

化学基礎・化学

(全問必答)

第1問 次の各問い(問1～6)に答えよ。〔解答番号 ～ 〕 (配点 25)

問1 次のa～cに当てはまるものを、それぞれの解答群①～④のうちから一つずつ選べ。

a 混合物であるものの組合せ。

- ① 水とボーキサイト ② 空気と塩酸
③ 食塩水と水銀 ④ ドライアイスと重曹

b 非共有電子対をもたないもの。

- ① メタン ② アンモニア ③ 二酸化炭素 ④ 硫化水素

c 分子間で水素結合を形成しない化合物。

- ① HF ② H₂O ③ H₂S ④ NH₃

問2 標準状態(0℃, 1.0×10⁵Pa)における体積が最も小さいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。ただし、原子量はC=12, O=16とする。

- ① 48gのO₂
② 66gのCO₂
③ 32gのO₂と標準状態(0℃, 1.0×10⁵Pa)で5.6LのCO₂との混合気体
④ 2.5molのCO₂

問3 身の回りの物質とその製品や用途の組合せとして誤っているものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 5

| | 物 質 | 製品や用途 |
|---|---------|------------------|
| ① | 塩化カルシウム | 乾燥剤・融雪剤 |
| ② | 炭酸カルシウム | 胃薬・ベーキングパウダー・入浴剤 |
| ③ | ポリスチレン | 容器・断熱材 |
| ④ | エタノール | 消毒薬・食品添加物 |

問4 次の水溶液ア～ウを、pHの大きい順に並べるとどうなるか。最も適当なものを、下の①～⑥のうちから一つ選べ。 6

ア 0.10 mol/L 塩酸

イ 0.10 mol/L 酢酸

ウ 0.10 mol/L 硫酸

① ア>イ>ウ

② ア>ウ>イ

③ イ>ア>ウ

④ イ>ウ>ア

⑤ ウ>ア>イ

⑥ ウ>イ>ア

化学基礎・化学

問5 図1は、0.15mol/L水酸化ナトリウム水溶液10mLに0.20mol/L塩酸を滴下し、中和滴定をおこなったものである。このときに得られる滴定曲線と、中和点での塩酸の滴下量〔mL〕の組合せとして最も適当なものを、下の①～⑥のうちから一つ選べ。 7

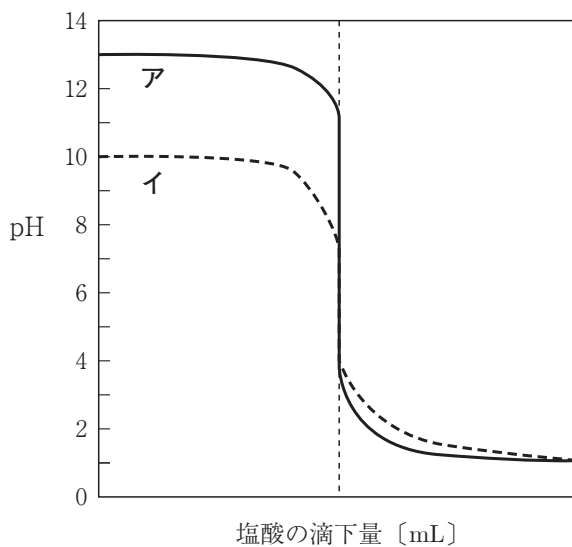
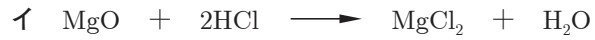


図 1

| | 滴定曲線 | 中和点での塩酸の滴下量〔mL〕 |
|---|------|-----------------|
| ① | ア | 7.5 |
| ② | イ | 7.5 |
| ③ | ア | 15 |
| ④ | イ | 15 |
| ⑤ | ア | 30 |
| ⑥ | イ | 30 |

問6 次の反応ア～ウのうち、酸化還元反応であるものの組合せとして最も適切なものを、下の①～⑦のうちから一つ選べ。 8



① アのみ

② イのみ

③ ウのみ

④ アとイ

⑤ アとウ

⑥ イとウ

⑦ アとイとウ

第2問 次の各問い(問1～8)に答えよ。〔解答番号 1 ～ 8〕 (配点 25)

