

2023 年度

<工 学 部>
理 科 問 題
(物理・化学)

物理：2～11ページ 解答用紙2枚
化学：12～21ページ 解答用紙2枚

注 意 事 項

- 1 問題冊子は、監督者が「解答始め」の指示をするまで開かないこと。
- 2 問題冊子や解答用紙に脱落のあった場合には申し出ること。
- 3 すべての解答用紙の所定欄に、それぞれ受験番号（左右2箇所）、氏名を必ず記入すること。
- 4 解答は、すべて解答用紙の所定欄に記入すること。物理の解答は、その過程も解答用紙の所定欄に記入すること。
- 5 解答以外のことを書いたときは、該当箇所の解答を無効とすることがある。
- 6 解答用紙の裏面は計算等に使用してもよいが、採点はしない。
- 7 解答終了後、配付された解答用紙はすべて提出すること。
- 8 問題冊子の余白は下書きに使用してもよい。
- 9 問題冊子は持ち帰ること。

(余 白)

物 理

第 1 問 (60点)

真空中において、電子の軌道を電場、磁場で操作し、コンデンサーに電子を入射する実験を行った。電子の質量を m [kg]、電荷を $-e$ [C] ($e > 0$) とし、電子に対する重力の影響や電子の加速にともなう電磁波の放出は無視できるものとする。以下の問い (1)~(12) に答えよ。ただし、星印 (★) のある問いについては解答の過程を書かなくてよい。また、円周率は π とする。

図 1 のように x , y 軸を設定し、 z 軸は紙面に垂直で紙面の裏から表向きの方を正にとる。 x 軸方向の幅がそれぞれ l_1 [m], l_2 [m] の領域 I, II を設定する。領域 I には強さ E_1 [N/C] の一様な電場が y 軸の正の向きに、領域 II には磁束密度の大きさ B_2 [T] の一様な磁場が z 軸の正の向きにかけられている。領域 I, II は y 軸, z 軸方向に無限に広がっており、それぞれの領域からの電場や磁場のもれはないものとする。

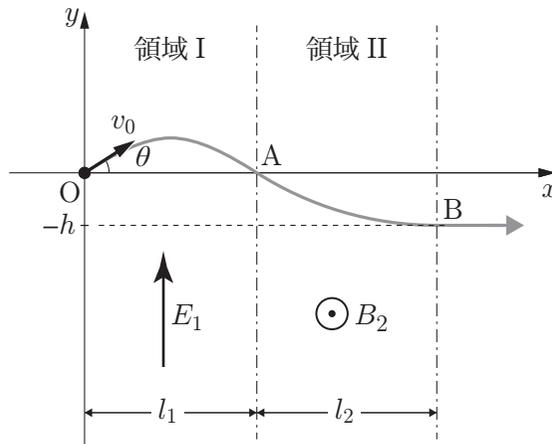


図 1

図1のように、時刻 $t = 0$ [s] に原点 O から1つの電子を xy 平面内で x 軸正の方向となす角 θ [rad] ($0 < \theta < \frac{\pi}{2}$), 速さ v_0 [m/s] で領域 I に向けて打ち出した。この電子は、電場による力を受けて運動しながら点 $A (l_1, 0, 0)$ を通過して領域 II に入り、磁場による力を受けて円軌道の一部を描き、 x 軸から h [m] だけ離れた点 $B (l_1 + l_2, -h, 0)$ を通過した。点 B を通過後の電子の速度は x 軸と平行であった。したがって、この円軌道の中心の x 座標は点 B と同じ $x = l_1 + l_2$ である。

- (1) ★ 電子が点 A に到達する時刻 t_1 [s] を l_1, v_0, θ を用いて表せ。
- (2) ★ 領域 I における電子の加速度の y 成分 a_1 [m/s²] を e, m, E_1 を用いて表せ。
- (3) 電場の強さ E_1 [N/C] を e, l_1, m, v_0, θ を用いて表せ。
- (4) 領域 II における円軌道の中心の y 座標を e, h, m, v_0, B_2 を用いて表せ。
- (5) 磁束密度 B_2 [T] の大きさを e, l_2, m, v_0, θ を用いて表せ。

(次ページに続く)

