

※一般は物理・化学・生物から2科目選択
 学士は化学・生物必須
 ※試験時間100分で2科目を受験する

試験時間 100分

物理 1~12 ページ

化学 13~21 ページ

生物 22~35 ページ

- 注意事項**
- 出願の際に選択した2科目について解答すること。
 - 解答用紙(マークカード)は各科目につき1枚である。
 - 選択しない科目の解答用紙(マークカード)にも受験番号と氏名を記入し、全面に大きく×印をつけて、机の右端に置くこと。試験中に回収します。
 - 解答用紙(マークカード)に、氏名・フリガナ・受験番号の記入および受験番号のマークを忘れないこと。
 - マークはHBの鉛筆で、はっきりとマークすること。
 - マークを消す場合、消しゴムで完全に消し、消しくずを残さないこと。
 - 解答用紙(マークカード)は折り曲げたり、メモやチェックなどで汚したりしないように注意すること。
 - 各問題の選択肢のうち質問に適した答を1つだけ選びマークすること。1問に2つ以上解答した場合は誤りとする。
 - 問題用紙は解答用紙(マークカード)とともに机上に置いて退出すること。持ち帰ってはいけない。

注意事項

必要があれば次の数値を用いよ。
 原子量 H:1.0 C:12.0 O:16.0
 標準状態における気体1molの体積 22.4L

[1] 次の[1]~[8]の間に答えよ。答は各問の①から始まる選択肢の中から選べ。

- [1] 次の記述のうちから、誤っているものを2つ選べ。 1
- ボルタ電池の負極を鉛にかえると、起電力は小さくなる。
 - マンガン乾電池では負極活物質の酸化マンガン(IV)が電子を放出する。
 - 鉛蓄電池を放電すると、電解液の密度は大きくなる。
 - 白金電極を用いて塩化ナトリウム水溶液を電気分解すると、電解液のpHは大きくなる。
 - ナトリウムやアルミニウムは、融解塩電解により陰極に析出する。
- 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
- [2] ブレンステッドとローリーは、「酸とは水素イオンを与える分子またはイオンであり、塩基とは水素イオンを受け取る分子またはイオンである」と定義した。この定義によると、水は酸としてはたらいたり、塩基としてはたらいたりすることがある。次の物質またはイオンのうち、水と反応して、水が酸としてはたらくものはどれか。 2
- 炭酸イオン
 - アンモニウムイオン
 - 塩化水素
 - 塩化カリウム
 - 酢酸

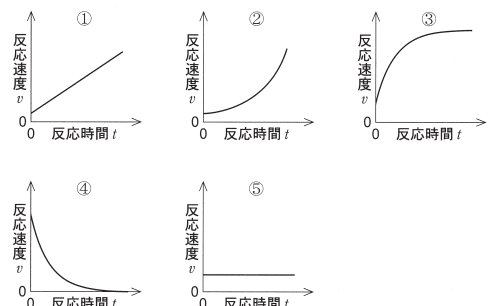
- [3] 黄リン、臭化銀、ナトリウム、濃硝酸およびフッ化水素酸は、いずれも室温での保存に注意が必要な試薬である。この5種類の試薬のうち、(ア)種類は自然発火するので、水中に保存しなければならない。また、(イ)種類は光によって反応するので褐色の容器に保存され、(ウ)種類はガラスびんに保存できない。空欄(ア)~(ウ)に当てはまる数が順に並んでいるものはどれか。 3
- ① 1, 1, 1 ② 1, 1, 2 ③ 1, 2, 1 ④ 1, 2, 2
 ⑤ 2, 1, 1 ⑥ 2, 1, 2 ⑦ 2, 2, 1 ⑧ 2, 2, 2

- [4] 元素に関する次の記述のうちから、正しいものを2つ選べ。 4
- 1族, 2族および12族~18族の元素を遷移元素という。
 - 周期表の同じ族に属する元素を同族元素という。
 - 15族の元素には同素体がない。
 - 17族の元素の単体には常温・常圧で液体のものがある。
 - 18族の元素には放射性元素がない。
- 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

- [5] 次の記述のうち誤っているものはどれか。 5
- 塩化アンモニウムと水酸化カルシウムを混合して加熱すると、アンモニアが発生する。
 - 酸化カルシウムと水の反応は、吸熱反応である。
 - 炭酸水素ナトリウムを強熱すると、炭酸ナトリウムが生じる。
 - 炭酸カルシウムを強熱すると、酸化カルシウムが生じる。
 - 塩化ナトリウムの飽和水溶液にアンモニアと二酸化炭素を通じると、炭酸水素ナトリウムが沈殿する。