問1 白金を電極として、図1のような装置で硫酸銅(Ⅱ)水溶液の電気分解をおこなった。一定の電流 i [A] を t_0 時間流したところ極板Bの質量が3.2g増加した。極板Aで生成または発生する物質の物質量の変化を示したグラフとして最も適当なものを、下の①～④のうちから一つ選べ。ただし、原子量はCu = 64とする。

1

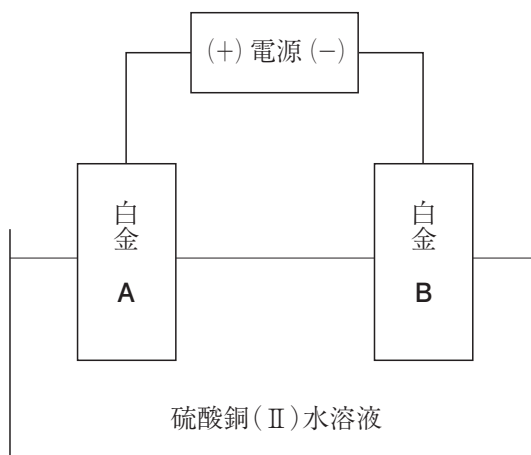
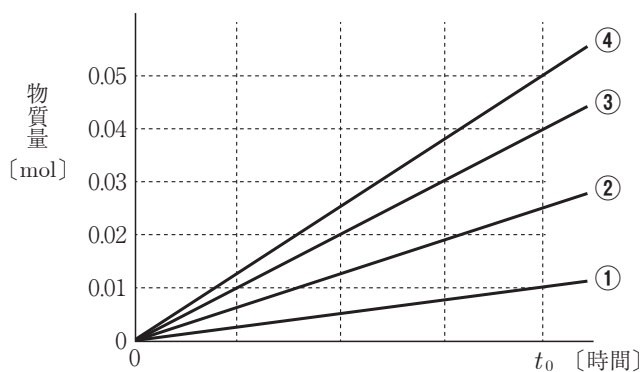


図 1



問2 図2のように、ある液体を内容量300mLのフラスコに入れ、小さな穴を開けたアルミニウム箔でふたをする。これを97℃の温水に浸し、内部の液体を完全に蒸発させたのち、室温まで手早く冷やしたところ、フラスコ内部に0.84gの液体が残った。大気圧を $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ 、液体の蒸気圧を無視できるものとする、この液体試料の分子量はいくらになるか。最も適当な数値を、下の①～④のうちから一つ選べ。ただし、気体定数 $R = 8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L} / (\text{mol} \cdot \text{K})$ とする。 2

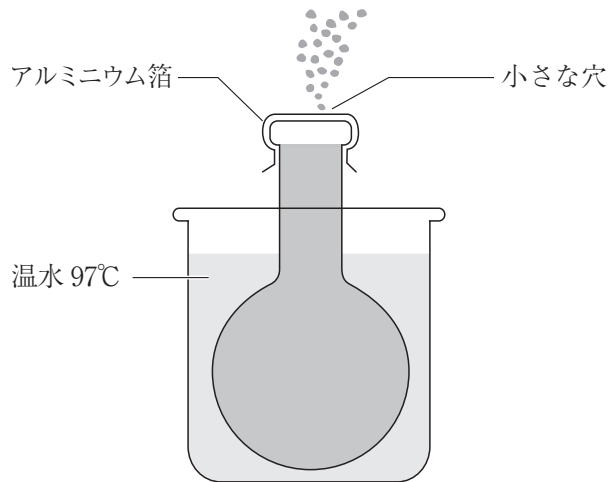


図 2

① 44

② 64

③ 86

④ 92

問3 図3の曲線は、水素、メタン、二酸化炭素のそれぞれ1 molを温度 $T = 273\text{K}$ のもとで、圧力 P [$\times 10^5\text{Pa}$] を変えながら、体積 V [L] を測定し、気体定数 R [$\text{Pa} \cdot \text{L}/(\text{mol} \cdot \text{K})$] を用いて、 P と $Z = \frac{PV}{RT}$ の関係を表したものである。これに関する記述として誤りを含むものを、下の①～④のうちから一つ選べ。 3