次に、図2のように、電場、磁場がかけられている領域I, IIに加えて、 $x < 0$ の領域に新たな領域IIIを設定し、領域IIIでは、強さ E_3 [N/C] の一様な電場を x 軸の負の向きに、また磁束密度の大きさ B_3 [T] の一様な磁場を x 軸の正の向きにかけた。領域IIIは領域I, IIと同様に y 軸、 z 軸方向に無限に広がっており、領域IIIからも電場や磁場のもれはないものとする。

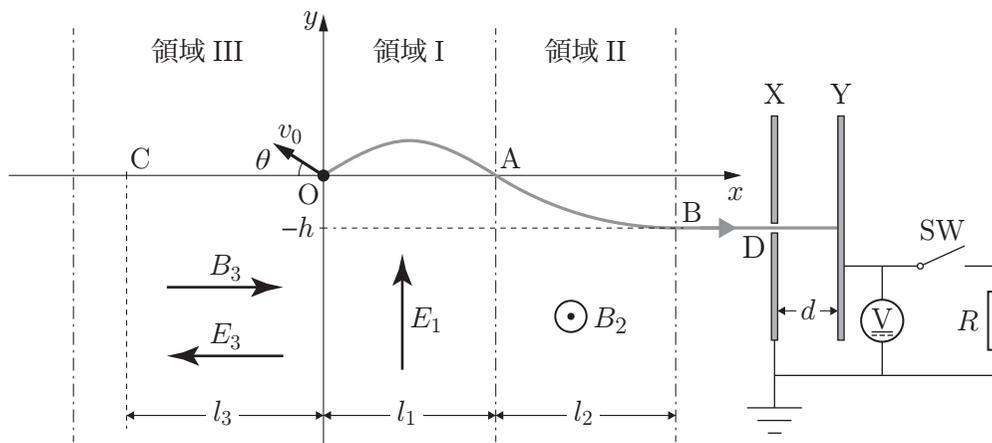


図2

図2のように、時刻 $t = 0$ [s] に原点 O から1つの電子を xy 平面内で x 軸負の方向となす角 θ [rad]、速さ v_0 [m/s] で領域IIIに向けて打ち出した。ただし、 v_0 および θ は図1での設定と同じ値である。さて、領域IIIにおいて電子は電場、および磁場の影響を受けながら運動する。このとき、 x 軸方向から見た電子の運動は等速円運動である。また x 軸方向の電子の運動は等加速度運動であり、電子は領域III内の x 軸上の点 C を通る $x = -l_3$ [m] の平面に達したところで運動を折り返し、 x 軸正の方向に進行し、原点 O を通過して領域Iに入った。この間、電子は原点 O で打ち出されてから原点 O に戻るまでに、 x 軸方向から見て円周上をちょうど N 回まわった。

(6) x 軸方向から見た等速円運動の周期 T [s] を e , m , B_3 を用いて表せ。

(7) 電場の強さ E_3 [N/C] を v_0 , B_3 , N , θ を用いて表せ。

(8) l_3 [m] を v_0 , N , T , θ を用いて表せ。

最後に、図2の設定で初速度の大きさを v_0 、 x 軸負の向きとなす角を θ に固定したまま、電子を1秒あたりに n 個の割合で、1個ずつ原点 O から連続して打ち出した。いま、電子は互いに影響を及ぼし合うことなく1つの電子で考えた場合と同じ軌道をたどり、点 B からは x 軸に平行な直線軌道を描き、図2の点 D に達するものとする。点 D に到達した電子は、薄い導体板 X に開けた小さな孔^{あな}を X に触れることなく通過し、 X から距離 d [m] だけ隔てられた薄い導体板 Y に向かって進行する。導体板 X 、 Y は x 軸と垂直に固定されており、面積 S [m²]、誘電率 ϵ_0 [F/m] の平行板コンデンサーとみなすことができる。このコンデンサーには電圧計、スイッチ SW 、抵抗値 R [Ω] の抵抗が取り付けられ、図2のように接地されている。

はじめに SW は閉じられており、電子の打ち出しを開始してから十分に時間が経過した後、打ち出された電子はすべて極板 Y に、1秒あたり n 個の割合で流れ込んでおり、電圧計は一定の値 $-V$ [V] ($V > 0$) を示していた。

