

# 問題訂正

1. 科目等名                     化学（前期日程）                    

2. 訂正箇所及び訂正内容

13ページ 第II問 問題7 選択肢4

**[誤]** …Cが生成する平均の速度よりも小さい。

**[正]** …Cが生成する平均の速度よりも小さい。ただし、Cが生成する平均の速度は反応開始後、10分から20分までの間の平均の速度である。

## 第 I 問 (50 点満点)

問題 1，問題 2 と問題 3 については，1 つまたは 2 つの正解がある。答案用紙の所定の枠の中に，正解の番号を記入せよ。問題 4 については，指示にしたがって所定の枠の中に適切な数値を記せ。問題 5 については，所定の枠の中に，0 から 9 までの適当な数字を 1 枠に 1 つ記入せよ。

1 つぎの記述のうち，正しいものはどれか。

1. 金や白金は塩酸には溶けないが，硝酸や熱濃硫酸にはよく溶ける。
2. ニクロム酸カリウムは，硫酸酸性溶液中で酸化剤と還元剤のどちらとしてもはたらく。
3. 硫酸鉄(II)水溶液および塩化鉄(III)水溶液に水酸化ナトリウム水溶液を加えると，それぞれ緑白色と赤褐色の水酸化鉄が沈殿する。
4. 銅は銀よりも熱伝導性と電気伝導性がどちらも大きい。
5. 硫酸酸性溶液中で過マンガン酸カリウムを用いて過酸化水素から酸素を発生させるとき，過マンガン酸カリウムは触媒としてはたらく。
6. 蛍光灯の光を当てると，塩化銀の固体は銀の微粒子を遊離するため黒くなる。

2 つぎの記述のうち，誤っているものはどれか。

1. 電気分解では，陰極で還元反応，陽極で酸化反応が起こる。
2. ナトリウムの単体は，融解した塩化ナトリウムを電気分解して得ることができる。
3. ダニエル電池を放電させると，正極の質量は増加する。
4. マンガン乾電池の負極には，亜鉛が用いられる。
5. 両極に銀を用いて硝酸銀水溶液の電気分解を行うと，陽極では酸素が発生する。
6. 電気分解において，電極で反応する物質の物質量は，流れた電気量に比例する。

3 金属元素 A~D に関するつぎの記述ア~キを読み、下の問に答えよ。

- ア. A~D は第 4 周期~第 6 周期に属し、3 族~11 族には属さない。
- イ. A は同族元素の中で原子量をもっとも小さく、A の同族元素には単体が常温、常圧で液体のものがある。
- ウ. B は A と同じ周期に属する。
- エ. C と D は同族元素であり、A と異なる周期に属する。
- オ. 第 6 周期までの B の同族元素は、すべて金属元素である。
- カ. 第 6 周期までの C と D の同族元素のうち、非金属元素は 2 つである。
- キ. イオン化傾向の大きさを比べると、C が D より小さい。

問 つぎの記述のうち、誤っているものはどれか。

1. A は亜鉛であり、B はカリウムである。
2. A~D のうち、両性元素は 3 つである。
3. A~D のうち、酸化数 + 2 と + 4 の化合物のどちらもつくり出すことができるのは 2 つである。
4. A と酸素が 1 : 1 の数の比である酸化物は、冷水にほとんど溶けない。
5. C と酸素が 1 : 1 の数の比である酸化物は、白色である。
6. イオン化傾向の大きさを比べると、アルミニウムは B と D の間にある。

4 濃度不明のプロピオン酸 ( $C_2H_5COOH$ ) 水溶液 10.00 mL をとり、0.100 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液を用いて 25 °C で滴定した。水酸化ナトリウム水溶液を 17.50 mL 滴下した時、pH の値は 5.50 になり、さらに 2.30 mL 滴下したところで中和点に達した。プロピオン酸の 25 °C での電離定数  $K_a$  はいくらか。解答は有効数字 2 桁で、下の形式により示せ。ただし、 $\sqrt{10} = 3.16$  とする。