- [6] 五酸化二窒素 N_2O_5 が分解して二酸化窒素 NO_2 と酸素 O_2 が生成する反応は、
 $2N_2O_5 \rightarrow 4NO_2 + O_2$
 と表される。この反応の反応速度 v は、反応速度定数 k と五酸化二窒素の濃度 $[N_2O_5]$ を用いて、
 $v = k[N_2O_5]$

と表される。反応時間 t と反応速度 v の関係を正しく表したグラフはどれか。 6



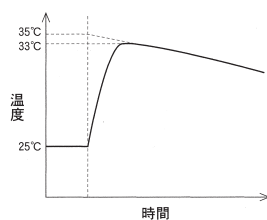
- [7] 次の反応のうちから、分子内脱水反応ではないものを2つ選べ。 7
- エタノールからエチレンが生じる。
 - 酢酸から無水酢酸が生じる。
 - フタル酸から無水フタル酸が生じる。
 - マレイン酸から無水マレイン酸が生じる。
 - 2-プロパノールからアセトンが生じる。
- ① a, b ② a, c ③ a, d ④ a, e ⑤ b, c
⑥ b, d ⑦ b, e ⑧ c, d ⑨ c, e ⑩ d, e

- [8] ベンゼンに関する次の記述のうちから、誤っているものを2つ選べ。 8
- 炭素原子間の結合の長さは、すべて同じである。
 - 空気中で燃やすと多量のすすが出る。
 - 付加反応は起こらない。
 - 水より沸点が低い。
 - 無臭である。
- 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

[II] 次の[1]、[2]の間に答えよ。答は各問の①から始まる選択肢の中から選べ。

[1] 次の(1)、(2)の間に答えよ。

- (1) 水酸化ナトリウム 4.0 g を、ビーカーに入れた 25℃ の水 100 g に加えて溶解させたところ、水溶液の温度は右図のように変化した。この実験から求められる水酸化ナトリウムの溶解熱(kJ/mol)はいくらか。ただし、水酸化ナトリウムの式量を 40、水溶液の比熱を 4.2 J/(g・K) とする。 9

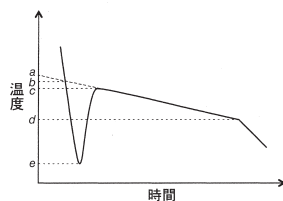


- ① 0.34 ② 0.35 ③ 0.42 ④ 0.44 ⑤ 0.52
⑥ 34 ⑦ 35 ⑧ 42 ⑨ 44 ⑩ 52

- (2) 断熱性の容器中で、0.50 mol/L 水酸化ナトリウム水溶液 100 mL と 0.50 mol/L 塩酸 100 mL を混合したところ、中和熱により温度が T_1 (K) 上昇した。この実験から求められる中和熱(kJ/mol)はいくらか。ただし、混合前の水溶液の密度はいずれも 1.0 g/mL とし、混合後の水溶液の比熱は 4.2 J/(g・K) とする。 10

- ① 0.84 T_1 ② 1.7 T_1 ③ 3.4 T_1 ④ 8.4 T_1 ⑤ 17 T_1 ⑥ 34 T_1

[2] 非電解質である w (g) の化合物 A を水 100 g に溶解した。この水溶液をゆっくり冷却したところ、右図のような冷却曲線が得られ、凝固点降下度は T_2 (K) であった。次の(1)、(2)の間に答えよ。



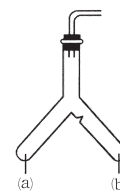
- (1) 凝固点は a~e のうちどれか。 11
- ① a ② b ③ c
④ d ⑤ e

(2) 化合物 A の分子量を表す式はどれか。ただし、水のモル凝固点降下を X (K・kg/mol) とする。 12

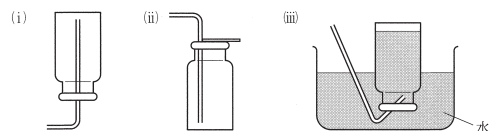
- ① $\frac{wX}{T_2}$ ② $\frac{wX}{10 T_2}$ ③ $\frac{10 wX}{T_2}$
④ $\frac{(100 + w) wX}{1000 T_2}$ ⑤ $\frac{1000 wX}{(100 + w) T_2}$

[III] 次の[1]~[4]の間に答えよ。答は各問の①から始まる選択肢の中から選べ。

右図のように、片方にくびれがあるふたまた試験管は、固体(粉末や金属片)に液体の試薬を加え、気体を発生させる実験で使用される。反応開始後に試験管を傾けて液体の試薬をもとの管に戻し、反応を途中でとめることができる。