(9) 打ち出された電子がすべて Y に流れ込むためには v_0 [m/s] はある値以上でなければならない。この値を e 、 m 、 V を用いて表せ。

(10)★ V [V] を e 、 n 、 R を用いて表せ。

(11)★ コンデンサーに蓄えられている電気量 [C] を d 、 e 、 n 、 R 、 S 、 ϵ_0 を用いて表せ。

次に、電圧計が $-V$ [V] を示している状態から SW を開いたところ、電圧計が示す極板 Y の電位は下がりはじめた。また、 SW を開いてから Δt [s] 後に電子の打ち出しを停止した。

(12) コンデンサーに蓄えられた静電エネルギーについて、 SW を開いてから Δt [s] の間での増加量 [J] を d 、 e 、 n 、 R 、 S 、 ϵ_0 、 Δt を用いて表せ。ただし、単位時間あたりに Y に到達する電子の数は SW を開く前と同じであるとし、また、電子の打ち出しを停止した瞬間に Y に到達していない電子は無視してよいものとする。

物 理

第 2 問 (60点)

図のように、なめらかに動くピストンが付いたシリンダーに空気を封入し、その状態変化を利用する熱機関を考える。以下の問い(1)～(12)に答えよ。ただし、星印(★)のある問いについては解答の過程を書かなくてよい。また、空気は理想気体であるとして、この気体の定積モル比熱を C_V 、定圧モル比熱を C_p 、比熱比を $\gamma = \frac{C_p}{C_V}$ ($\gamma > 1$) とする。

はじめに、 n モルの気体(空気)を封入し、以下のように状態を変化させた。

- まず、気体の圧力を p_1 、体積を V_1 、絶対温度を T_1 とした。これを状態 1 とする。
- 状態 1 から気体を断熱圧縮して、圧力 p_2 、体積 $V_2 = \frac{V_1}{a}$ ($a > 1$)、絶対温度 T_2 の状態 2 にした。
- 状態 2 から圧力を p_2 に保ったまま気体を加熱し、体積 $V_3 = b \times V_2$ ($a > b > 1$)、絶対温度 T_3 の状態 3 にした。
- 状態 3 から気体を断熱膨張させ、圧力 p_4 、体積 V_1 、絶対温度 T_4 の状態 4 にした。
- 状態 4 から体積を V_1 に保ったまま気体を冷却し、状態 1 へ戻した。

状態 1 \rightarrow 2 \rightarrow 3 \rightarrow 4 \rightarrow 1 の変化を熱機関の 1 サイクルとする。



図

- (1)★ 状態 2 → 3 の変化で気体が外部にした仕事を p_2, V_2, V_3 を用いて表せ.
- (2)★ 状態 2 → 3 の変化における気体の内部エネルギーの増加量を n, C_V, T_2, T_3 を用いて表せ.
- (3)★ 状態 4 → 1 の変化で気体が放出した熱量を n, C_V, T_1, T_4 を用いて表せ.
- (4) 状態 1 → 2 → 3 → 4 → 1 の変化で熱機関が外部にした仕事の総和を $n, C_V, C_p, T_1, T_2, T_3, T_4$ を用いて表せ.
- (5) この熱機関の熱効率を e とする. $f = 1 - e$ とおいたとき, f に適する式を $T_1, T_2, T_3, T_4, \gamma$ を用いて表せ.

理想気体の断熱変化において, 圧力 p と体積 V の間には

$$pV^\gamma = \text{一定} \quad \dots \textcircled{1}$$

の関係が, また絶対温度 T と V の間には

$$TV^{\gamma-1} = \text{一定} \quad \dots \textcircled{2}$$

の関係がそれぞれ成り立つことが知られている.

- (6)★ 気体の状態 1 → 2 → 3 → 4 → 1 の変化をグラフに示せ. 状態 1 と 4 の圧力 p_1, p_4 の正確な値を求める必要はないが, 状態 3 から等温変化で体積を V_1 にした場合の圧力を p_5 として, p_1, p_4, p_5 の 3 つの値の大小関係がはっきりとわかるよう描くこと. また, 状態 1 と状態 4 に対応する点の近くにそれぞれ数字 1, 4 を記せ.
- (7) 状態 2 の気体の絶対温度 T_2 を T_1, a, γ を用いて表せ.
- (8) 状態 3 の気体の絶対温度 T_3 を T_1, a, b, γ を用いて表せ.
- (9) 状態 4 の気体の絶対温度 T_4 を T_1, b, γ を用いて表せ.
- (10) (5) で定義した f に適する式を a, b, γ を用いて表し直せ.