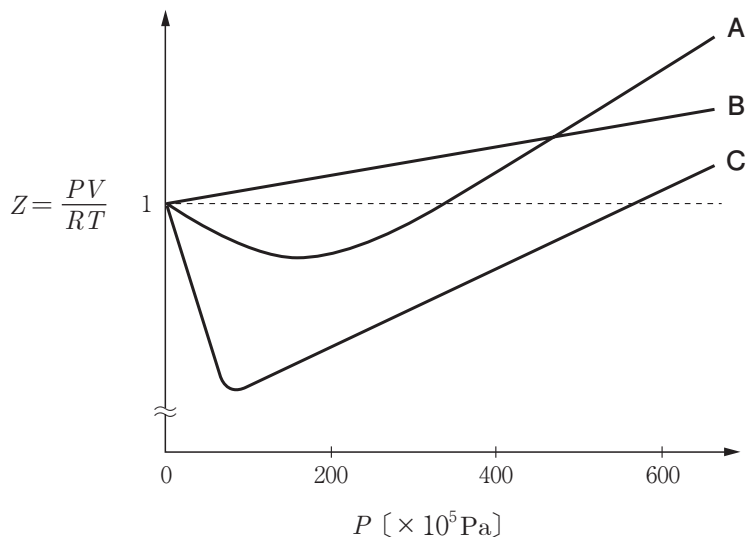


図 3

- ① 曲線Aに対応する気体は二酸化炭素である。
- ② P が 100 [$\times 10^5\text{Pa}$] のとき、理想気体に最も近いのは曲線Bである。
- ③ P が小さいとき $Z < 1$ となるのは、分子間力の影響が強く現れているためである。
- ④ P が大きいとき $Z > 1$ となるのは、分子自身の体積の影響が強く現れているためである。

問4 次の文章中の空欄 **ア** ~ **ウ** に当てはまる数値と語の組合せとして最も適当なものを、下の①~⑧のうちから一つ選べ。ただし、 0°C 、 $1.0 \times 10^5 \text{Pa}$ の酸素に接した水 1 Lに、酸素は $7.0 \times 10^{-2} \text{g}$ 溶けるものとする。また、空気は酸素と窒素が体積比 1 : 4 の割合で混合した理想気体であるものとし、気体定数 $R = 8.3 \times 10^3 \text{Pa} \cdot \text{L}/(\text{mol} \cdot \text{K})$ 、原子量は $\text{O} = 16$ とする。 **4**

0°C で $1.0 \times 10^5 [\text{Pa}]$ の空気に接した 1 [L]の水に溶ける酸素を標準状態(0°C 、 $1.0 \times 10^5 [\text{Pa}]$)での体積に換算すると、**ア** [mL]になる。温度を 0°C に保ったまま圧力を5倍にした空気に接した 1 [L]の水には、酸素は標準状態の体積に換算して**イ** [mL]溶ける。この状態から温度を**ウ**と、さらに酸素が溶ける。

| | ア | イ | ウ |
|---|-----|-----|-----|
| ① | 9.8 | 9.8 | 上げる |
| ② | 9.8 | 9.8 | 下げる |
| ③ | 9.8 | 49 | 上げる |
| ④ | 9.8 | 49 | 下げる |
| ⑤ | 49 | 9.8 | 上げる |
| ⑥ | 49 | 9.8 | 下げる |
| ⑦ | 49 | 49 | 上げる |
| ⑧ | 49 | 49 | 下げる |

問5 ある食塩水と尿素水溶液の沸点が等しいとき、この2種類の水溶液の質量モル濃度の関係についての記述として最も適当なものを、次の①~④のうちから一つ選べ。 **5**

- ① 食塩水の質量モル濃度は尿素水溶液の質量モル濃度の約 $\frac{1}{2}$ である。
- ② 食塩水の質量モル濃度と尿素水溶液の質量モル濃度はほぼ等しい。
- ③ 食塩水の質量モル濃度は尿素水溶液の質量モル濃度の約 2 倍である。
- ④ 食塩水の質量モル濃度は尿素水溶液の質量モル濃度の約 3 倍である。

化学基礎・化学

問6 熱に関する次の記述ア～ウのうちから正しいものを選んだ組合せとして最も適当なものを、下の①～⑦のうちから一つ選べ。 6

ア 吸熱反応が起こると、その周囲の温度が上がる。

イ 熱化学方程式 $\text{H}_2 + \text{O}_2 = \text{H}_2\text{O}_2 + Q \text{ kJ}$ で表される反応熱 Q は、過酸化水素の生成熱である。

