







試 験 問 題

化 学

注 意

1. 試験開始の合図があるまで、この問題冊子を開いてはいけません。
2. 試験開始の合図があったら、1ページから18ページまで順序正しくそろっているかどうかを確かめなさい。不備の場合は着席のまま手をあげなさい。
3. 解答はすべて解答用紙に記入しなさい。
4. 試験時間は60分間です。
5. この問題冊子は持ち帰りなさい。

解答用紙記入上の注意

1. 解答用紙の受験番号が自分の受験番号であることを確かめてから、所定欄に受験番号と氏名を書きなさい。
2. 解答は黒鉛筆(HB)を使用して、下の良い例にならってマークしなさい。
(良い例 ) (悪い例 ) ) ) ) )
3. 各解答欄に2つ以上マークした場合は無効です。
4. 解答を訂正する場合は、プラスチック消しゴムで完全に消し、そのかすが紙面に残らないようにしなさい。
5. 解答用紙を汚したり、折り曲げたり、破いたりしてはいけません。

設問 (~) の答として最も適した番号を各解答群から選びなさい。ただし、必要があれば原子量および基本定数は次の値を使うこと。

H 1.0 C 12.0 N 14.0 O 16.0 Na 23.0 S 32.1 Cl 35.5
K 39.1 Mn 54.9 Cu 63.6

理想気体のモル体積 (0℃, 1.013×10^5 Pa) : 22.4 L/mol

アボガドロ定数 : 6.0×10^{23} /mol

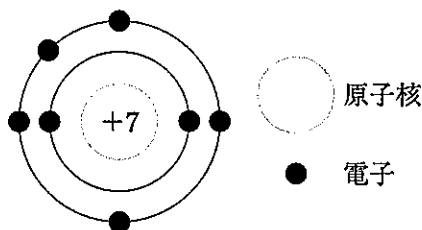
気体定数 : 8.3×10^3 Pa·L/(K·mol)

ファラデー定数 : 9.65×10^4 C/mol

単体と元素は同じ名称で呼ばれることが多い。次の記述中の下線部が、単体を表しているものはどれか。①~⑤の中から1つ選べ。

- ① 土壌中の窒素は、植物の生長に必要な三要素の1つである。
- ② ナトリウムは、食塩の成分の1つである。
- ③ 水を電気分解すると、水素と酸素が生じる。
- ④ ボーキサイトは、アルミニウムを多く含む鉱石である。
- ⑤ カルシウムは、石灰岩、大理石、貝殻などの主要成分である。

下図の電子配置をとる原子Aに関する次の記述のうち、正しいものはどれか。①~⑥の中から1つ選べ。



[原子Aの電子配置の模式図]

- ① 最外殻電子が収容された電子殻は、M殻である。
- ② 単体は、常温・常圧で固体である。
- ③ 陽イオンになりやすい性質をもつ。
- ④ 同族元素に硫黄Sがある。
- ⑤ 原子Aに電子が3個増えると17族の元素と価電子数が同一となる。
- ⑥ 他の3個の原子と3つの共有結合を形成することができる。

3 次の原子の組合せのうち、中性子の数が等しいものはどれか。①～⑤の中から1つ選べ。

- ① ^3H と ^3He
- ② ^{13}C と ^{16}O
- ③ ^{17}F と ^{18}F
- ④ ^{32}P と ^{33}S
- ⑤ ^{36}Ar と ^{40}Ca

4 次の分子およびイオンのうち、非共有電子対を最も多くもつものはどれか。①～⑥の中から1つ選べ。

- ① H_2S ② CH_4 ③ HBr ④ F_2 ⑤ H_3O^+ ⑥ NH_4^+

5 次の分子 a～e を極性分子と無極性分子に分類したときの組合せとして、正しいものはどれか。①～⑨の中から1つ選べ。

- a. エタン b. 硫化水素 c. メタノール d. ベンゼン e. 二酸化炭素

	極性分子	無極性分子
①	a, b, c	d, e
②	a, b, e	c, d
③	b, c, e	a, d
④	a, c	b, d, e
⑤	b, c	a, d, e
⑥	b, e	a, c, d
⑦	b	a, c, d, e
⑧	c	a, b, d, e
⑨	d	a, b, c, e