(次ページに続く)

次に、シリンダー内に封入する気体（空気）の物質量を 1.4 倍の $1.4n$ モルにした。まず、体積と絶対温度をそれぞれ元のサイクルの状態 1 と同じ V_1 と T_1 にした。続いて断熱圧縮して気体の体積を元の状態 2 と同じ V_2 にした。その状態から圧力を一定に保ったまま気体を加熱した。このとき加えた熱量は、元の状態 $2 \rightarrow 3$ の変化で加えた熱量の 1.4 倍とした。その後、気体を断熱膨張させてはじめと同じ体積 V_1 にしてから、体積を一定に保ったまま冷却して絶対温度 T_1 へ戻した。これらの変化を新しいサイクルと呼ぶことにする。

- (11) 新しいサイクルで気体を断熱圧縮して体積 V_2 としたときの気体の絶対温度 T_2' および圧力 p_2' は、それぞれ元のサイクルの状態 2 の絶対温度 T_2 および圧力 p_2 の何倍か答えよ。
- (12) 新しいサイクルにおいて 1 サイクルあたりに熱機関が外部にした仕事の総和および熱効率を、それぞれ元のサイクルの何倍か答えよ。

(以下余白)

(余 白)

(余 白)

(余 白)

化 学

第 1 問 (24点)

次の文章を読み、問1から問6に答えよ。必要があれば、次の原子量を用いよ。

H = 1.0, O = 16, S = 32, Cl = 35.5, Cu = 64, Ba = 137

酸素原子には 個の価電子があり、そのうち 個は不対電子である。酸素の水素化合物である水では、酸素原子の不対電子と水素原子の不対電子が対をつくって共有結合を形成している。酸素と同一周期の14族から17族の元素の水素化合物のうち H_2O と CH_4 の沸点を比較すると、分子間力の強さの違いを反映して H_2O の沸点の方が高い。また、同族元素の水素化合物の沸点も分子間力の強さに依存して異なる。

結晶の中に一定の割合で取り込まれた水分子を、結晶水あるいは水和水という。結晶水を含む化合物を水和物といい、硫酸カリウムアルミニウム十二水和物 $\text{AlK}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ (ミョウバン) などがある。

硫黄は酸素と同族の元素であり、その水素化合物である硫化水素は、さまざまな金属イオンと反応し、硫化物の沈殿を生じる。また、硫黄化合物は酸化剤あるいは還元剤としてはたらく。例えば、硫化水素がヨウ素と反応すると、単体の硫黄が生じる。

問1 文中の , にあてはまる数字を答えよ。

問2 下線部(a)について、酸素と同一周期の14族から17族の元素に関する次の(あ)

～(え)の記述のうち、正しいものをすべて選び、記号で答えよ。

- (あ) これらの元素はすべて典型元素、かつ非金属元素である。
- (い) これらの元素の中で、酸素の電気陰性度は2番目に小さい。
- (う) これらの元素の単体はすべて水を酸化しない。
- (え) これらの元素の中で、17族の原子のイオン化エネルギーが最大である。

問3 下線部 (b) に関して、表に示す2組の同族元素の水素化合物の沸点の順として適切なものを、次の (あ) ~ (く) の中から2つ選び、記号で答えよ。

表 同族元素の水素化合物の沸点

| 水素化合物 | 沸点 [°C] | 水素化合物 | 沸点 [°C] |
|-------------------|----------------|------------------|----------------|
| H ₂ O | T ₁ | CH ₄ | T ₄ |
| H ₂ S | T ₂ | SiH ₄ | T ₅ |
| H ₂ Se | T ₃ | GeH ₄ | T ₆ |