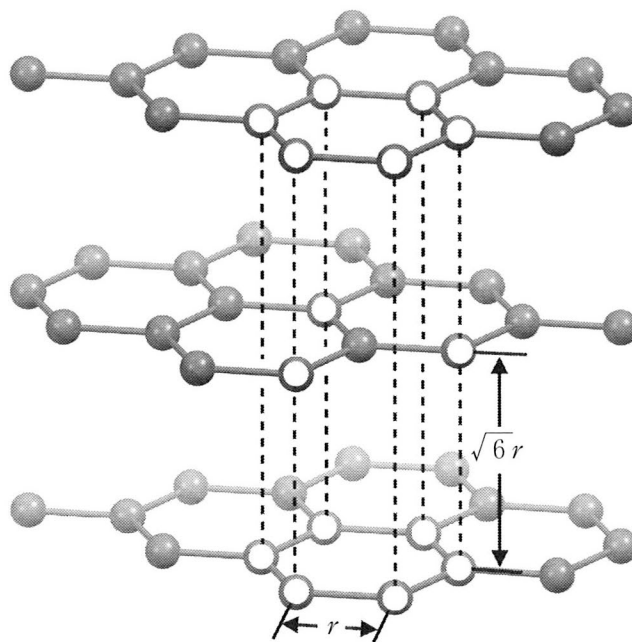
$$K_a = \boxed{\phantom{0000000000}} \text{ mol/L}$$

5 図は黒鉛の結晶構造の一部である。原子は隣接する3個の原子と共有結合しており、正六角形を単位とする平面層状構造を形成している。この層状構造どうしは分子間力により積み重なっている。図中の白抜きの原子は破線で結ばれた原子と上下に重なる。つぎの問に答えよ。ただし、結合距離を  $r$ 、各層間の距離を  $\sqrt{6}r$  とし、原子は半径  $\frac{r}{2}$  の球とみなす。また、 $\pi = 3.14$ 、 $\sqrt{2} = 1.41$ 、 $\sqrt{3} = 1.73$  とする。

問 i 結晶中のある原子から、原子の中心間の距離が  $r$  以上  $2r$  以下にある原子の数はいくつか。

問 ii 結晶の体積に対して原子が占める体積の割合を充填率という。この黒鉛結晶の充填率はいくらか。解答は小数点以下第1位を四捨五入して、下の形式により示せ。

--	--

%


## 第Ⅱ問 (50点満点)

問題6, 問題7と問題9については, 1つまたは2つの正解がある。答案用紙の所定の枠の中に, 正解の番号を記入せよ。問題8については, 所定の枠の中に, 0から9までの適当な数字を1枠に1つ記入せよ。問題10については, 指示にしたがって所定の枠の中に適切な数値または式を記せ。

6 つぎの記述のうち, 正しいものはどれか。

1. 理想気体の体積は, 圧力を一定にして, 温度を  $50^{\circ}\text{C}$  から  $100^{\circ}\text{C}$  に変化させると2倍になる。
2. 理想気体の体積は, 温度が一定のとき, 圧力に比例する。
3. 実在気体のふるまいは, 標準状態と比べて十分に高温かつ低圧になると理想気体に近づく。
4. 実在気体の体積は, 圧力, 温度, 物質量が同じ理想気体の体積より常に小さい。
5. 水に対する気体のアンモニアの溶解度は, アンモニアの圧力に比例する。
6. 水に対する気体のアンモニアの溶解度は, 温度が高くなると増加する。

7 つぎの記述を読み、下の問に答えよ。

ある気体 A は  $A \rightarrow 2B + C$  のように不可逆的に分解し、気体 B および気体 C を生成する。この反応を温度と体積が一定の条件下で行い、A の濃度を 10 分ごとに測定したところ、A の平均の分解速度  $v$  [mol/(L・min)] は、A の平均の濃度  $a$  [mol/L] と速度定数  $k$  [/min] を用いて  $v = ka$  で表すことができた。このとき反応開始から 10 分後の気体の全圧は、反応開始時の A の圧力  $P_0$  [Pa] の 1.8 倍であった。ただし、反応開始時に B と C は存在せず、A の初期濃度は  $a_0$  [mol/L] であった。また、すべての気体は理想気体としてふるまうものとする。