- [1] 酸化マンガン(IV)に過酸化水素水を加えて、過酸化水素を分解させる実験では、酸化マンガン(IV)を右図のふたまた試験管の(ア)側に入れる。発生する気体の捕集には下図の(イ)の方法を用いるのが最も適している。空欄(ア)、(イ)に当てはまるものが順に並んでいるものはどれか。 13



- ① (a), (i) ② (a), (ii) ③ (a), (iii) ④ (b), (i) ⑤ (b), (ii) ⑥ (b), (iii)

- [2] 亜鉛に希硫酸を加える実験では、水に溶けにくい気体が発生する。亜鉛 3.270 g をふたまた試験管の片方に入れ、もう一方には希硫酸を入れ、両者を混合して反応させた。ふたまた試験管を傾け、反応をとめて亜鉛を取り出した。亜鉛の質量は 2.289 g になっていた。発生した気体は標準状態で何 mL か。ただし、亜鉛の原子量を 65.4 とする。 14

- ① 112 ② 224 ③ 336 ④ 448 ⑤ 560 ⑥ 672

- [3] 石灰石に塩酸を加える実験では、水に少量溶ける化合物(気体)が発生する。この化合物は(ア)酸化物であり、(イ)分子である。この化合物の固体は分子どうしが(ウ)で結びつき、分子結晶となっている。空欄(ア)~(ウ)に当てはまるものが順に並んでいるものはどれか。 15

- ① 酸性、無極性、ファンデルワールス力 ② 酸性、無極性、水素結合
③ 酸性、極性、ファンデルワールス力 ④ 酸性、極性、水素結合
⑤ 塩基性、無極性、ファンデルワールス力 ⑥ 塩基性、無極性、水素結合
⑦ 塩基性、極性、ファンデルワールス力 ⑧ 塩基性、極性、水素結合
⑨ 両性、無極性、ファンデルワールス力 ⑩ 両性、極性、水素結合

- [4] 銅に濃硝酸を加える実験では、化合物 A (気体)が発生する。発生した化合物 A を密閉容器に入れると、その一部分はさらに反応して、2分子の化合物 A から1分子の化合物 B (気体)が生成し、次式で表される化学平衡が成り立つ。

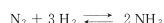


圧力を一定に保ちながら温度を上げると、平衡は(ア)方向に移動するので、右向き反応(2A → B)は発熱反応と分かる。温度を一定に保ちながら圧力を上げると、平衡は(イ)。空欄(ア)、(イ)に当てはまるものが順に並んでいるものはどれか。 16

- ① 右、右方向に移動する ② 右、左方向に移動する ③ 右、移動しない
④ 左、右方向に移動する ⑤ 左、左方向に移動する ⑥ 左、移動しない

【Ⅳ】 次の[1]、[2]の間に答えよ。答は各問の①から始まる選択肢の中から選べ。

窒素 N_2 と水素 H_2 からアンモニア NH_3 が生成する反応は可逆反応であり、次式で表される。



アンモニアの合成は、工業的にはこの反応により高温・高圧で行われる。ただし、各問においてそれぞれの気体は理想気体としてふるまうものとする。

[1] 次の文章を読み、(1)、(2)の間に答えよ。

密閉容器に窒素と水素を入れて反応させ、一定温度に保つと平衡状態に達する。容器内の窒素、水素、アンモニアのモル濃度をそれぞれ $[N_2]$ 、 $[H_2]$ 、 $[NH_3]$ と表すと、平衡状態では次の関係が成り立つ。

$$\frac{[NH_3]^2}{[N_2][H_2]^3} = K_c \quad (K_c \text{ は濃度平衡定数})$$

また、容器内のそれぞれの分圧を p_{N_2} 、 p_{H_2} 、 p_{NH_3} とすると、平衡状態では次の関係が成り立つ。

$$\frac{p_{NH_3}^2}{p_{N_2} \cdot p_{H_2}^3} = K_p \quad (K_p \text{ は圧平衡定数})$$

(1) 圧平衡定数 K_p を絶対温度 T 、気体定数 R 、濃度平衡定数 K_c を用いて表した式はどれか。 17

- ① $K_c RT$ ② $K_c (RT)^2$ ③ $K_c (RT)^3$
④ $K_c (RT)^{-1}$ ⑤ $K_c (RT)^{-2}$ ⑥ $K_c (RT)^{-3}$

