日本大学

2022 年度　N 方式第 1 期　化学

（60 分）

原子量　H：1.01，C：12.0，O：16.0，Ne：20.2，S：32.1，Ar：40.0，Pb：207
標準状態における気体のモル体積　22.4 L/mol
気体定数　$R = 8.3 \times 10^3$ Pa·L/(K·mol)
ファラデー定数　$F = 9.65 \times 10^4$ C/mol

I 物質の構成，化学結合および物質の状態に関する，次の (1)〜(6) に答えなさい。

(1)　第 1 周期から第 3 周期までの元素のうち，イオン化エネルギーが最も大きいものを，［ 1 ］の解答群から一つ選びなさい。

［ 1 ］の解答群

① Cl　② F　③ H

④ He　⑤ Mg　⑥ Na

(2)　同一周期で比較したとき，電子親和力が最も大きい元素はどの族に含まれるか，［ 2 ］の解答群から一つ選びなさい。

［ 2 ］の解答群

①　1 族　②　2 族　③　3 族

④ 16 族　⑤ 17 族　⑥ 18 族

(3)　次の文章中の空欄［ ア ］〜［ ウ ］にあてはまる語句または化学式の組合せとして最も適するものを，［ 3 ］の解答群から一つ選びなさい。

イオン結合は陽イオンと陰イオンが［ ア ］力によって引き合って結びつく結合であり，カルシウムイオンとリン酸イオンがイオン結合によって結びついた物質の組成式は［ イ ］で表される。また，フッ化ナトリウム NaF と臭化ナトリウム NaBr を比較すると，［ ウ ］はイオン間の［ ア ］力がより強く融点は高い。

3 の解答群

	ア	イ	ウ
①	クーロン	$Ca_2(PO_4)_3$	NaF
②	クーロン	$Ca_2(PO_4)_3$	NaBr
③	クーロン	$Ca_3(PO_4)_2$	NaF
④	クーロン	$Ca_3(PO_4)_2$	NaBr
⑤	ファンデルワールス	$Ca_2(PO_4)_3$	NaF
⑥	ファンデルワールス	$Ca_2(PO_4)_3$	NaBr
⑦	ファンデルワールス	$Ca_3(PO_4)_2$	NaF
⑧	ファンデルワールス	$Ca_3(PO_4)_2$	NaBr