6 元素の周期表に配置されている元素およびそれらの原子の性質に関する次の記述のうち、正しいものはどれか。①～⑤の中から1つ選べ。

- ① 遷移元素には、金属元素と非金属元素の両方が含まれる。
- ② 原子が電子を得て陽イオンになりやすい性質を陽性という。
- ③ 同周期元素では、貴ガス（希ガス）を除いて原子番号が増加するにつれて陰性が強くなる傾向にある。
- ④ 同族元素の原子では、原子番号が増加するにつれて原子核に最外殻電子が強く引きつけられる。
- ⑤ 典型元素では、同周期元素の化学的性質はよく似ている。

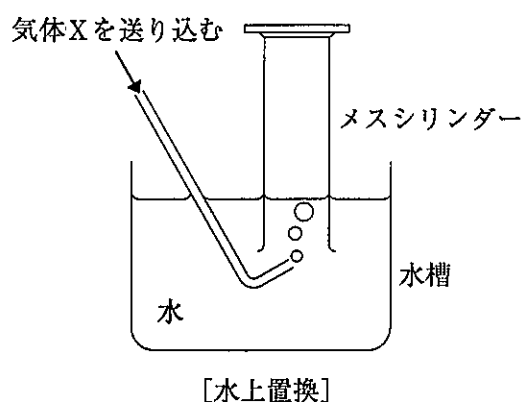
7 25℃において、次の物質 a～f の水溶液のうち、塩基性を示すものはいくつあるか。①～⑦の中から1つ選べ。

- a. 炭酸ナトリウム
- b. 塩化アンモニウム
- c. 水酸化カルシウム
- d. 塩化ナトリウム
- e. ヨウ化水素
- f. 酢酸ナトリウム

- ① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5 ⑥ 6 ⑦ 0

次の文を読み、8，9の問いに答えよ。

気体を発生させる実験を行うとき，その気体が水に溶けにくい場合は，水上置換により捕集することが多い。この実験を開始する前に，メスシリンダー内を完全に水で満たした。その後，下図のように発生した気体Xをメスシリンダーの水面と水槽の水面が一致するまで捕集した。また，測定時の気温は 27°C ，大気圧は $1.000 \times 10^5 \text{ Pa}$ であった。ただし，気体Xは理想気体とし， 27°C での水の飽和蒸気圧を $3.6 \times 10^3 \text{ Pa}$ とする。



8 水上置換により捕集することができる気体Xはどれか。最も適当なものを，①～⑥の中から1つ選べ。

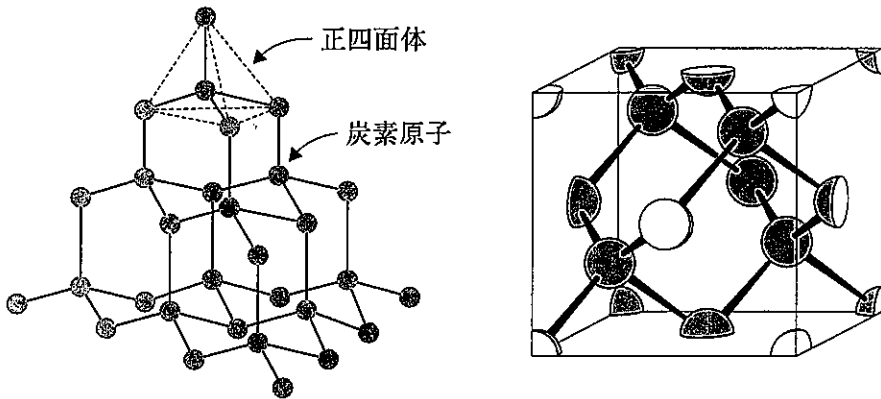
- ① HCl ② CO ③ NO₂ ④ NH₃ ⑤ H₂S ⑥ SO₂

9 水上置換で捕集した気体Xの体積は830 mLであった。捕集した気体Xの物質量は何 mol か。最も適当なものを，①～⑧の中から1つ選べ。ただし，気体Xの水への溶解は無視できるものとする。

