

理 科

理科は **物理** **化学** **生物** のうち 2 科目を選択受験のこと。

物理 …… 1 頁 **化学** ……18 頁 **生物** ……28 頁

問題 **I** はマークシート方式, **II** は記述式である。

I の解答はマークシートに, **II** の解答は解答用紙に記入すること。

〔注 意 事 項〕

1. 監督者の指示があるまでは, この問題冊子を開かないこと。
2. マークシートは, コンピュータで処理するので, 折り曲げたり汚したりしないこと。
3. マークシートに, 氏名・受験番号を記入し, 科目選択・受験番号をマークする。マークがない場合や誤って記入した場合の答案は無効となる。

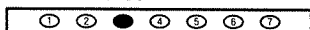
受験番号のマーク例(13015の場合)

受 験 番 号				
1	3	0	1	5
万位	千位	百位	十位	一位
○	○	●	○	○
●	①	①	●	①
②	②	②	②	②
③	●	③	③	③
④	④	④	④	④
⑤	⑤	⑤	⑤	●
⑥	⑥	⑥	⑥	⑥
⑦	⑦	⑦	⑦	⑦
⑧	⑧	⑧	⑧	⑧
⑨	⑨	⑨	⑨	⑨

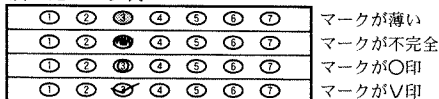
4. マークシートにマークするときは, HB または B の黒鉛筆を用いること。誤ってマークした場合には, 消しゴムで丁寧^{ていねい}に消し, 消し^{ていねい}くずを完全に取り除いたうえで, 新たにマークし直すこと。
5. 下記の例に従い, 正しくマークすること。

(例えば 3 と答えたいとき)

正しいマーク例



誤ったマーク例



マークが薄い
マークが不完全
マークが○印
マークがV印

6. 各科目とも基本的に正解は一つであるが, 科目によっては二つ以上解答を求めている場合があるので設問をよく読み解答すること。
7. 解答は所定の位置に記入すること。

化 学

必要なら次の値を用いなさい。原子量：H = 1.0, He = 4.0, C = 12, N = 14, O = 16, Ne = 20, Na = 23, Mg = 24, Al = 27, S = 32, Cl = 35.5, Ar = 40, Ca = 40, Fe = 56, Cu = 64, Zn = 65, Ag = 108, アボガドロ定数 $N_A = 6.0 \times 10^{23}/\text{mol}$, 気体定数 $R = 8.3 \times 10^3 \text{ Pa}\cdot\text{L}/(\text{K}\cdot\text{mol})$, ファラデー定数 $F = 9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$, $\log_{10} 2 = 0.30$, $\log_{10} 3 = 0.48$, $\log_{10} 5 = 0.70$, $\sqrt{2} = 1.41$, $\sqrt{3} = 1.73$, $\sqrt{5} = 2.24$ 。気体はすべて理想気体として扱うものとする。

I 以下の問題(第1問~第3問)の答えをマークシートにマークしなさい。

第1問 次の各問いに答えなさい。〔解答番号 ~ 〕

問1 次の記述のうち誤りを含むものを①~⑥の中から一つ選びなさい。

- ① 電子親和力の小さい原子ほど陰イオンになりやすい。
- ② 原子が電子1個を受け取って1価の陰イオンになるときに放出されるエネルギーを電子親和力という。
- ③ (第1)イオン化エネルギーの小さい原子ほど陽イオンになりやすい。
- ④ 原子から1個の電子を取りさり、1価の陽イオンにするために必要な最小のエネルギーを(第1)イオン化エネルギーという。
- ⑤ 原子がイオンになるときに放出したり受けとったりする電子の数をイオンの価数という。
- ⑥ 原子が陽イオンになると大きさは小さくなる。