問 つぎの記述のうち、誤っているものはどれか。

1. 反応開始から 10 分後の A の濃度は、 $a_0$  の 0.60 倍である。
2. 反応開始から 20 分後の全圧は、 $P_0$  の 2.2 倍より小さい。
3. 反応開始から 20 分後の A の濃度は、C の濃度よりも小さい。
4. 反応開始後、10 分から 20 分までの間における A の平均の分解速度は、C が生成する平均の速度よりも小さい。
5. A の濃度が初期濃度の半分になるまでに要する時間は、A の初期濃度を変えても変わらない。



8 つぎの式はプロパンからプロペンおよび水素を生成する反応を表したものであり、この反応は可逆反応である。この反応に関する実験1・2の記述を読み、下の問に答えよ。ただし、気体定数は  $8.31 \times 10^3 \text{ Pa}\cdot\text{L}/(\text{mol}\cdot\text{K})$  とし、すべての気体は理想気体としてふるまうものとする。



実験1 容積を自由に変えることができる空の容器にプロパン 0.400 mol を入れ、800 K、 $1.00 \times 10^5 \text{ Pa}$  に保ったところ、平衡状態に達し、気体の体積は 40.0 L となった。

実験2 容積が 40.0 L の空の容器にプロパンを入れ、800 K に保ったところ、平衡状態に達し、0.100 mol のプロペンが生成した。

問 i 実験1の平衡状態において、生成した水素の物質量はいくらか。解答は小数点以下第3位を四捨五入して、下の形式により示せ。

0. 

--	--

 mol

問 ii 実験2で最初に容器に入れたプロパンの物質量はいくらか。解答は小数点以下第3位を四捨五入して、下の形式により示せ。

0. 

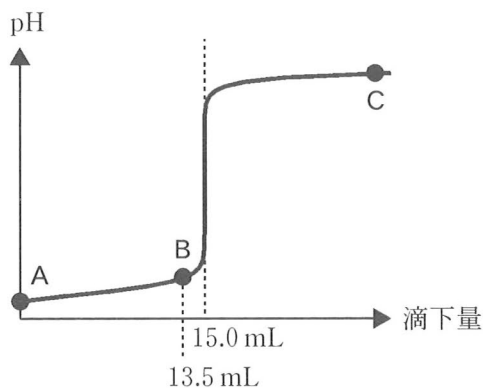
--	--

 mol

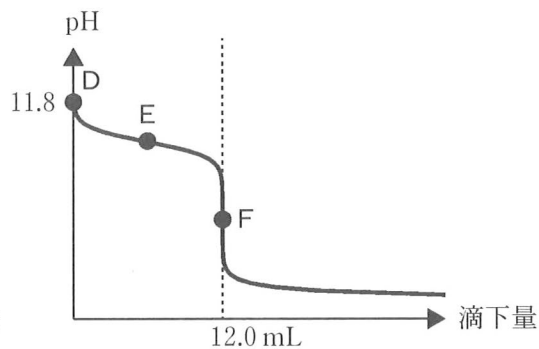
9 中和滴定の実験 1 および実験 2 を 25 °C で行い、それぞれ図のような滴定曲線を得た。下の間に答えよ。ただし、強酸および強塩基の水溶液中での電離度は 1 とする。

実験 1 純水に気体の塩化水素を吹き込んで得られた水溶液①を 10.0 mL はかり取り、1.00 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液を滴下しながら pH を測定した。