- ① 1.2×10^{-3} ② 2.8×10^{-3} ③ 3.2×10^{-3} ④ 3.7×10^{-3}
 ⑤ 1.2×10^{-2} ⑥ 2.8×10^{-2} ⑦ 3.2×10^{-2} ⑧ 3.7×10^{-2}

次の文を読み、10、11の問いに答えよ。

ダイヤモンドは炭素の同素体の1つで、きわめて硬く電気伝導性がない。また、宝石や工業用の研磨剤などに使われている。下図のように、ダイヤモンドの結晶では、すべての炭素原子が正四面体の中心から頂点方向へ共有結合を繰り返した構造をとり、炭素原子の配位数はアである。また、その単位格子中にはイ個の炭素原子が含まれている。



[ダイヤモンドの構造と単位格子]

10 文章中のア、イにあてはまる数の組合せとして、正しいものはどれか。最も適当なものを、①～⑨の中から1つ選べ。

	ア	イ
①	4	6
②	4	8
③	4	10
④	8	6
⑤	8	8
⑥	8	10
⑦	12	6
⑧	12	8
⑨	12	10

11 2.0 cm^3 のダイヤモンドの結晶に含まれている共有結合は何個か。最も適当なものを、①～⑥の中から1つ選べ。ただし、ダイヤモンドの密度は 3.5 g/cm^3 とする。

- | | | |
|------------------------|------------------------|------------------------|
| ① 3.5×10^{22} | ② 7.0×10^{22} | ③ 1.4×10^{23} |
| ④ 3.5×10^{23} | ⑤ 7.0×10^{23} | ⑥ 1.4×10^{24} |

12 次の文章中の ア ～ ウ にあてはまる語句の組合せとして、正しいものはどれか。
最も適当なものを、①～⑧の中から1つ選べ。

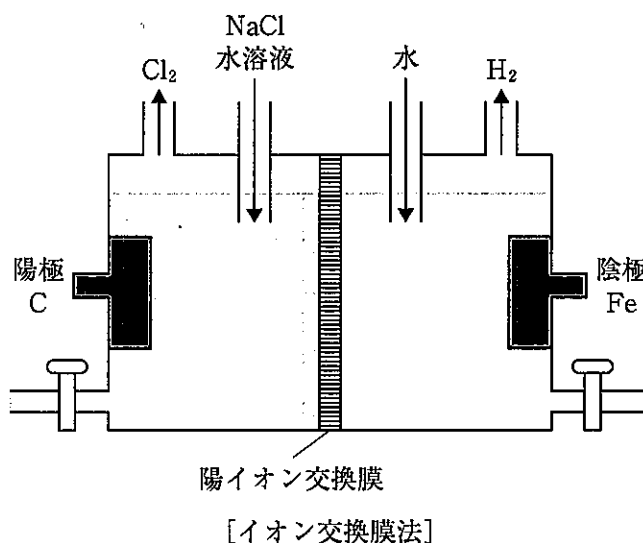
光は電磁波の一種であり、波長が短いほど光のもつエネルギーは ア なる。化学反応には光の放出や吸収を伴う反応がある。例えば、塩基性の水溶液中で、ルミノールと過酸化水素、鉄を含む触媒を混合すると、ルミノールが酸化され、明るい イ の光が観察される。この反応はルミノール反応とよばれ、科学捜査で血痕の鑑識に用いられている。また、光がきっかけで起こる反応もあり、水素と ウ は混合しても反応が起こりにくいですが、強い光を当てると爆発的に反応が促進される。

	ア	イ	ウ
①	大きく	赤色	酸素
②	大きく	赤色	塩素
③	大きく	青色	酸素
④	大きく	青色	塩素
⑤	小さく	赤色	酸素
⑥	小さく	赤色	塩素
⑦	小さく	青色	酸素
⑧	小さく	青色	塩素