問2 二つとも共有結合結晶に分類される組み合わせを①~⑥の中から一つ選びなさい。

- ① ダイヤモンド, 二酸化ケイ素
- ② ドライアイス, ヨウ化カリウム
- ③ 塩化カリウム, ダイヤモンド
- ④ ヨウ化カリウム, 二酸化ケイ素
- ⑤ 炭酸カルシウム, ドライアイス
- ⑥ ナフタレン, ダイヤモンド

問 3 一酸化炭素の製法として最も適切な方法を①～⑥の中から一つ選びなさい。 3

- ① 塩化アンモニウムに水酸化カルシウムを加えて加熱する。
- ② 銅に濃硫酸を加えて加熱する。
- ③ 炭酸カルシウムに希塩酸を加える。
- ④ 塩化ナトリウムに濃硫酸を加えて加熱する。
- ⑤ 銅に希硝酸を加える。
- ⑥ ギ酸に濃硫酸を加えて加熱する。

問 4 次の記述のうち誤りを含まないものを①～⑥の中から一つ選びなさい。 4

- ① 硫化亜鉛は黒色である。
- ② アルミニウムと鉛はともに両性元素であり、それらの単体は希硫酸にも水酸化ナトリウム水溶液にも容易に溶解する。
- ③ 黄リンは、空气中で自然発火して吸湿性のある十酸化四リン(P_4O_{10})を生じる。
- ④ 二酸化ケイ素はガラスの主成分であり、水酸化ナトリウム水溶液とは反応しない。
- ⑤ フッ化水素酸は、一般にガラス製の容器に保存する。
- ⑥ アルミニウムはイオン化傾向が大きいので空气中で容易に内部まで酸化される。

問 5 メタンハイドレートに関する次の問い(a)～(c)に答えなさい。

メタンハイドレートは、天然ガスのメタン分子が低温・高圧の一定条件下で水分子の作るかご状構造の中に取り込まれたもので、外見は氷やドライアイスに似た固体であり、高濃度にメタンを蓄える性質から「燃える氷」とも呼ばれている。メタンハイドレート($8CH_4 \cdot 46H_2O$)の密度は 0.91 g/cm^3 とする。また、水の飽和水蒸気圧(27°C)は $3.5 \times 10^3 \text{ Pa}$ とし、液体の体積および液体に対する気体の溶解は無視できるものとする。

(a) メタンハイドレート 1.0 m^3 から得られるメタンガスの体積は標準状態(0°C , $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$)で何 L か。最も近い値を①～⑥の中から一つ選びなさい。 5 L

- ① 1.7×10^5 ② 1.9×10^5 ③ 4.3×10^5
- ④ 1.7×10^6 ⑤ 1.9×10^6 ⑥ 4.3×10^6

(b) メタンハイドレート 1.0 m^3 をある体積の容器に入れ、十分な酸素で満たして完全燃焼させた。燃焼後に容器内に存在するすべての水の物質量は何 mol か。最も近い値を①～⑥の中から一つ選びなさい。 mol

- ① 4.9×10^2 ② 1.5×10^3 ③ 5.9×10^3
④ 1.5×10^4 ⑤ 4.4×10^4 ⑥ 5.9×10^4

(c) メタンハイドレート 1.0 cm^3 を体積 1.0 L の密閉容器に入れ、 0°C 、 1.0 L 、 $5.1 \times 10^4 \text{ Pa}$ の酸素で満たし完全燃焼させた。燃焼後、密閉容器の温度を 27°C に保ち、充分時間を経過させた。次の問い(i)～(iii)に答えなさい。

(i) 燃焼後の容器内に存在する酸素の物質量は何 mol か。最も近い値を①～⑥の中から一つ選びなさい。 mol

- ① 1.9×10^{-3} ② 2.3×10^{-3} ③ 7.3×10^{-3}
④ 7.6×10^{-3} ⑤ 1.9×10^{-2} ⑥ 2.3×10^{-2}