- (あ) $T_1 < T_2 < T_3$ (い) $T_3 < T_2 < T_1$ (う) $T_2 < T_3 < T_1$ (え) $T_3 < T_1 < T_2$
 (お) $T_4 < T_5 < T_6$ (か) $T_6 < T_5 < T_4$ (き) $T_5 < T_6 < T_4$ (く) $T_6 < T_4 < T_5$

問4 下線部 (c) に関して、CuSO₄・nH₂O (nは結晶水の数) で表される硫酸銅(II)の水和物 4.28 g を水に溶かし、十分な量の塩化バリウム水溶液を加えたところ、4.66 g の白色沈殿が生じた。nの値を整数で答えよ。ただし、白色沈殿の水への溶解は無視できるものとする。

問5 下線部 (d) の反応を化学反応式で記し、硫化水素が酸化剤、還元剤のどちらとしてはたらくかを答えよ。

問6 第4周期の金属元素の陽イオン X を含む水溶液がある。ここに少量の水酸化ナトリウム水溶液を加えると沈殿が生じ、さらに過剰量の水酸化ナトリウム水溶液を加えると沈殿が溶解し、無色透明の水溶液になる。この水溶液に硫化水素を通じると沈殿を生じる。Xとして最も適切なイオンを、次の (あ) ~ (お) の中から選び、記号で答えよ。

- (あ) Ag⁺ (い) Al³⁺ (う) Ca²⁺ (え) Cu²⁺ (お) Zn²⁺

化 学

第 2 問 (24点)

次の文章を読み、問1から問5に答えよ。

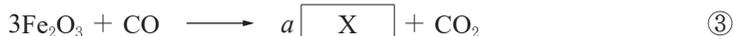
炭素や炭化水素が完全燃焼すると、二酸化炭素が生じる。気体の二酸化炭素は水に少し溶けて、式①に示すように水素イオンと炭酸水素イオンを生じる。



一方、炭素や炭化水素が不完全燃焼すると、一酸化炭素が生じる。また、二酸化炭素が高温の炭素に触れたときにも一酸化炭素が生じ、その熱化学方程式は反応熱 Q を用いて、式②で表される。



一酸化炭素は還元性をもち、鉄の製錬に利用されている。溶鉱炉で鉄の酸化物を多く含む鉄鉱石を一酸化炭素で還元すると、式③～式⑤の反応 (a , b は係数) によって鉄 (銑鉄) が得られる。



問1 濃度未知の炭酸ナトリウム水溶液 25.0 mL に対して、メチルオレンジを指示薬として 0.10 mol/L の塩酸で中和滴定した。塩酸を 40.0 mL 加えたところで過不足なく中和が完了した。この炭酸ナトリウム水溶液の濃度は何 mol/L か。有効数字 2 桁で答えよ。

問2 次の (あ) ~ (お) のうち、正しい記述をすべて選び、記号で答えよ。

- (あ) 炭酸カルシウムは水によく溶ける。
- (い) 炭酸カルシウムを塩酸と反応させると、二酸化炭素が発生する。
- (う) 炭酸ナトリウムは、工業的にはアンモニアソーダ法で製造される。
- (え) 炭酸水素ナトリウムは塩基性塩である。
- (お) 炭酸水素ナトリウムを加熱すると、分解して水素が発生する。

問3 温度 T [K] において、圧力 1.0×10^5 Pa の気体の二酸化炭素は、水 1.0 L に対して 4.0×10^{-2} mol 溶ける。このとき、溶けた二酸化炭素の一部は式①にしたがって電離し、平衡状態となる。温度 T [K] で気体の二酸化炭素を水に溶かし、水素イオン濃度を 1.0×10^{-5} mol/L とするには、二酸化炭素の圧力を何 Pa にすればよいか。有効数字 2 桁で答えよ。ただし、温度 T [K] における式①の電離定数を 5.0×10^{-7} mol/L とし、炭酸水素イオンから水素イオンと炭酸イオンへの電離は考慮しなくてよいものとする。また、二酸化炭素の溶解量はヘンリーの法則に従うものとする。

問4 式②の Q の値を整数で答えよ。ただし、気体の一酸化炭素の生成熱を 111 kJ/mol、気体の二酸化炭素の生成熱を 394 kJ/mol とする。

問5 式③～式⑤について、係数 a 、 b にあてはまる数字と、、 にあてはまる化合物の化学式を答えよ。

化 学

第 3 問 (24点)