次の文を読み、13，14 の問いに答えよ。

水酸化ナトリウム NaOH は、様々な産業の基礎素材として重要な役割を担っており、塩化ナトリウム NaCl 水溶液を原料としたイオン交換膜法などで製造される。

下図に示すイオン交換膜法により、質量パーセント濃度が 26% の塩化ナトリウム水溶液を 5.00 A の一定電流で 10.0 分間電気分解した。その結果、水溶液中には水酸化ナトリウムが ア mol 生成し、陽極側から気体の塩素 Cl_2 が 0°C 、 $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ （標準状態）で イ mL 発生した。



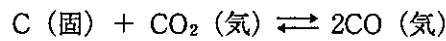
13 質量パーセント濃度が 26% の塩化ナトリウム水溶液（密度 1.19 g/mL ）のモル濃度は何 mol/L か。最も適当なものを、①～⑧の中から 1 つ選べ。

- | | | | |
|-------|-------|-------|-------|
| ① 3.7 | ② 4.0 | ③ 4.4 | ④ 4.6 |
| ⑤ 5.0 | ⑥ 5.3 | ⑦ 5.7 | ⑧ 6.0 |

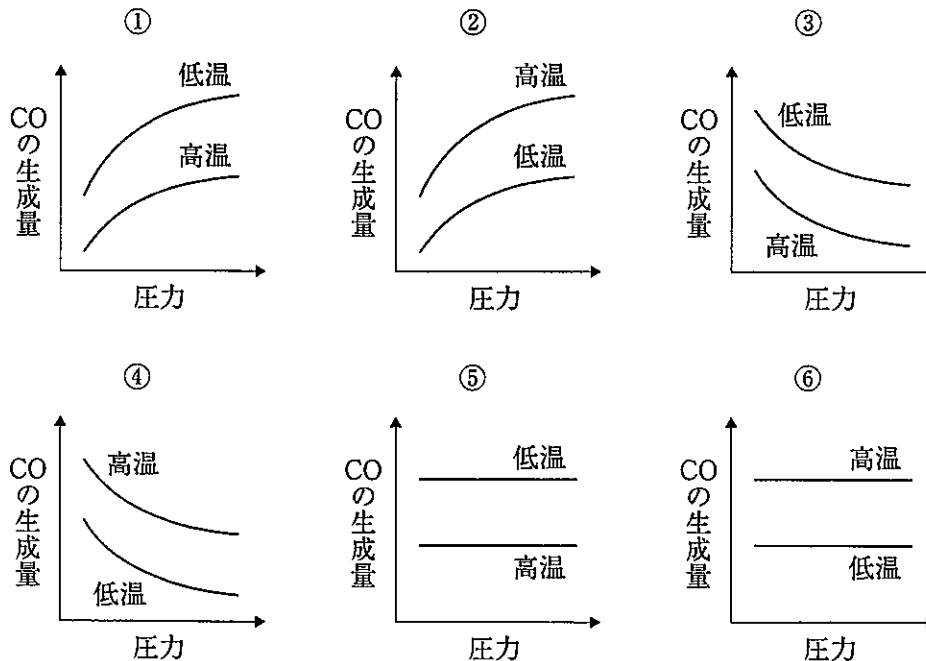
14 文章中の **ア** , **イ** にあてはまる数値の組合せとして、正しいものはどれか。最も適当なものを、①～⑨の中から1つ選べ。ただし、発生する気体は水溶液に溶解しないものとする。

	ア	イ
①	0.0155	348
②	0.0155	697
③	0.0155	1390
④	0.0311	348
⑤	0.0311	697
⑥	0.0311	1390
⑦	0.0622	348
⑧	0.0622	697
⑨	0.0622	1390

15 炭素 C に二酸化炭素 CO₂ を反応させると、一酸化炭素 CO を生じる。この反応は吸熱反応であり、次式で表される平衡状態に達する。



温度・圧力と CO の生成量との関係を正しく表したグラフはどれか。最も適当なものを、①～⑥の中から1つ選べ。



次の文を読み、16、17の問いに答えよ。

過酸化水素 H_2O_2 の水溶液はオキシドールとよばれ、消毒殺菌剤として使われている。開封後しばらく放置されたオキシドールがある。このオキシドール中の過酸化水素の濃度を調べるために、過マンガン酸カリウム KMnO_4 水溶液を用いて酸化還元滴定（【操作1】～【操作3】）を行った。なお、過マンガン酸カリウムは、ア であると同時に、指示薬としても機能している。