実験 2 純水に気体のアンモニアを吹き込んで得られた水溶液②を 10.0 mL はかり取り、水溶液①を滴下しながら pH を測定した。



実験 1



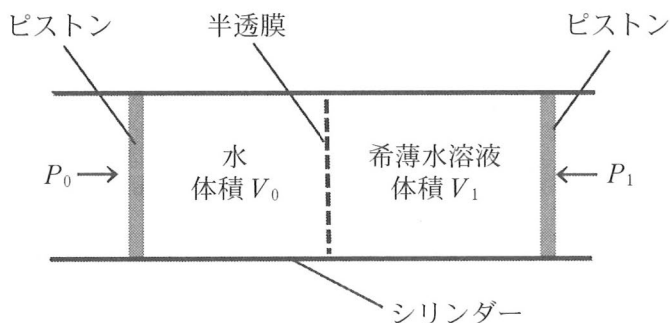
実験 2

問 つぎの記述のうち、正しいものはどれか。

1. A 点の溶液の pH の値は 0.5 より大きい。
2. B 点の溶液の pH の値は 1 より大きい。
3. C 点の溶液から滴下量を増やしていくと、pH の値は 14 より大きくなる。
4. D 点の溶液におけるアンモニアの電離度は 0.01 より大きい。
5. E 点の溶液は緩衝作用を示す。
6. F 点の溶液の pH の値は温度を変えても変化しない。

10 図のようなシリンダー中で、浸透圧の実験を温度  $T$  [K] の下で行った。半透膜を通過しない非電解質の溶質を含んだ希薄水溶液が、半透膜をはさんで水と正対している。希薄水溶液に圧力  $P_1$  [Pa]、水に圧力  $P_0$  [Pa] をピストン越しに加え、それぞれの体積が図のように  $V_1$  [L] と  $V_0$  [L] になって平衡状態に達したところで、希薄水溶液をシリンダーから外に取り出した。この取り出した希薄水溶液の沸点上昇度  $\Delta T$  [K] を求めよ。

ただし、水のモル沸点上昇を  $K_b$  [K·kg/mol]、気体定数を  $R$  [Pa·L/(mol·K)] とし、解答は  $P_0$ ,  $P_1$ ,  $V_0$ ,  $V_1$ ,  $T$ ,  $K_b$ ,  $R$  のうち必要な記号を用いて示せ。また、水 1 L あたりの質量は 1 kg であり、圧力変化および溶質の溶解による水の体積変化は無視できるものとする。



### 第Ⅲ問 (50 点満点)

問題 11, 問題 12 と問題 14 については, 1 つまたは 2 つの正解がある。答案用紙の所定の枠の中に, 正解の番号を記入せよ。問題 13 については, 所定の枠の中に, 0 から 9 までの適当な数字を 1 枠に 1 つ記入せよ。問題 15 については, 指示にしたがって所定の枠の中に適切な構造を記せ。

11 化合物 A~D に関するつぎの記述ア~カを読み, 下の問に答えよ。

- ア. A~D は, いずれも分子式  $C_6H_{12}$  のアルケンである。
- イ. A は不斉炭素原子をもつ。
- ウ. B と C では, 二重結合をつくる一方の炭素原子には水素原子が 1 個結合し, 他方の炭素原子には水素原子が結合していない。
- エ. D では, 二重結合をつくる炭素原子には水素原子が結合していない。
- オ. A と B に触媒の存在下でそれぞれ水素を付加させると, 同じアルカンになる。
- カ. C に触媒の存在下で水素を付加させると, オで得られたアルカンと異なるアルカンになる。

問 つぎの記述のうち, 誤っているものはどれか。

1. A に触媒の存在下で水素を付加させると, 不斉炭素原子をもたないアルカンになる。
2. A には幾何異性体が存在しない。
3. B には幾何異性体が存在する。
4. C には幾何異性体が存在する。
5. B に塩素を付加させると, 不斉炭素原子をもつ化合物になる。
6. D に塩素を付加させると, 不斉炭素原子をもつ化合物になる。
7. A~D の中に, 触媒の存在下で水素を付加させてもヘキサン ( $CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2CH_3$ ) になるものはない。

12 芳香族化合物 A~F に関するつぎの記述ア~カを読み、下の問に答えよ。

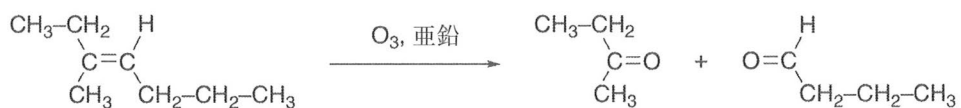
- ア. ニトロベンゼンにスズと濃塩酸を加えて加熱し、その後中和すると A が得られる。
- イ. A を希塩酸に溶かし、0 ~ 5 °C で亜硝酸ナトリウム水溶液を加えた後、その水溶液を熱すると B が得られる。
- ウ. B と水酸化ナトリウムを反応させると C が得られる。
- エ. C を高温・高圧下で二酸化炭素と反応させた後、中和し、得られた生成物にメタノールと少量の濃硫酸を加えて加熱すると D が得られる。
- オ. A と無水酢酸を反応させると E が得られる。
- カ. A を希塩酸に溶かし、0 ~ 5 °C で亜硝酸ナトリウム水溶液を加えた後、C を加えると F が得られる。

