番号 ～)

問1 次の文章の空欄 (～) に当てはまる用語の組合せとして最も適当なものを下の①～⑧のうちから一つ選び、番号で答えよ。

硝酸は揮発性のある 色の液体で水に溶けやすい性質を有し、工業的に合成する方法として 法があげられる。この方法ではまず、アンモニアを空気と混合し、 を触媒として約 800℃に加熱することで、アンモニアが一酸化窒素になる。一酸化窒素をさらに酸化して二酸化窒素となり、これを水に吸収させて硝酸がつくられる。

	ア	イ	ウ
①	無	オストワルト	鉄
②	無	オストワルト	白金
③	無	ハーバー・ボッシュ	鉄
④	無	ハーバー・ボッシュ	白金
⑤	赤褐	オストワルト	鉄
⑥	赤褐	オストワルト	白金
⑦	赤褐	ハーバー・ボッシュ	鉄
⑧	赤褐	ハーバー・ボッシュ	白金

問2 硝酸の工業的製法 (問1の 法) で、アンモニア 3.4 kg から質量パーセント 60%硝酸は何 kg 得られるか。最も適当な数を下の①～⑥のうちから一つ選び、番号で答えよ。ただし、反応は完全に進行するものとする。 kg

- ① 11 ② 14 ③ 21 ④ 32 ⑤ 35 ⑥ 42

問3 硝酸に次の a～e の物質をそれぞれ加えたとき、常温でよく反応する物質はいくつあるか。最も適当な数を下の①～⑥のうちから一つ選び、番号で答えよ。 15

a マグネシウム b アルミニウム c 鉄 d 銅 e 銀

① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5 ⑥ 0

【問題6】 銅に関連する下の問1～3に答えよ。(解答番号 ～)

問1 銅に関連する下の記述(a～e)の中で、下線部に誤りを含むものはいくつあるか。最も適当な数を、下の①～⑥のうちから一つ選び、番号で答えよ。

- a 単体の銅は赤色の光沢を有する金属である。
- b 単体の銅は湿った空気中では、緑色のさびを生じる。
- c 単体の銅を空気中で加熱すると、黒色の酸化銅(II)になる。
- d 銅は絶縁体であるため、電線や調理器具など広く利用されている。
- e 銅は亜鉛との合金である黄銅や、スズとの合金である青銅などの材料になる。

① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5 ⑥ 0

問2 銅(II)イオンを含む水溶液に次のa～eの溶液をそれぞれ加えたとき、沈殿物を生じるものはいくつあるか。最も適当な数を、下の①～⑥のうちから一つ選び、番号で答えよ。

- a 塩酸 b 少量のアンモニア水 c 過剰のアンモニア水
- d 少量の水酸化ナトリウム水溶液 e 過剰の水酸化ナトリウム水溶液

① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5 ⑥ 0

問3 ニッケルと銅を含む白銅を陽極に、純銅を陰極に用いて硫酸酸性の硫酸銅(II)水溶液を低電圧で電気分解すると陽極の白銅は溶解し、陰極には純銅が析出する。白銅200gと純銅を用いて電気分解をおこなったところ、9.65Aの電流を600分流すと白銅の質量が90gとなった。白銅中の銅の質量%はいくらか。最も適当な数値を下の①～⑥のうちから一つ選び、番号で答えよ。ただし、白銅はニッケルと銅のみからなり、その組成は変化しないものとする。 %

① 24 ② 34 ③ 44 ④ 54 ⑤ 64 ⑥ 74

【問題7】 炭素，水素，酸素だけからなる芳香族化合物がある。この芳香族化合物 183 mg を完全に燃焼させたところ，二酸化炭素 528 mg と水 135 mg が生じた。この芳香族化合物に関連する下の問1～3 に答えよ。(解答番号 19 ～ 21)