(ii) 燃焼後の容器内の水の蒸気圧は何 Pa か。最も近い値を①～⑥の中から一つ選びなさい。 Pa

- ① 1.9×10^3 ② 3.5×10^3 ③ 1.5×10^4
④ 1.9×10^4 ⑤ 3.5×10^4 ⑥ 1.5×10^5

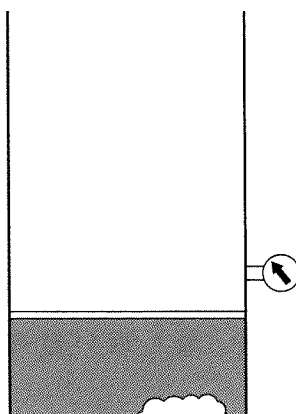
(iii) 燃焼後の容器内の全圧は何 Pa か。最も近い値を①～⑥の中から一つ選びなさい。

Pa

- ① 3.7×10^4 ② 4.1×10^4 ③ 5.2×10^4
④ 5.6×10^4 ⑤ 7.2×10^4 ⑥ 1.8×10^5

第2問 次の各問いに答えなさい。〔解答番号 ~ 〕

炭酸水素ナトリウムは加熱により[A]と[B]と[C]に分解されることが知られており、水溶液中でも加熱によって徐々に分解されていく。[A]，[B]，[C]のうち[A]は最も分子量が大きく、[C]は空気より密度の大きい気体で水に溶解しないとする。X[g]の水に炭酸水素ナトリウムY[g]を加えて温度を371 K(7×53 K)に保ち、密閉状態で十分に溶解させ水溶液を作製したところ溶け残りが生じ、この時、蓋は水溶液に密着していたとする(状態【i】)。密閉している蓋は可動で、その重さは無視できるとし、実験中は容器内の温度を常に371 Kに保っている。371 Kにおける炭酸水素ナトリウムと[A]の溶解度[g/水 100 g]はそれぞれ25.0、50.0とし、この値は変化しない。水溶液の密度は1.00 g/cm³とし、炭酸の第2電離や溶液中で起こりうる加水分解および蒸気圧降下は無視することとする。また371 Kにおける水の飽和蒸気圧は96778 Pa(53×83×22 Pa)、大気圧は101177 Pa(53×83×23 Pa)であるとする。