問 つぎの記述のうち、誤っているものはどれか。

1. A~F のうち、水に溶けるとアルカリ性を示すものは 2 つである。
2. A~F のうち、炭酸よりも強い酸は 3 つである。
3. A~F のうち、ベンゼン環に直接結合した水素原子 1 つを塩素原子に置換したときに、生じる化合物が 4 種類であるものは 2 つである。
4. A~F のうち、硫酸酸性の二クロム酸カリウム水溶液を加えると黒色物質を生じるものがある。
5. D の融点は E の融点より低い。
6. F は橙色~赤橙色である。

13 化合物 A は炭素原子の数が 33 の炭化水素であり、三重結合もベンゼン環も持たない。75.0 g の A にオゾン  $O_3$  を反応させた後に亜鉛で還元したところ、複数の化合物からなる混合物が得られた。それらの化合物はすべて分子式  $C_nH_{2n-2}O_2$  で表されるカルボニル化合物であり、それらの質量を合計すると 107.0 g であった。1 分子の A に含まれる水素原子の数はいくらか。

ただし、炭素-炭素二重結合をもつ化合物にオゾン  $O_3$  を反応させた後に亜鉛で還元すると、つぎの反応式のように炭素-炭素二重結合の切断が起こり、カルボニル化合物が生成する。また、各元素の原子量は、 $H = 1$ 、 $C = 12$ 、 $O = 16$  とする。



14 つぎの高分子化合物 A~E に関する記述を読み、下の問に答えよ。

A と B は、それぞれ分子式  $(C_6H_{10}O_5)_n$  で表される天然高分子化合物である。A は水に不溶であり、分子間水素結合により繊維を形成する。B は熱水に可溶であり、また、B にヨウ素ヨウ化カリウム水溶液を加えると濃青色を示す。C は、A を無水酢酸と酢酸および少量の濃硫酸の混合物と十分に反応させることにより得られる。D は、A を濃硫酸と濃硝酸の混合物と十分に反応させることにより得られる。E は樹液から得られる天然高分子化合物であり、そのくり返し構造中に含まれる二重結合は主にシス形である。

問 つぎの記述のうち、正しいものはどれか。

1. A と B をそれぞれ適当な酵素で加水分解すると、同じ二糖が得られる。
2. B の水溶液は銀鏡反応を示す。
3. C と D は再生繊維に分類される。
4. 同じ質量の A から生成した C と D の質量を比較すると、D の質量のほうが大きい。
5. E に数%の硫黄を加えて加熱すると、三次元網目構造を形成し弾性が低下する。
6. 空気を遮断して E を加熱分解すると、クロロプレンが得られる。

15 有機化合物 A~D に関するつぎの記述ア~オを読み、下の問に答えよ。ただし、各元素の原子量は、H = 1, C = 12, N = 14, O = 16 とする。

ア. A は環状構造をもたない分子量 250 以下の化合物である。また、不斉炭素原子を 1 つもち、エステル結合をもつ。

イ. 43.4 mg の A を完全に燃焼させたところ、二酸化炭素 88.0 mg, 水 34.2 mg, および窒素酸化物のみが生成した。窒素酸化物をすべて単体の窒素まで還元したところ、2.80 mg の窒素が生成した。

ウ. A にニンヒドリン溶液を加えて加熱したところ、青~赤紫色を呈した。

エ. 1 mol の A を加水分解したところ、1 mol のアミノ酸 B と 2 mol のアルコール C が生成した。

オ. アルコール C を酸化したところ、D が生成した。D は酢酸カルシウムの熱分解(乾留)により得られる化合物と同じものであった。

問 A の構造式を例にならって示せ。ただし、光学異性体は考慮しなくてよい。

(例)