(4) 非共有電子対の数が最も多い分子を, 4 の解答群から一つ選びなさい。

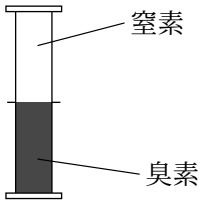
4 の解答群

① CCl_4　② CO_2　③ HCN

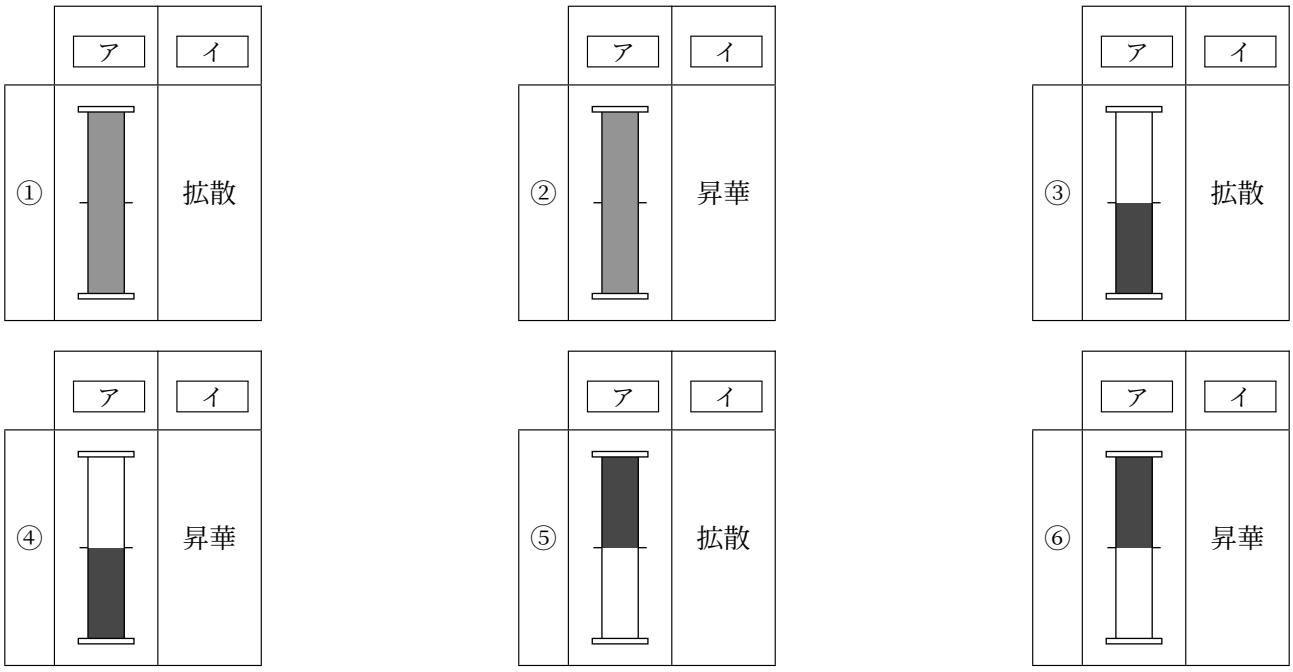
④ H_2O　⑤ N_2　⑥ NH_3

(5) 次の文章中の空欄 ア , イ にあてはまる図または語句の組合せとして最も適するものを, 5 の解答群から一つ選びなさい。

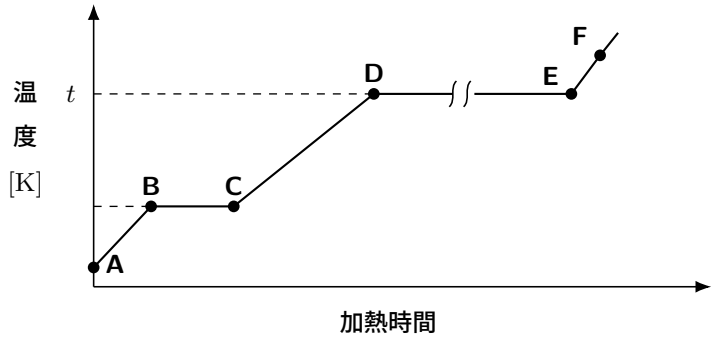
赤褐色の気体の臭素が入った容器の上に窒素が入った容器を逆さまにかぶせて，上下の容器の仕切りを外した直後は図のようになる。しばらく放置しておくと，容器の中は ア のようになる。このとき見られる現象を イ という。



5 の解答群



(6) 次の図は，1 気圧（1.01×10^5 Pa）のもとで一定量の氷を 223 K から加熱したときの加熱時間と温度の関係を表したものである。この図に関する記述として正しいものを，6 の解答群から一つ選びなさい。



6 の解答群

① 点 B から点 C の間で起こっている現象は凝縮である。

② 点 D から点 E の間で起こっている現象は融解である。

③ 図中の温度 t は 273 K である。

④ 点 A では，分子は熱運動をしていない。

⑤ 点 C と点 D を比べると，点 D の方が分子の熱運動が激しい。

⑥ 点 A と点 F では，点 F の方が分子間の距離が小さい。

II 酸化還元反応に関する，次の (1)〜(3) に答えなさい。

(1) 下線部の物質が酸化剤としてはたらいている反応を，7 の解答群から一つ選びなさい。

7 の解答群

① $2\underline{KBr} + I_2 \longrightarrow 2\,KI + Br_2$

② $2\underline{HCl} + Ca(OH)_2 \longrightarrow CaCl_2 + 2\,H_2O$

③ $\underline{MnO_2} + 4\,HCl \longrightarrow MnCl_2 + 2\,H_2O + Cl_2$

④ $\underline{Cu} + 4\,HNO_3 \longrightarrow Cu(NO_3)_2 + 2\,H_2O + 2\,NO_2$

⑤ $\underline{Na_2CO_3} + 2\,HCl \longrightarrow 2\,NaCl + H_2O + CO_2$

⑥ $2\underline{H_2S} + SO_2 \longrightarrow 3\,S + 2\,H_2O$

(2) 硫酸酸性下において，二クロム酸カリウムと過酸化水素は次のように反応する。ただし，化学反応式の a〜f は係数である。

$$a\,K_2Cr_2O_7 + b\,H_2SO_4 + 3H_2O_2 \longrightarrow c\,Cr_2(SO_4)_3 + d\,H_2O + e\,O_2 + f\,K_2SO_4$$