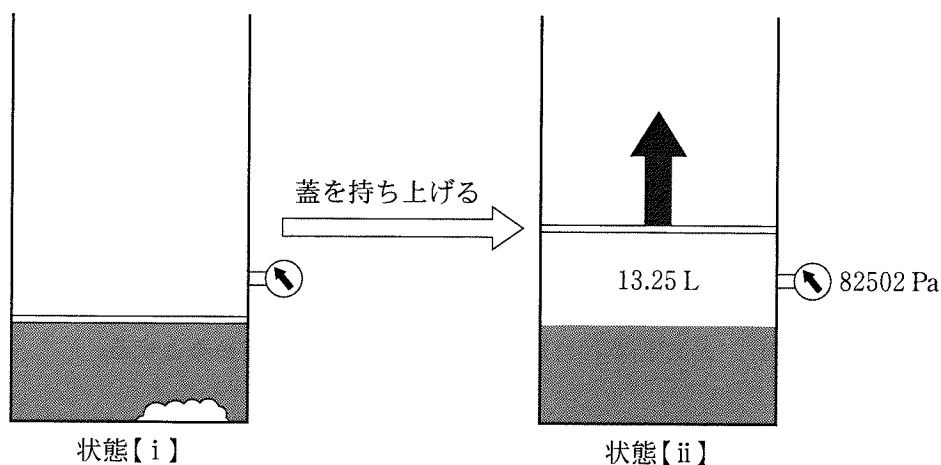


状態【i】

問1 作製した水溶液の炭酸水素ナトリウムのモル濃度は何 mol/L か。最も近い値を①～⑥の中から一つ選びなさい。 mol/L

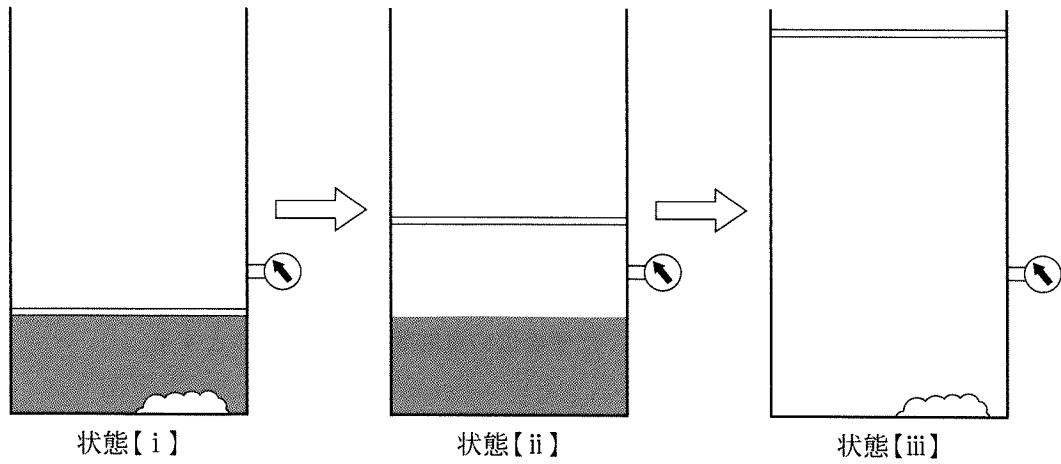
- ① 1.89 ② 2.38 ③ 2.98 ④ 3.15 ⑤ 3.97 ⑥ 5.95

問 2 状態【i】から蓋を持ち上げ、溶け残っていた固体がちょうどすべて消失した瞬間の圧力は 82502 Pa (994×83 Pa), 気体部分の体積は 13.25 L (5.3×2.5 L)であった(状態【ii】)。この時の水溶液中に含まれる水の質量は $\frac{2}{3}X$ [g] であり, 炭酸水素ナトリウムと [A] が飽和の状態であったとする。次の問い(a)~(e)に答えなさい。



- (a) 気体部分に含まれる水(水蒸気)の物質量は何 mol か。最も近い値を①~⑥の中から一つ選びなさい。 mol
- ① 0.11 ② 0.16 ③ 0.21 ④ 0.26 ⑤ 0.31 ⑥ 0.36
- (b) 気体[C]の分圧は何 Pa か。最も近い値を①~⑥の中から一つ選びなさい。
- Pa
- ① 0 ② 5229 ③ 10458 ④ 22078 ⑤ 44156 ⑥ 82502
- (c) 溶液から取り出すことができる [A] は最大何 g か。最も近い値を①~⑥の中から一つ選びなさい。 g
- ① 0.53 ② 1.06 ③ 1.59 ④ 2.12 ⑤ 3.18 ⑥ 4.77
- (d) 初めに用意した水 (X [g]) は何 g か。最も近い値を①~⑥の中から一つ選びなさい。
- g
- ① 3.18 ② 4.77 ③ 6.36 ④ 9.54 ⑤ 14.3 ⑥ 19.1
- (e) 初めに用意した炭酸水素ナトリウム (Y [g]) は何 g か。最も近い値を①~⑥の中から一つ選びなさい。 g
- ① 3.08 ② 4.48 ③ 5.88 ④ 7.28 ⑤ 8.68 ⑥ 9.95

問 3 状態【ii】から蓋に力を加えることなく、さらに時間を充分経過させると、蓋は自然に持ち上がり、あるところで停止した。この時、炭酸水素ナトリウムは完全に分解され、容器内の液体はすべて消失し、白い固体が残っていた(状態【iii】)。次の問い(a), (b)に答えなさい。