【操作1】 イ を用いてこのオキシドール 10.0 mL を ウ にはかり取り、水を加えて体積が 10 倍となるように正確に希釈した。

【操作2】 イ を用いて【操作1】の水溶液 10.0 mL をコニカルビーカーにはかり取り、希硫酸を加えて酸性にした。

【操作3】 0.020 mol/L の過マンガン酸カリウム水溶液を褐色ビュレットに入れ、【操作2】の水溶液を滴定すると、16.0 mL 加えたところで過マンガン酸カリウムの赤紫色が消失しなくなり、溶液が薄い赤紫色になった。

16 文章中の ア ～ ウ にあてはまる語句の組合せとして、正しいものはどれか。最も適当なものを、①～⑧の中から1つ選べ。

	ア	イ	ウ
①	還元剤	駒込ピペット	メスシリンダー
②	還元剤	駒込ピペット	メスフラスコ
③	還元剤	ホールピペット	メスシリンダー
④	還元剤	ホールピペット	メスフラスコ
⑤	酸化剤	駒込ピペット	メスシリンダー
⑥	酸化剤	駒込ピペット	メスフラスコ
⑦	酸化剤	ホールピペット	メスシリンダー
⑧	酸化剤	ホールピペット	メスフラスコ

17 希釈前のオキシドール中に含まれる過酸化水素の質量パーセント濃度 (%) はいくらか。最も適当なものを、①～⑧の中から1つ選べ。ただし、オキシドールの密度を 1.00 g/mL とする。

- | | | | |
|-------|-------|-------|-------|
| ① 1.4 | ② 1.7 | ③ 2.0 | ④ 2.4 |
| ⑤ 2.7 | ⑥ 3.0 | ⑦ 3.3 | ⑧ 3.6 |

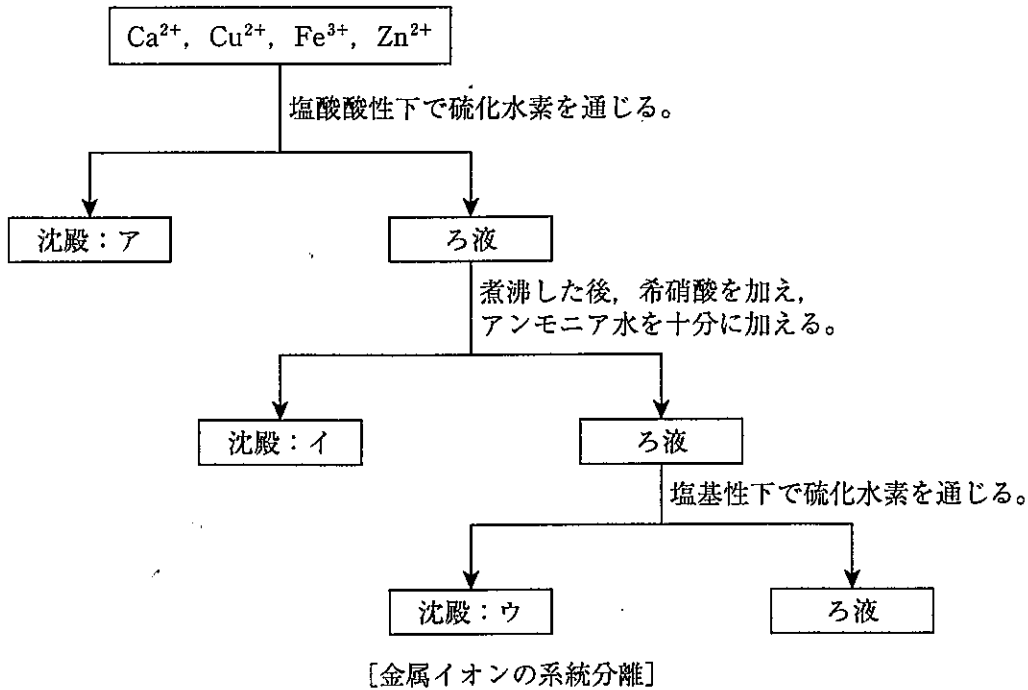
18 日常生活を支える物質に関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。①～⑤の中から1つ選べ。