この化学反応式の係数 d はいくらか。最も適するものを，8 の解答群から一つ選びなさい。

8 の解答群

① 3　② 4　③ 5　④ 6　⑤ 7　⑥ 8

(3)　金属 A〜F は次のいずれかである。これらについて，以下の**実験 1〜6** を行った。

ナトリウム，銅，金，ニッケル，銀，亜鉛

実験 1　常温の水とは，C だけが激しく反応して水素が発生した。

実験 2　C 以外の金属を高温の水蒸気と反応させると，D だけが反応して水素が発生した。

実験 3　C，D 以外の金属をそれぞれ希塩酸へ入れると，A だけが反応して水素が発生した。

実験 4　A，C，D 以外の金属をそれぞれ希硝酸に入れると，E と F は溶解したが，B は溶解しなかった。

実験 5　B は王水に溶解した。

実験 6　F の陽イオンを含む水溶液に E を浸すと，E が溶解するとともに F が析出した。

1)　金属 D として正しいものを，[9] の解答群から一つ選びなさい。

[9] の解答群

① ナトリウム　② 銅　③ 金

④ ニッケル　⑤ 銀　⑥ 亜鉛

2)　金属 E として正しいものを，[10] の解答群から一つ選びなさい。

[10] の解答群

① ナトリウム　② 銅　③ 金

④ ニッケル　⑤ 銀　⑥ 亜鉛

III 気体の性質に関する，次の (1) および (2) に答えなさい。ただし，ここで扱う気体はすべて理想気体とする。

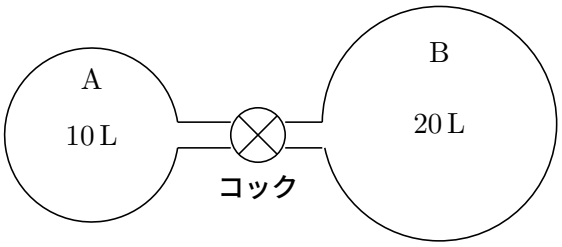
(1)　47 ℃において，7.2 g のある気体 X を容積 2.0 L の密閉容器に入れたところ，その圧力は 3.2×10^5 Pa を示した。気体 X の分子量はいくらか。最も近いものを，[11] の解答群から一つ選びなさい。

[11] の解答群

① 8.0　② 16　③ 24

④ 30　⑤ 44　⑥ 60

(2) 図のような連結装置を用いて，一定温度のもと，次の実験を行った。まず，コックを閉じた状態で容積 10 L の容器 A にアルゴン 2.0 mol を封入したところ，その圧力は 6.0×10^5 Pa を示した。また，容積 20 L の容器 B にはある量のネオンを封入した。その後，コックを開けて放置すると，容器内の全圧は 5.0×10^5 Pa となった。ただし，コックと連結部分の容積は無視できるものとする。



1) 「混合気体の全圧は，その成分気体の分圧の和に等しい」という分圧の法則を発見した人物を，[12] の解答群から一つ選びなさい。

[12] の解答群

① アボガドロ　② ファラデー　③ ファントホッフ
④ ドルトン　⑤ ヘス　⑥ ヘンリー

2) 容器 B に封入したネオンの物質量はいくらか。最も近いものを，[13] の解答群から一つ選びなさい。

[13] の解答群

① 1.0 mol　② 2.0 mol　③ 3.0 mol
④ 4.0 mol　⑤ 5.0 mol　⑥ 6.0 mol

3) コックを開けた状態で，混合気体の平均分子量はいくらか。最も近いものを，[14] の解答群から一つ選びなさい。

[14] の解答群

① 26　② 28　③ 30
④ 32　⑤ 34　⑥ 36

Ⅳ 物質の変化と平衡に関する，次の (1)〜(4) に答えなさい。

(1) ある量の二酸化炭素を 1.0×10^{-2} mol/L の水酸化バリウム $Ba(OH)_2$ 水溶液 100 mL にすべて吸収させたのち，生じた沈殿炭酸バリウム $BaCO_3$ をろ過した。ろ液を 2.0×10^{-2} mol/L の塩酸で滴定したところ終点までに 30 mL を要した。このとき，水酸化バリウム水溶液に吸収させた二酸化炭素の体積は標準状態で何 mL か。最も近いものを，[15] の解答群から一つ選びなさい。