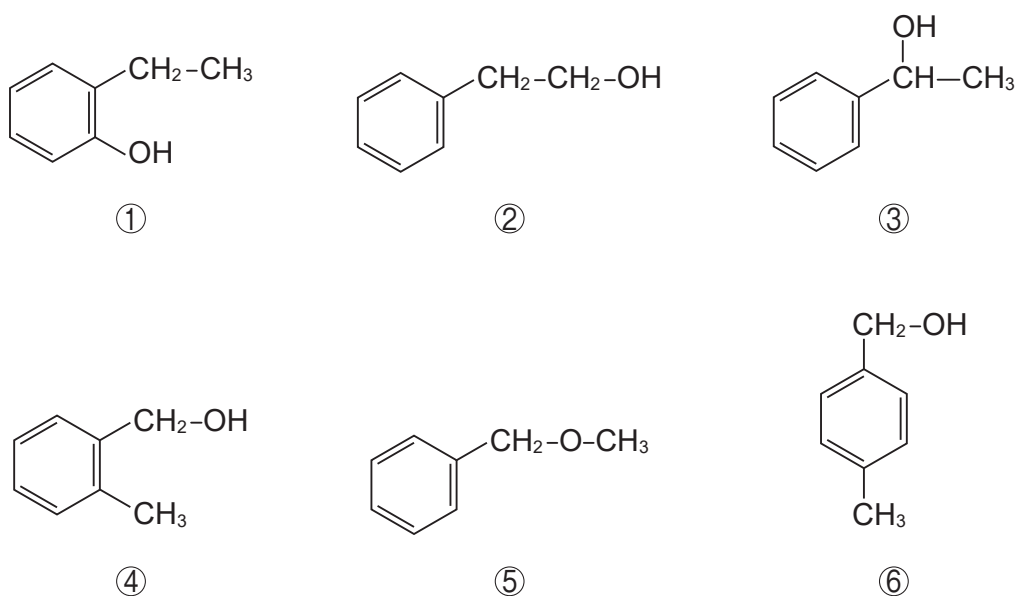
問1 この芳香族化合物の分子式として最も適当なものを次の①～⑥のうちから一つ選び，番号で答えよ。 19

- ① C_6H_6O ② C_7H_8O ③ $C_8H_{10}O$
 ④ $C_9H_{12}O$ ⑤ $C_{10}H_8O$ ⑥ $C_{10}H_8O_2$

問2 この芳香族化合物の可能な構造異性体のうち，第一級アルコールは何種類あるか。最も適当な数を，下の①～⑥のうちから一つ選び，番号で答えよ。 20

- ① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5 ⑥ 6

問3 この芳香族化合物は単体のナトリウムと反応して水素を発生するが，水酸化ナトリウム溶液とは反応しない。また酸化するとフタル酸が得られた。この芳香族化合物はどのような構造を有するか。最も適当な構造示すものを，下の①～⑥のうちから一つ選び，番号で答えよ。 21



【問題 8】 合成高分子化合物に関連する次の問 1～3 に答えよ。(解答番号 22 ～
24)

問 1 合成高分子化合物に関連する下の記述 (a～e) の中で、下線部に誤りを含むものはいくつあるか。最も適当な数を、下の①～⑥のうちから一つ選び、番号で答えよ。
22

- a 高分子化合物のもととなる比較的小さな分子からなる化合物を単量体という。
- b 鎖状構造だけでなく、立体網目状構造や枝分かれ構造の高分子化合物もある。
- c ゴムの構造は非結晶構造のみである。
- d 高分子化合物は明確な融点をもたず、加熱していくとある温度で軟らかくなって変形するものが多い。
- e 高分子化合物は一般的に溶媒に溶けやすい。

① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5 ⑥ 0

問 2 次の文章の空欄 (ア ～ ウ) に当てはまる用語の組合せとして最も適当なものを下の①～⑧のうちから一つ選び、番号で答えよ。 23

多価アルコールと多価 ア が縮合重合して生成した重合体は、分子内に多数のエステル結合をもつので イ とよばれる。イ の代表的な例としてエチレングリコール $C_2H_6O_2$ とテレフタル酸 $C_8H_6O_4$ から生成した ウ の重合体であるポリエチレンテレフタレート (PET) がある。

	ア	イ	ウ
①	アミン	ポリエステル	鎖状
②	アミン	ポリエステル	立体網目状
③	アミン	ポリアミド	鎖状
④	アミン	ポリアミド	立体網目状
⑤	カルボン酸	ポリエステル	鎖状
⑥	カルボン酸	ポリエステル	立体網目状
⑦	カルボン酸	ポリアミド	鎖状
⑧	カルボン酸	ポリアミド	立体網目状

問3 1分子の中に199個のエステル結合を含むPETの分子量はいくつになるか。最も
適当な数値を下の①～⑥のうちから一つ選び、番号で答えよ。 24

① 1.9×10^4

② 2.3×10^4

③ 2.7×10^4

④ 3.9×10^4

⑤ 4.2×10^4

⑥ 4.5×10^4