ウ 気体の水の生成熱は、液体の水の生成熱よりも小さい。

- ① アのみ ② イのみ ③ ウのみ ④ アとイ
⑤ アとウ ⑥ イとウ ⑦ アとイとウ

問7 活性化エネルギーと反応速度に関する記述として誤りを含むものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 7

① 反応 $\text{H}_2 + \text{I}_2 \rightarrow 2\text{HI}$ において、活性化エネルギーは H_2 と I_2 の結合エネルギーの和よりもはるかに小さい。

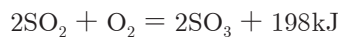
② 触媒を加えると反応速度が大きくなるのは、活性化エネルギーがより小さい経路を通過して反応が進むためである。

③ 活性化エネルギーがきわめて大きい場合は、発熱反応であっても常温では反応がなかなか進行しない。

④ 温度を上げると反応速度が大きくなるのは、活性化エネルギーが小さくなるためである。

問8 次の文章中の空欄 **ア**・**イ** に当てはまる語と語句の組合せとして最も
 適当なものを、下の①～⑥のうちから一つ選べ。 **8**

二酸化硫黄と酸素を反応させると、次に示す反応により気体の三酸化硫黄が生成して平衡状態となった。



この状態から、圧力を一定に保ったまま冷却すると、平衡は **ア** に移動する。また、温度を一定に保ったまま圧力を増加すると平衡は **イ**。

| | ア | イ |
|---|---|--------|
| ① | 右 | 右に移動する |
| ② | 右 | 左に移動する |
| ③ | 右 | 移動しない |
| ④ | 左 | 右に移動する |
| ⑤ | 左 | 左に移動する |
| ⑥ | 左 | 移動しない |

第3問 次の各問い(問1～5)に答えよ。〔解答番号 ～ 〕 (配点 20)

問1 次の記述ア、イに当てはまる酸化物の組合せとして最も適当なものを、下の①～④のうちから一つ選べ。

ア 酸、強塩基の水溶液のいずれとも反応して溶ける。

イ 水と反応して、強酸を生成する。

| | ア | イ |
|---|-------------------------|---------------------------|
| ① | Al_2O_3 | SO_3 |
| ② | Al_2O_3 | P_4O_{10} |
| ③ | SiO_2 | SO_3 |
| ④ | SiO_2 | P_4O_{10} |

問2 塩素の単体および化合物に関する記述として誤りを含むものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

- ① 塩素は、常温・常圧で有色の気体である。
- ② 塩素に熱した銅を入れると激しく反応する。
- ③ 塩化ナトリウム水溶液を炭素電極を用いて電気分解すると、陽極から塩素が発生する。
- ④ 塩素が水に溶けた際に生じる次亜塩素酸は強い還元作用をもつので、塩素水は消毒剤や漂白剤として用いられる。

問3 次の操作ア～ウで発生する気体のうち、水上置換によって捕集することが適切なものの組合せとして最も適当なものを、下の①～⑦のうちから一つ選べ。

3

ア 塩化アンモニウムと水酸化カルシウムの混合物を加熱する。

イ 亜鉛に希硫酸を加える。

ウ 銅に希硝酸を加える。

- ① アのみ ② イのみ ③ ウのみ ④ アとイ
 ⑤ アとウ ⑥ イとウ ⑦ アとイとウ

問4 次の反応経路図(図1)に関する記述として誤りを含むものを、下の①～④のうちから一つ選べ。

4

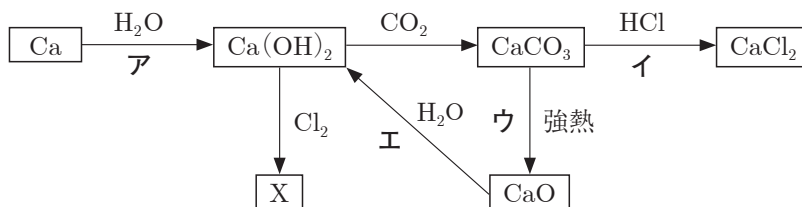


図 1

- ① アの反応では水素が発生する。
 ② イの反応とウの反応では共に二酸化炭素が発生する。
 ③ エは吸熱反応なので、CaOは冷却剤として用いられる。
 ④ Xは主成分が CaCl(ClO)・H₂O の物質で、さらし粉と呼ばれる。