(a) 気体部分の体積は何 L か。最も近い値を①～⑥の中から一つ選びなさい。 L

- ① 26.6 ② 27.1 ③ 27.8 ④ 28.4 ⑤ 29.0 ⑥ 30.0

(b) 容器内に残った白い固体は何 g か。最も近い値を①～⑥の中から一つ選びなさい。

g

- ① 2.09 ② 4.18 ③ 6.28 ④ 8.36 ⑤ 10.5 ⑥ 12.5

第3問 次の各問いに答えなさい。〔解答番号 ~ 〕

デンプンは多数の α -グルコース(分子量 180)が脱水縮合した高分子化合物である。中でもアミロペクチンは図に示すように多数の α -グルコースが α -1,4 グリコシド結合の他, α -1,6 グリコシド結合の枝分かれした構造を持つ。

9.72 g のアミロペクチン A をフェーリング液と完全に反応させると 2.88 mg の沈殿が生じた。また同量の A のヒドロキシ基をすべて CH_3O - (メトキシ基)にした後に希硫酸で完全に加水分解すると、分子量の異なる B, C, D が得られ、C は D よりも多くのヒドロキシ基を持っていた。それぞれの収量は B が 12.25 g, C が 0.499 g, D が 0.566 g であった。なお、図中の①に相当する炭素に結合しているメトキシ基以外は加水分解を受けない。ただし、フェーリング液の還元反応は下式のように進行し、化学変化の量的関係が成り立つとする。

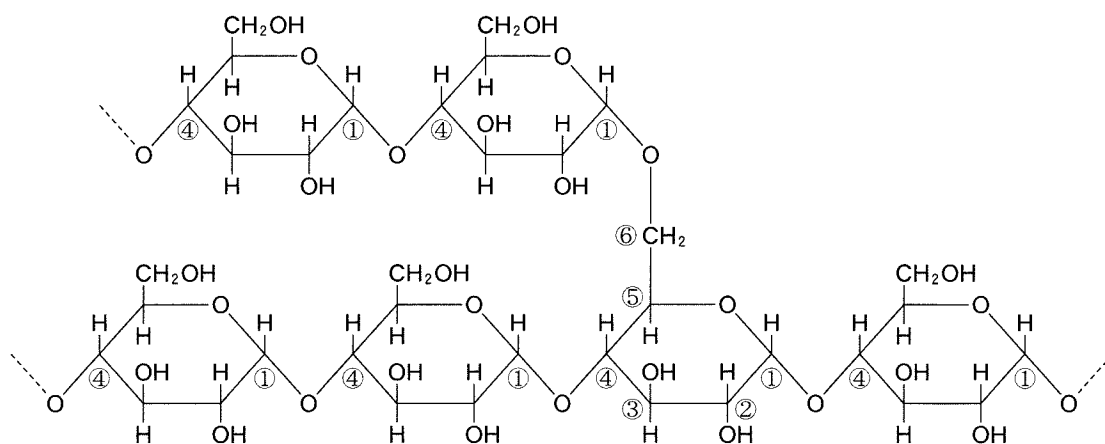
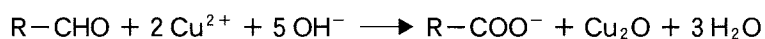