[15] の解答群

① 7.8 mL　② 16 mL　③ 31 mL

④ 78 mL　⑤ 1.6×10^{2} mL　⑥ 3.1×10^{2} mL

(2) 以下の溶質を水に溶かし 1.0×10^{-3} mol/L の水溶液にした。このとき，**溶質**と**水溶液の性質**の組合せとして正しいものを，[16] の解答群から一つ選びなさい。

[16] の解答群

	溶質	水溶液の性質
①	塩化カリウム	酸性
②	塩化アンモニウム	中性
③	硝酸カリウム	塩基性
④	炭酸ナトリウム	酸性
⑤	硫酸銅 (Ⅱ)	塩基性
⑥	酢酸ナトリウム	塩基性

(3) 塩化銀 AgCl の固体を含む飽和水溶液 10 mL が試験管に入っている。そこに 3.0 mol/L の塩化ナトリウム水溶液を 0.10 mL 加えた。このときの**試験管内のようす**と水溶液中の**塩化物イオンの濃度**は加える前と比べてどうなるか。変化の組合せとして最も適するものを, 17 の解答群から一つ選びなさい。

17 の解答群

	試験管内のようす	塩化物イオンの濃度
①	溶液が白濁する	増加する
②	溶液が白濁する	減少する
③	変化しない	増加する
④	変化しない	減少する
⑤	固体が溶解する	増加する
⑥	固体が溶解する	減少する

(4) ある濃度の過酸化水素 H_2O_2 水溶液 100 mL に触媒として酸化マンガン (Ⅳ)MnO_2 を加えたところ, 分解反応が進行し, 5 分間で 0.012 mol の酸素が発生した。この 5 分間における過酸化水素の分解速度は何 mol/(L·min) か。最も近いものを, 18 の解答群から一つ選びなさい。ただし, 分解反応における溶液の体積変化は無視する。

18 の解答群

① 0.0060 mol/(L·min)　② 0.012 mol/(L·min)　③ 0.024 mol/(L·min)

④ 0.030 mol/(L·min)　⑤ 0.036 mol/(L·min)　⑥ 0.048 mol/(L·min)

V 無機物質に関する，次の (1)〜(4) に答えなさい。

(1) 次の酸化物のうち，塩酸にも水酸化ナトリウム水溶液にもよく溶けるものはいくつあるか。最も適するものを，[19] の解答群から一つ選びなさい。

酸化銅 (Ⅱ)　　二酸化ケイ素　　酸化亜鉛　　酸化鉄 (Ⅲ)　　酸化アルミニウム

[19] の解答群

① 1　　② 2　　③ 3　　④ 4　　⑤ 5　　⑥ 0

(2) アルカリ金属に関する記述として正しいものを，[20] の解答群から一つ選びなさい。

[20] の解答群

① リチウム Li は黄色の炎色反応を示す。

② ナトリウム Na の単体は水中に保存する。

③ 水酸化ナトリウムの固体には潮解性がある。

④ 水酸化ナトリウム水溶液を保存するときは，ガラス瓶とガラス栓を用いる。

⑤ ナトリウムとカリウム K では，融点はカリウムの方が高い。

⑥ カリウムの単体は，塩化カリウム KCl 水溶液を電気分解することで得られる。

(3) 次の文章中の空欄 ア ～ ウ にあてはまる語句の組合せとして最も適するものを，21 の解答群から一つ選びなさい。

炭酸ナトリウム Na_2CO_3 はガラスやセッケンなどの原料となり，製造方法はアンモニアソーダ法または開発者の名前をとって ア 法とよばれる。

この方法ではまず，食塩水にアンモニアを十分に溶かし，ここに イ を通じると ウ が沈殿する。この沈殿を加熱すると，熱分解により炭酸ナトリウムが得られる。このとき副生成物として得られる イ は再利用される。

21 の解答群

	ア	イ	ウ
①	オストワルト	一酸化炭素	炭酸水素アンモニウム
②	ハーバー・ボッシュ	一酸化炭素	炭酸水素ナトリウム
③	ソルベー	一酸化炭素	炭酸水素アンモニウム
④	オストワルト	二酸化炭素	炭酸水素ナトリウム
⑤	ハーバー・ボッシュ	二酸化炭素	炭酸水素アンモニウム
⑥	ソルベー	二酸化炭素	炭酸水素ナトリウム

(4) 鉛蓄電池は，鉛 Pb 電極および酸化鉛 (IV)PbO_2 電極を希硫酸 H_2SO_4 に浸して，両電極とする構造をもつ。この鉛蓄電池を 10 分間放電したところ，電流の平均値は 0.965 A であった。放電の前後で正極の質量は何 g 変化するか。最も近いものを，22 の解答群から一つ選びなさい。