化学基礎・化学

問5 次の金属元素に関する記述ア～ウに当てはまる元素の組合せとして最も適切なものを、下の①～⑥のうちから一つ選べ。 5

ア 乾電池の負極や、合金の材料に用いられる。水酸化物は水に溶けにくいですが、過剰の塩基やアンモニア水には錯イオンを形成して溶解する。

イ 比較的イオン化傾向が大きく、塩酸、希硫酸には水素を発生して溶けるが、濃硝酸には不動態となるため溶解しない。

ウ 電気伝導性、熱伝導性ともに大きいので、電気材料や調理器具として用いられる。水酸化物の沈殿に過剰のアンモニア水を加えると、深青色の水溶液となる。

| | ア | イ | ウ |
|---|----|----|----|
| ① | Zn | Fe | Cu |
| ② | Zn | Cu | Fe |
| ③ | Fe | Zn | Cu |
| ④ | Fe | Cu | Zn |
| ⑤ | Cu | Zn | Fe |
| ⑥ | Cu | Fe | Zn |

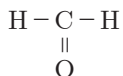
第4問 次の各問い(問1～10)に答えよ。〔解答番号 ～ 〕 (配点 30)

問1 次の炭化水素①～④のうちから、1分子に水素1分子を付加すると、幾何異性体(シス-トランス異性体)が生成する可能性があるものを一つ選べ。

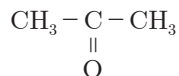
- ① $\text{H}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{H}$
- ② $\text{CH}_3-\text{C}\equiv\text{C}-\text{H}$
- ③ $\text{CH}_3-\text{C}\equiv\text{C}-\text{CH}_3$
- ④ $\text{H}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$

問2 次の有機化合物ア～ウのうち、燃焼すると二酸化炭素と水が物質比1：1で生じるものの組合せとして最も適当なものを、下の①～⑦のうちから一つ選べ。

ア



イ



ウ



- ① アのみ
- ② イのみ
- ③ ウのみ
- ④ アとイ
- ⑤ アとウ
- ⑥ イとウ
- ⑦ アとイとウ

問3 ジエチルエーテルに関する記述として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

- ① 約130℃に加熱した濃硫酸にエタノールを加えると得られる。
- ② 水とも有機化合物ともよく混ざり合う。
- ③ 金属ナトリウムと反応して水素を発生する。
- ④ 構造異性体である1-ブタノールよりも沸点が高い。

問4 分子式 $C_4H_8O_2$ をもつ有機化合物Aを加水分解すると、銀鏡反応を示す酸性の化合物Bと中性の化合物Cが得られた。化合物Cを酸化すると、酸化されにくく、還元性を示さない化合物Dが得られた。この有機化合物Aの構造式として最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 4

- ①
$$\begin{array}{c} \text{H}-\text{C}-\text{O}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \\ \parallel \\ \text{O} \end{array}$$
- ②
$$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ | \\ \text{H}-\text{C}-\text{O}-\text{CH}-\text{CH}_3 \\ \parallel \\ \text{O} \end{array}$$
- ③
$$\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{C}-\text{O}-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \\ \parallel \\ \text{O} \end{array}$$
- ④
$$\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{C}-\text{O}-\text{CH}_3 \\ \parallel \\ \text{O} \end{array}$$
- ⑤
$$\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{C}-\text{OH} \\ \parallel \\ \text{O} \end{array}$$

問5 セッケンに関する記述として誤りを含むものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 5

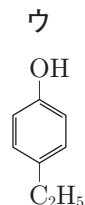
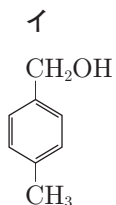
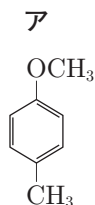
- ① セッケンは、油脂に水酸化ナトリウム水溶液を加えて加熱すると得られる。
- ② セッケンは水溶液中で加水分解するので、その水溶液は弱酸性を示す。
- ③ セッケンは水溶液中で疎水性部分を内側にして多数集まり、コロイド粒子として存在している。
- ④ セッケンの水溶液に塩化カルシウム水溶液を加えると、沈殿を生じる。