図4

問1 A の平均分子量はいくつか。最も近い値を①~⑥の中から一つ選びなさい。

- ① 2.70×10^5 ② 3.38×10^5 ③ 4.86×10^5
 ④ 5.47×10^5 ⑤ 6.75×10^5 ⑥ 7.52×10^5

問2 A の平均重合度はいくつか。最も近い値を①~⑥の中から一つ選びなさい。

- ① 2.70×10^2 ② 4.17×10^2 ③ 3.00×10^3
 ④ 3.75×10^3 ⑤ 2.70×10^4 ⑥ 4.17×10^4

問 3 C と D に含まれるメトキシ基の数はそれぞれいくつか。正しい組み合わせを①～⑥の中から一つ選びなさい。

	C	D
①	2	4
②	4	2
③	3	1
④	1	3
⑤	2	3
⑥	3	2

問 4 B と C と D の分子数の比はどれか。最も近い値を①～⑥の中から一つ選びなさい。

- ① 20 : 1 : 1 ② 23 : 1 : 1 ③ 25 : 1 : 1
 ④ 30 : 1 : 1 ⑤ 34 : 1 : 1 ⑥ 38 : 1 : 1

問 5 A はグルコース単位で平均何個ごとに枝分かれますか。最も近い値を①～⑥の中から一つ選びなさい。

- ① 15 ② 20 ③ 25 ④ 30 ⑤ 35 ⑥ 40

問 6 1 分子の A に含まれる枝分かれは平均何箇所か。最も近い値を①～⑥の中から一つ選びなさい。

- ① 120 ② 160 ③ 750 ④ 1200 ⑤ 1600 ⑥ 7500

問 7 得られた B, C, D を水に溶解させ全量を 1.00 L にすると、温度 300 K におけるこの溶液の浸透圧は何 Pa か。最も近い値を①～⑥の中から一つ選びなさい。 Pa

- ① 6.54×10^4 ② 7.07×10^4 ③ 1.49×10^5
 ④ 6.54×10^5 ⑤ 7.07×10^5 ⑥ 7.47×10^5

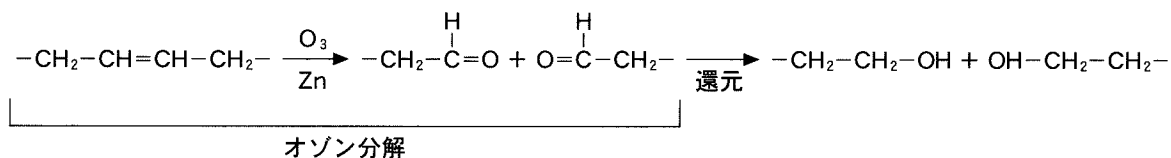
II 次の各問いの答えを解答用紙に記入しなさい。

炭素、水素、酸素のみからなる分子量 964 の油脂 A は二重結合を含み、この構造を決定するために以下の実験をおこなった。ただし、不飽和結合は二重結合のみとする。

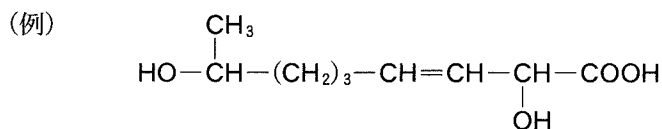
実験 1 : 144.6 mg の A に標準状態(0℃, 1.013×10^5 Pa)の水素 16.8 mL を付加して油脂 B が得られた。97.4 mg の B を水酸化ナトリウム水溶液中で完全に加水分解し、反応液を酸性にした後、有機溶媒で抽出したところ単一の直鎖の飽和脂肪酸 C のみが得られた。

実験 2 : 油脂 A にオゾン分解をおこなったのち、還元したところ、化合物 D, E, F が物質質量比で D : E : F = 3 : 2 : 1 の割合で得られた。D は分子式 $C_6H_{14}O$ の一価アルコールであった。E は分子量が 180 以下の二価アルコールであった。E の元素分析をおこなったところ、質量パーセントで炭素 63.7%, 水素 12.1%, 酸素 24.2% であった。F の加水分解により二種類のヒドロキシ酸 G, H と化合物 I が物質質量比で G : H : I = 2 : 1 : 1 の割合で得られた。

油脂 A のオゾン分解では下式に示されるように、二重結合が切断されアルデヒドとなり、さらに還元するとアルコールを生じる。



次の各問いに答えなさい。構造式は例にならい簡略化して示しなさい。



問 1 1 分子の A に存在する炭素原子間の二重結合はいくつか。

問 2 炭素原子間の二重結合が存在することを色の変化で確認する方法を 40 文字以内で書きなさい。

問 3 得られた C の質量は何 mg か。

問 4 C の構造式を示しなさい。

問 5 A の構成成分である不飽和脂肪酸は何種類か。

問 6 E, G の構造式をそれぞれ示しなさい。

問 7 I の名称と構造式を示しなさい。