(2) 容積・温度を一定に保ちながらヘリウムを加えた。次の記述のうち正しいものはどれか。 18

- ① 圧平衡定数の値は変わらず、アンモニアの物質量は変わらない。
② 圧平衡定数の値は変わらず、アンモニアの物質量は増える。
③ 圧平衡定数の値は変わらず、アンモニアの物質量は減る。
④ 圧平衡定数の値は大きくなり、アンモニアの物質量は変わらない。
⑤ 圧平衡定数の値は大きくなり、アンモニアの物質量は増える。
⑥ 圧平衡定数の値は小さくなり、アンモニアの物質量は変わらない。
⑦ 圧平衡定数の値は小さくなり、アンモニアの物質量は減る。

[2] 容積一定の密閉容器に、窒素と水素を物質量の比 1 : 3 で入れて反応させた。次の(1)、(2)の間に答えよ。

(1) 生成したアンモニアのモル分率を x としたとき、窒素のモル分率を表す式はどれか。

19

- ① \sqrt{x} ② $\frac{x}{4}$ ③ $\frac{x}{2}$ ④ $\frac{1-x}{4}$ ⑤ $\frac{1-x}{2}$

(2) 容器内の全圧は反応前に 9.0×10^7 Pa であったが、反応により 5.0×10^7 Pa に変化した。このとき、アンモニアのモル分率はいくらになるか。ただし、反応の前後で温度は変わらないものとする。 20

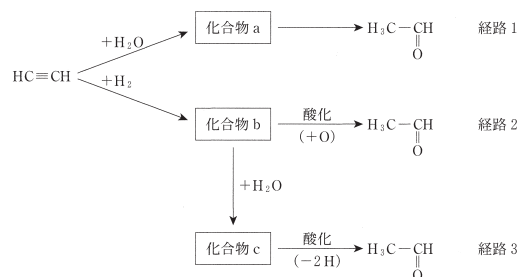
- ① 0.40 ② 0.44 ③ 0.67 ④ 0.73 ⑤ 0.80

【Ⅴ】 次の[1]～[4]の間に答えよ。答は各問の①から始まる選択肢の中から選べ。

[1] 分子式 C_6H_{10} で表される化合物の構造異性体のうち、アルキンは(ア)種類ある。このアルキンすべてに水素を2分子付加すると、分子式 C_6H_{14} のアルカンの構造異性体が(イ)種類得られる。空欄(ア)、(イ)に当てはまる数が順に並んでいるものはどれか。 21

- ① 5, 4 ② 5, 5 ③ 6, 3 ④ 6, 4 ⑤ 6, 5
⑥ 6, 6 ⑦ 7, 4 ⑧ 7, 5 ⑨ 7, 6 ⑩ 7, 7

[2] アセチレンを出発分子として、次の3通りの反応経路でアセトアルデヒドを合成する。



経路1 アセチレンに触媒を用いて水を付加させると、化合物 a が生成する。化合物 a は不安定であり、すぐにアセトアルデヒドに変化する。

経路2 アセチレンに触媒を用いて水素を付加させると、気体の化合物 b が生成する。これを触媒を用いて酸化すると、アセトアルデヒドが生成する。

経路3 アセチレンに水素を付加させて生じる化合物 b に、触媒を用いて水を付加させると、液体の化合物 c が生成する。これを酸化剤を用いて酸化すると、アセトアルデヒドが生成する。

化合物 a, b, c のうち、二重結合を含むものをすべて選べ。 22

- ① a, b, c ② a, b ③ a, c ④ b, c
⑤ a ⑥ b ⑦ c

[3] 下記の熱化学方程式が示すように、エチレンが燃焼すると気体の二酸化炭素と気体の水が生じ、 Q [kJ] の熱が発生する。この反応は反応物も生成物も気体であるので、各原子間の結合エネルギーから反応熱を求めることができる。表中の各原子間の結合エネルギーの値を用いて、エチレンの燃焼の反応熱 [kJ/mol] を計算せよ。 23



結合	C=C	C-H	O=O	C=O	O-H
結合エネルギー [kJ/mol]	720	375	500	800	460

- ① 75 ② 300 ③ 600 ④ 1200
⑤ 1320 ⑥ 2100 ⑦ 2820 ⑧ 4320

[4] ステアリン酸 $C_{17}H_{33}COOH$ (分子量 284) とリノール酸 $C_{17}H_{31}COOH$ (分子量 280) を構成成分とする分子量 882 の油脂がある。この油脂のすべての C=C 結合にヨウ素 I_2 を付加させるには、この油脂 1 mol あたり何 mol のヨウ素が必要か。ただし、グリセリンの分子量を 92 とする。 24

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