22 の解答群

① 4.80×10^{-2} g 増加する　② 9.60×10^{-2} g 増加する　③ 0.192 g 増加する

④ 4.80×10^{-2} g 減少する　⑤ 9.60×10^{-2} g 減少する　⑥ 0.192 g 減少する

VI 有機化合物の性質と反応に関する，次の文章を読み，下の (1)〜(5) に答えなさい。

アルキンは分子式 C_nH_{2n-2} で表される炭素間に三重結合を一つもつ鎖式炭化水素である。

最も単純なアルキンであるアセチレンに塩化水素を付加させると化合物 A が，酢酸を付加させると化合物 B が得られ，これらはいずれも合成高分子の原料となる。また，アセチレンに水を付加させると，不安定な化合物 C を経て化合物 D が得られる。

一方，アセチレンを赤熱した鉄に接触させると 3 分子のアセチレンが重合（三分子重合）して，ベンゼンが得られる。

(1)　化合物 A を，[23] の解答群から一つ選びなさい。

[23] の解答群

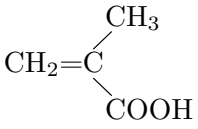
① クロロメタン　　② クロロエタン

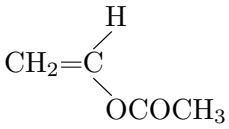
③ ジクロロメタン　　④ 塩化ビニル

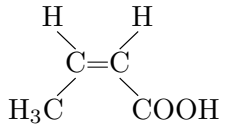
⑤ シス-1,2-ジクロロエチレン　　⑥ トランス-1,2-ジクロロエチレン

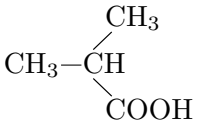
(2)　化合物 B の構造を，[24] の解答群から一つ選びなさい。

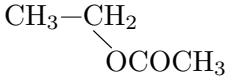
[24] の解答群

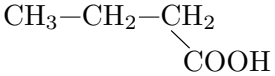
①


②


③


④


⑤


⑥


(3)　化合物 C および化合物 D に関する記述として正しいものを，[25]，[26] の解答群から二つ選びなさい。ただし，解答の順序は問わない。

[25]，[26] の解答群

① 化合物 C は，ヒドロキシ基をもつ。

② 化合物 C は，不斉炭素原子をもつ。

③ 化合物 C の分子量は，化合物 D の分子量よりも小さい。

④ 化合物 D は，ケトンである。

⑤ 化合物 D をフェーリング液に加えて温めると，黒色の酸化銅 (Ⅱ)CuO が生じる。

⑥ 化合物 D は，ヨードホルム反応を示す。

(4)　プロピン C_3H_4 を三分子重合したときに生成する芳香族炭化水素として考えられる構造はいくつある

か。最も適するものを，[27] の解答群から一つ選びなさい。

[27] の解答群

① 1　② 2　③ 3　④ 4　⑤ 5　⑥ 6

(5) 分子式 C_4H_6 で表される鎖式炭化水素として考えられる構造は，アルキンを含めていくつあるか。最も適するものを，[28] の解答群から一つ選びなさい。

[28] の解答群

① 1　② 2　③ 3　④ 4　⑤ 5　⑥ 6

VII 合成高分子に関する，次の文章を読み，下の (1) および (2) に答えなさい。

フェノール C_6H_5OH とホルムアルデヒド HCHO を酸触媒を用いて付加縮合させると，ノボラックとよばれる低重合度の生成物が得られる。これに硬化剤を加えて加圧・加熱すると，熱硬化性樹脂であるフェノール樹脂が得られる。

(1) 次の高分子のうち，熱硬化性樹脂に分類されるものはいくつあるか。最も適するものを，[29] の解答群から一つ選びなさい。

ポリエチレン　ポリスチレン　尿素樹脂　ポリプロピレン　シリコーン樹脂

[29] の解答群

① 1　② 2　③ 3　④ 4　⑤ 5　⑥ 0

(2) フェノール 47 g とホルムアルデヒド 15 g を過不足なく付加縮合させると，何 g のノボラックが得られるか。最も近いものを，[30] の解答群から一つ選びなさい。

[30] の解答群

① 46 g　② 49 g　③ 53 g
④ 57 g　⑤ 60 g　⑥ 62 g