次の文章を読み、問1から問6に答えよ。気体定数は $8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L}/(\text{mol} \cdot \text{K})$ とする。

水素と酸素を用いた燃料電池では、生成物として水のみが生じる。このため、水素は地球環境への負荷が小さい次世代エネルギーとして注目されている。工業的には、ニッケルを触媒として、天然ガスの主成分である メタンに水蒸気を反応させることで水素を製造する。この反応では、無色・無臭で、きわめて有毒な気体が同時に生成する。また、実験室では、金属を酸の水溶液と反応させることで水素を得ることができる。そこで、次に示す手順で実験を行った。実験の様子を下の図に示す。

①ふたまた試験管の ，他方に希硫酸を入れた。次に、ふたまた試験管に接続したゴムチューブの先端を水槽中で水を満たしたメスシリンダー（ガラス製）に入れた。このとき、ゴムチューブ内に

水が入らないようにした。

②ふたまた試験管を傾け、 ことで水素を発生させた。このとき、ふたまた試験管から出てくる気体をすべて 水上置換で捕集した。

③ ことで、水素の発生をとめてから、メスシリンダー内の気体の体積を正しく読み取った。

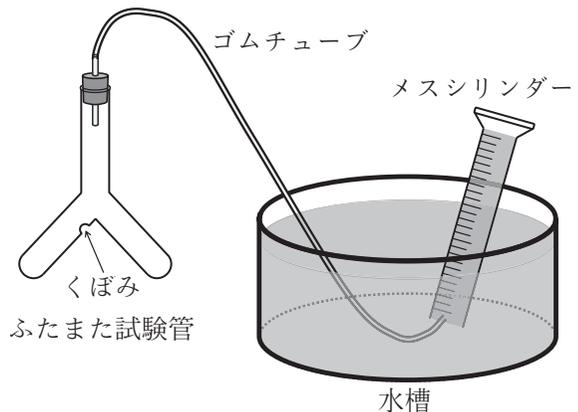


図 実験の様子

問1 下線部 (a) の反応を、化学反応式で記せ。

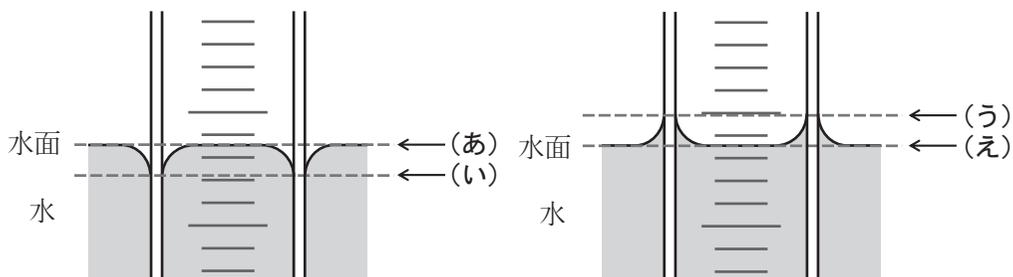
問2 下線部 (b) に関連して、水素はアルミニウムを塩基である水酸化ナトリウム水溶液と反応させることでも得られる。この反応で生じる錯イオンの化学式を記せ。

問3 ア ~ ウ にあてはまる適切な実験操作を、次の (あ) ~ (か) の中からそれぞれ選び、記号で答えよ。

| | |
|---|--|
| ア | (あ) くぼみのある方に金属片を入れ (い) くぼみのない方に金属片を入れ |
| イ | (う) 金属片の入った側に希硫酸を移す (え) 希硫酸の中に金属片を移す |
| ウ | (お) ゴムチューブを指でつまむ (か) 希硫酸と金属片を分離する |

問4 下線部 (c) に関連して、塩素は水上置換での捕集に適さない。これは塩素が水に少し溶け、一部が水と反応するためである。塩素と水の反応を化学反応式で記せ。

問5 下線部 (d) に関して、メスシリンダー (ガラス製) の目盛を読み取るとき様子として最も適切なものを、次の図の (あ) ~ (え) の中から選び、記号で答えよ。なお、図中の点線は目盛の読み取り位置を示す。