化学基礎・化学

問6 ベンゼンに関する記述として誤りを含むものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 6

- ① ベンゼンに白金またはニッケルを触媒として、加圧した水素を作用させると、付加反応によりシクロヘキサンが生じる。
- ② ベンゼンに濃硝酸と濃硫酸の混合物を加えて温めると、置換反応によりニトロベンゼンが生じる。
- ③ ベンゼンに鉄粉を触媒として塩素を作用させると、付加反応によりクロロベンゼンが生じる。
- ④ ベンゼンを濃硫酸とともに加熱すると、置換反応によりベンゼンスルホン酸が生じる。

問7 次の芳香族化合物ア～ウのうち、下の記述 a, b の両方に当てはまるものの組合せとして最も適当なものを、下の①～⑦のうちから一つ選べ。 7



- a 金属ナトリウムと反応して気体を発生する。
- b 水酸化ナトリウム水溶液と反応し、塩をつくって溶ける。

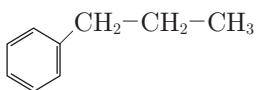
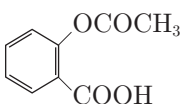
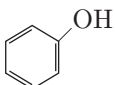
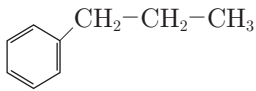
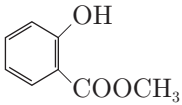
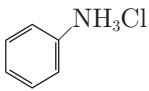
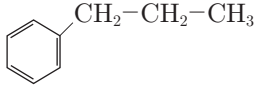
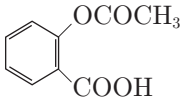
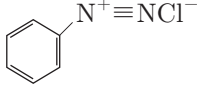
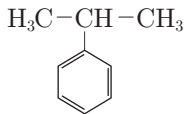
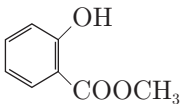
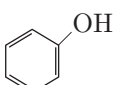
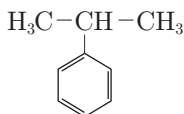
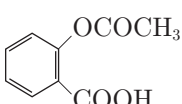
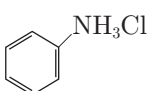
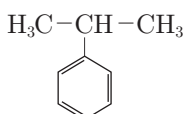
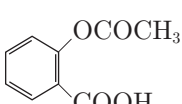
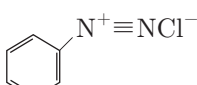
- ① アのみ ② イのみ ③ ウのみ ④ アとイ
- ⑤ アとウ ⑥ イとウ ⑦ アとイとウ

問8 次の操作ア～ウをおこなったときの主生成物の組合せとして最も適当なものを、下の①～⑥のうちから一つ選べ。 8

ア プロペンに触媒を用いてベンゼンを付加させる。

イ サリチル酸と無水酢酸に濃硫酸を加えて反応させる。

ウ ニトロベンゼンを粒状のスズと濃塩酸とともに加温する。

| | ア | イ | ウ |
|---|---|---|--|
| ① |  |  |  |
| ② |  |  |  |
| ③ |  |  |  |
| ④ |  |  |  |
| ⑤ |  |  |  |
| ⑥ |  |  |  |

化学基礎・化学

問9 DNAに関する次の文章中の空欄 **ア** ~ **ウ** に当てはまる語の組合せとして最も適当なものを、下の①~④のうちから一つ選べ。 **9**

DNAには4種類の核酸塩基が含まれており、DNAの二重らせんにおいて **ア** とチミンは2本の **ウ** 結合で塩基対をつくり、 **イ** とシトシンは3本の **ウ** 結合で塩基対をつくる。

| | ア | イ | ウ |
|---|------|------|------|
| ① | アデニン | グアニン | 水素 |
| ② | アデニン | グアニン | ペプチド |
| ③ | グアニン | アデニン | 水素 |
| ④ | グアニン | アデニン | ペプチド |

問10 合成高分子化合物に関する記述として誤りを含むものを、次の①~④のうちから一つ選べ。 **10**

- ① ポリエステルは縮合重合によりつくられる。
- ② ポリエチレンは分子中に多数の二重結合をもつ。
- ③ ナイロン66は分子中に多数の -NH-CO- 結合をもつ。
- ④ 1,3-ブタジエン $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2$ は合成ゴムの原料に用いられる。