- ① 銅は、電気伝導性が高いため電線などに用いられている。
- ② 鉄を亜鉛でめっきしたものは、トタンとして建材などに用いられている。
- ③ 高純度の石英ガラスは、光透過性が高いため光ファイバーとして用いられている。
- ④ シリカゲルは、多孔質の固体で表面積が大きいため、乾燥剤として用いられている。
- ⑤ アルミニウムは、ボーキサイトから少量の電力で製造される金属であり、缶や1円硬貨などに用いられている。

19 窒素とリンの単体およびそれらの化合物に関する次の記述のうち、正しいものはどれか。①～⑤の中から1つ選べ。

- ① 一酸化窒素は、銅に濃硝酸を反応させることで発生する。
- ② 二酸化窒素は、無色の気体である。
- ③ 硝酸は、 HNO_2 の化学式で表される。
- ④ 黄リンと赤リンは、リンの同位体である。
- ⑤ リンを空気中で燃焼させると、十酸化四リンとなる。

- 20 Ca^{2+} , Cu^{2+} , Fe^{3+} , Zn^{2+} を含む水溶液から、下図に示す手順により各金属イオンを分離した。各操作で生じる沈殿ア～ウの名称の組合せとして、正しいものはどれか。最も適当なものを、①～⑧の中から1つ選べ。



	ア	イ	ウ
①	硫化亜鉛	水酸化カルシウム	硫化銅(Ⅱ)
②	硫化亜鉛	水酸化鉄(Ⅲ)	硫化銅(Ⅱ)
③	硫化亜鉛	水酸化銅(Ⅱ)	硫化カルシウム
④	硫化亜鉛	水酸化カルシウム	硫化鉄(Ⅲ)
⑤	硫化銅(Ⅱ)	水酸化鉄(Ⅲ)	硫化カルシウム
⑥	硫化銅(Ⅱ)	水酸化亜鉛	硫化鉄(Ⅲ)
⑦	硫化銅(Ⅱ)	水酸化カルシウム	硫化亜鉛
⑧	硫化銅(Ⅱ)	水酸化鉄(Ⅲ)	硫化亜鉛

- 21 ベンゼンに関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。①～⑥の中から1つ選べ。

- ① 分子中のすべての原子は、同一平面上に存在する。
- ② 1 mol のベンゼンが完全燃焼するとき、3 mol の水が生成する。
- ③ 水よりも密度が小さい。
- ④ 芳香族化合物である。
- ⑤ 濃硫酸を加えて加熱することにより、水に可溶で強い酸性を示す化合物が生成する。
- ⑥ 不飽和結合をもつため、付加反応を起こしやすい。

22 次の化合物のうち、炭素と酸素の原子間に二重結合が存在しないものはどれか。①～⑤の中から1つ選べ。

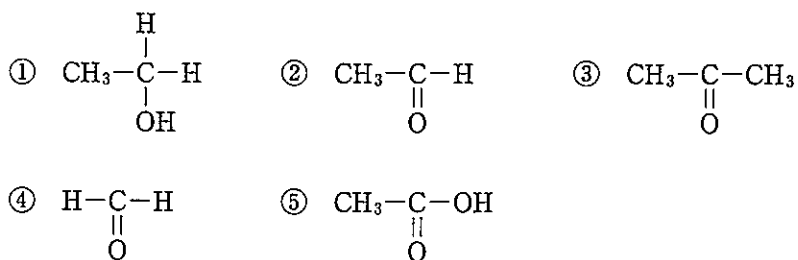
- ① アセトアルデヒド ② 安息香酸 ③ 酒石酸
 ④ グリセリン ⑤ アセトン