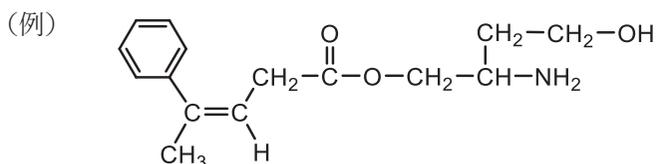


問6 ③の実験操作において、メスシリンダー内の気体の体積は 49.8 mL であった。このとき、大気圧は $1.006 \times 10^5 \text{ Pa}$ 、温度は $27 \text{ }^\circ\text{C}$ であった。発生した水素の物質量は何 mol か。有効数字 2 桁で答えよ。ただし、 $27 \text{ }^\circ\text{C}$ における水の飽和蒸気圧は $3.6 \times 10^3 \text{ Pa}$ とする。また、気体はすべて理想気体であるとし、水への溶解は無視できるものとする。

化 学

第 4 問 (24点)

次の①～④の文章を読み、問1から問6に答えよ。原子量は $H = 1.0$, $C = 12$, $O = 16$ とする。なお、構造式は例にならって記せ。



- ①炭素、水素、酸素からなるエステル **A** の分子量は 88 であり、26.4 mg の **A** を完全燃焼させると、52.8 mg の二酸化炭素と 21.6 mg の水を生じた。**A** を加水分解すると、ギ酸と第一級アルコール **B** が得られた。
- ②エステル **C** は、プロピオン酸 (分子式 $C_3H_6O_2$) とアルコール **D** の脱水縮合により合成され、分子式は $C_7H_{14}O_2$ である。**D** を酸化すると、ケトン **E** が得られた。
- ③酢酸ブチルは、酢酸と 1-ブタノールの脱水縮合によって生じる。エタノール 11.5 g を酸化して酢酸を合成し、1-ブタノールと脱水縮合すると、 g の酢酸ブチルが得られた。
- ④フェノールは 。フェノールの水溶液に臭素水を加えると、2,4,6-トリブロモフェノールの 色沈殿が生じる。また、フェノールは無水酢酸と反応し、^(a)エステル **F** と酸 **G** を生じる。

問1 ギ酸に関する正しい記述を、次の (あ) ~ (え) の中から選び、記号で答えよ。

- (あ) 還元性がなく、銀鏡反応を示す。
 (い) 還元性がなく、銀鏡反応を示さない。
 (う) 還元性があり、銀鏡反応を示す。
 (え) 還元性があり、銀鏡反応を示さない。

問2 **B** の構造式を記せ。

問3 Eの構造式を記せ.

問4 文中の にあてはまる数値を有効数字2桁で答えよ. ただし, 用いるエタノールはすべて酢酸に酸化され, 生じる酢酸はすべて1-ブタノールと脱水縮合するものとする.

問5 文中の , にあてはまる最も適切な語句の組み合わせを, 次の

(あ) ~ (え) の中から選び, 記号で答えよ.

(あ) イ: 皮膚を侵す ウ: 白

(い) イ: 皮膚を侵さない ウ: 白

(う) イ: 皮膚を侵す ウ: 橙

(え) イ: 皮膚を侵さない ウ: 橙

問6 下線部 (a) の反応を, 化学反応式で記せ. ただし, 化合物はすべて構造式で記すこと.

化 学

第 5 問 (24点)

次の文章を読み、問1から問6に答えよ。原子量は $H=1.0$, $C=12$, $N=14$, $O=16$ とする。

ペプチドは、 α -アミノ酸が 脱水縮合してできた化合物であり、アミノ酸2分子が脱水縮合して結合したものをジペプチド、3分子が結合したものを トリペプチドという。アスパルテームはアスパラギン酸とフェニルアラニンから合成される人工甘味料で、砂糖の約200倍の甘味をもつ。ポリペプチドは、多数のアミノ酸が鎖状に結合した高分子化合物である。ヘモグロビンは 4つのポリペプチド鎖(サブユニット)が集まってできたタンパク質で、血液中の酸素運搬にはたらく。