23 次の文章中の ア、イ にあてはまる数の組合せとして、正しいものはどれか。①～⑨の中から1つ選べ。

分子式 C_4H_8 で表される炭化水素の構造異性体には、鎖状構造のものが ア 種類存在し、環状構造のものが イ 種類存在する。なお、シス-トランス異性体（幾何異性体）については同一の化合物として扱うものとする。

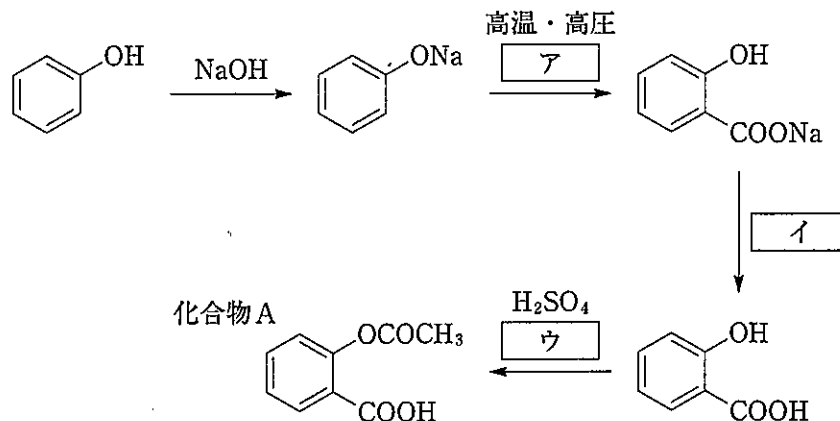
	ア	イ
①	2	1
②	3	1
③	4	1
④	2	2
⑤	3	2
⑥	4	2
⑦	2	3
⑧	3	3
⑨	4	3

24 次の有機化合物のうち、ヨードホルム反応と銀鏡反応のどちらも起こらないものはどれか。①～⑤の中から1つ選べ。



次の文を読み、25、26の問いに答えよ。

下図はフェノールを原料とした化合物Aの合成経路を示したものである。ただし、各反応は適切な条件下で行われているものとする。



25 図中のア～ウにあてはまる試薬の組合せとして、正しいものはどれか。最も適当なものを、①～⑧の中から1つ選べ。

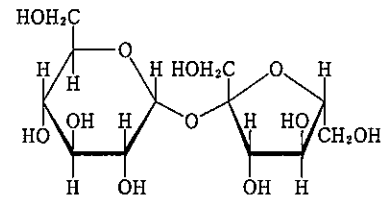
	ア	イ	ウ
①	CO ₂	NaHCO ₃	CH ₃ OH
②	H ₂	H ₂ SO ₄	(CH ₃ CO) ₂ O
③	CO ₂	H ₂ SO ₄	CH ₃ OH
④	H ₂	NaHCO ₃	(CH ₃ CO) ₂ O
⑤	CO ₂	H ₂ SO ₄	(CH ₃ CO) ₂ O
⑥	H ₂	NaHCO ₃	CH ₃ OH
⑦	CO ₂	NaHCO ₃	(CH ₃ CO) ₂ O
⑧	H ₂	H ₂ SO ₄	CH ₃ OH

26 化合物Aとその合成経路に関する次の記述のうち、正しいものはどれか。①～⑤の中から1つ選べ。

- ① フェノールのヒドロキシ基は、水溶液中で電離し強い酸性を示す。
- ② ウの試薬を用いて行われた反応名は、メチル化である。
- ③ 化合物Aに塩化鉄(Ⅲ)水溶液を加えると、赤紫色を呈する。
- ④ 化合物Aは、解熱鎮痛剤として用いられる。
- ⑤ 化合物Aの2つの置換基は、互いにパラ位の位置にある。

次の文を読み、27 ～ 29 の間に答えよ。

右図は二糖 A ($C_{12}H_{22}O_{11}$, 分子量 342) の構造式である。二糖 A はサトウキビの茎やテンサイの根の中に多く含まれており、その水溶液は還元性を ア。二糖 A は、希硫酸と加熱するか酵素を作用させることで加水分解され、グルコースと イ の等量混合物を生じる。この等量混合物を転化糖といい、ハチミツの主要成分である。二糖 A 119.7 g を加水分解した後、生成した単糖をアルコール発酵すると、エタノール (C_2H_5OH , 分子量 46.0) は最大で ウ g 得られる。



[二糖 A の構造式]

27 文章中の ア , イ にあてはまる語句の組合せとして、正しいものはどれか。①～⑧の中から 1 つ選べ。

	ア	イ
①	示す	ガラクトース
②	示さない	ガラクトース
③	示す	ラクトース
④	示さない	ラクトース
⑤	示す	フルクトース
⑥	示さない	フルクトース
⑦	示す	マルトース
⑧	示さない	マルトース

28 下線で示した酵素に関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。①～⑤の中から 1 つ選べ。

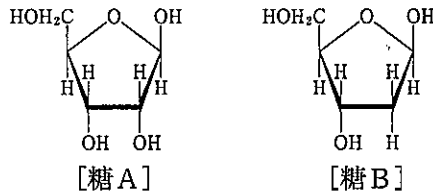
- ① 基質が結合して作用する部位が存在する。
- ② 二糖 A は、インベルターゼにより加水分解される。
- ③ 一般に、高温ほど反応速度は、上昇する。
- ④ 触媒として働くときの反応速度は、水溶液の pH の影響を受ける。
- ⑤ タンパク質を主体とした高分子化合物である。

29 文章中の ウ にあてはまる数値はどれか。最も適当なものを、①～⑥の中から 1 つ選べ。

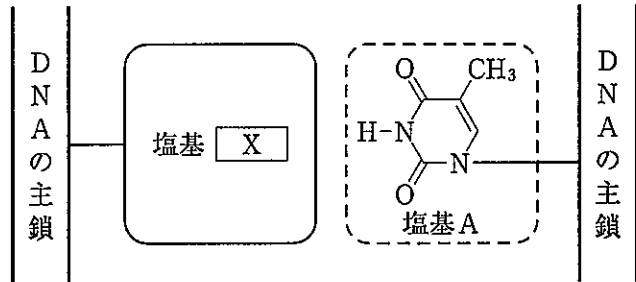
- ① 16.1 ② 32.2 ③ 64.4 ④ 131 ⑤ 263 ⑥ 526

次の文を読み、**30**、**31**の問いに答えよ。

すべての生物の細胞には、リン酸・糖・塩基が結合したヌクレオチドが多数連なった核酸と呼ばれる直鎖状の化合物が存在し、遺伝情報の伝達の中心的な役割を果たしている。核酸のうち、遺伝子の本体はDNAであり主にヒトの細胞では**ア**に存在する。DNAの糖は図1の**イ**であり、塩基は4種類から構成されている。2本の鎖状のDNA分子は、二重らせん構造をとっており、その塩基間は**ウ**によって塩基対を形成している。例えば、DNAの二重らせん構造中の塩基の相補性を示した図2において、塩基Aは**X**と塩基対を作り、**Y**つの**ウ**を形成している。



[図1 核酸を構成する糖の構造]



[図2 DNAの二重らせん構造中の塩基の相補性]

30 文章中の**ア**～**ウ**にあてはまる語句の組合せとして、正しいものはどれか。①～⑧の中から1つ選べ。

	ア	イ	ウ
①	核	糖A	水素結合
②	細胞質	糖A	水素結合
③	核	糖B	水素結合
④	細胞質	糖B	水素結合
⑤	核	糖A	イオン結合
⑥	細胞質	糖A	イオン結合
⑦	核	糖B	イオン結合
⑧	細胞質	糖B	イオン結合

31 文章中の**X**、**Y**にあてはまる語句の組合せとして、正しいものはどれか。①～⑧の中から1つ選べ。

	X	Y
①	グアニン	2
②	チミン	2
③	シトシン	2
④	アデニン	2
⑤	グアニン	3
⑥	チミン	3
⑦	シトシン	3
⑧	アデニン	3

余 白

余 白

余 白