下の図に示すアミノ酸のうち、4種類のアミノ酸が1分子ずつ結合したペプチド **A** がある。**A** には、図中のアミノ酸のうち、等電点の値が最も大きいアミノ酸と、窒素含有率(質量百分率)が2番目に高いアミノ酸が含まれている。**A** に含まれる残り2種類のアミノ酸を決定するため、次の①と②の実験を行った。

① **A** の水溶液に水酸化ナトリウム水溶液を加えて加熱した後に、酢酸鉛(II)水溶液を添加すると黒色沈殿が生じた。

② **A** の水溶液に濃硝酸を加えて加熱し、冷却後にアンモニア水を加えると橙黄色に変化した。

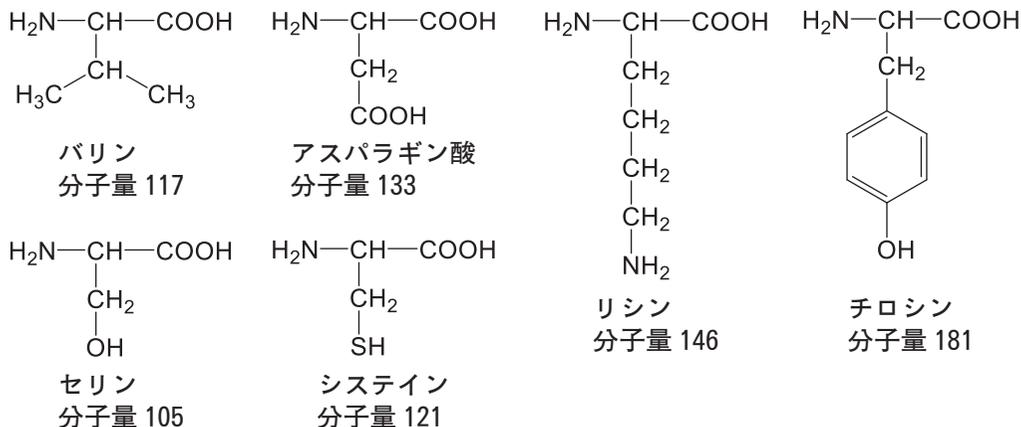


図 アミノ酸の化学式と分子量

問1 下線部 (a) に関連して、11.3 g のナイロン 66 を得るためには、何 g のアジピン酸が必要か。有効数字 2 桁で答えよ。ただし、アジピン酸はすべて反応に使われるものとし、高分子の末端構造は無視できるものとする。

問2 下線部 (b) について、グリシン、バリン、セリン各 1 分子からなる鎖状のトリペプチドの配列順序は何通りあるか。数字で答えよ。ただし、アミノ酸に鏡像異性体が存在する場合は区別して数えよ。

問3 下線部 (c) に関連して、次の (あ) ~ (か) の糖類のうち、二糖をすべて選び、記号で答えよ。

- (あ) アミロース (い) ガラクトース (う) ラクトース
(え) グリコーゲン (お) スクロース (か) フルクトース

問4 下線部 (d) の構造として最も適切なものを、次の (あ) ~ (き) の中から選び、記号で答えよ。

- (あ) 一次構造 (い) 二次構造 (う) 三次構造 (え) 四次構造
(お) 環状構造 (か) 最密構造 (き) 立体網目状構造

問5 ①と②で使用した水酸化ナトリウム水溶液、濃硝酸、アンモニア水に関する次の (あ) ~ (か) の記述のうち、**誤りを含むもの**をすべて選び、記号で答えよ。

- (あ) いずれの試薬も皮膚についた場合は、大量の流水でよく洗う。
(い) いずれの試薬も強酸あるいは強塩基である。
(う) 水酸化ナトリウム水溶液は空気中の二酸化炭素を吸収する。
(え) 濃硝酸と水酸化ナトリウム水溶液を混合すると周囲から熱を吸収する。
(お) 濃硝酸の試薬瓶を開栓すると有害な蒸気が出る。
(か) アンモニア水にブロモチモールブルー (BTB) 溶液を加えると青色を示す。

問6 **A** に含まれないアミノ酸を、次の (あ) ~ (か) の中から 2 つ選び、記号で答えよ。

- (あ) バリン (い) アスパラギン酸 (う) セリン
(え) システイン (お) リシン (か) チロシン