

※数学・化学・生物 から1科目選択

【注意事項】

試験時間 60分

1. 試験時間は60分である。
2. 問題は1頁から5頁までである。別に解答用紙が配付される。
3. 解答用紙と問題冊子のそれぞれに受験番号および氏名を記入すること。
4. 解答は解答用紙の所定の欄に記入すること。
5. 終了後、問題冊子は解答用紙とともに机上に置いておくこと。持ち帰ってはいけない。

注意：1. 解答は必ず解答用紙の所定の欄に記入すること。ただし、記号で答えられるものはすべて記号で答えよ。

2. 必要があれば、次の値を用いよ。

原子量 H:1.0 C:12.0 N:14.0 O:16.0

標準状態における気体1molの体積 22.4L

[I] 次の問1～問5に答えよ。

問1 次の物質のうち、分子数をもっとも多いものはどれか。

- (ア) 3gの水素 (イ) 9gの水 (ウ) 14gの窒素
(エ) 1molの二酸化炭素 (オ) 標準状態で11.2Lのネオン

問2 硫黄、カリウム、酸素、ネオン、フッ素、リチウムに関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。

- (ア) これらの元素の原子のうち、フッ素原子がもっとも陰イオンになりやすい。
(イ) これらの元素の原子のうち、リチウム原子がもっとも陽イオンになりやすい。
(ウ) リチウムとカリウムは同族元素である。
(エ) ネオンは希ガス元素である。
(オ) 硫黄原子の価電子の数は、酸素原子の価電子の数と等しい。

問3 次の分子のうち、非共有電子対の数が2組であるものはどれか。

- (ア) アンモニア (イ) 窒素 (ウ) 二酸化炭素
(エ) フッ化水素 (オ) メタン

問4 水素に関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。

- (ア) 質量数2の水素原子の原子核は陽子1個と中性子1個からなる。
(イ) 水が電気分解されると水素が発生する。
(ウ) アルミニウムに希硫酸を加えると水素が発生する。
(エ) 水素は熱した酸化銅(II)から酸素を奪う。
(オ) 水素は常温で淡青色の気体である。

問5 次の物質のうち、常温・常圧において固体であり、水に溶けやすく、その水溶液が酸性を示すものはどれか。

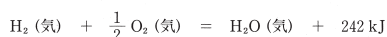
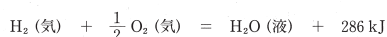
- (ア) 一酸化炭素 (イ) 二酸化硫黄 (ウ) 二酸化ケイ素
(エ) 十酸化四リン (オ) 酸化カルシウム

[II] 物質の状態変化に関する次の文章を読んで、問1～問3に答えよ。

一定圧力のもとで、ある純物質の温度を下げていくと、その純物質が気体から液体に変化した。このような物質の状態変化を (1) という。さらに温度を下げていくと、液体から固体に変化した。この状態変化を (2) という。一方、液体に熱を加えると、他の分子との引力に打ち勝つだけのエネルギーをもった分子が液体の表面から飛び出して、液体の一部が気体になる。このような液体から気体への変態変化を (3) という。物質が固体から液体に変化するときに吸収する熱は (4) 熱とよばれる。また、物質1gの温度を1K上げるのに必要な熱量を (5) という。

問1 文中の (1)～(5) に当てはまる語をそれぞれ書け。

問2 次の熱化学方程式から、 1.013×10^5 Pa、 25°C において1.0gの水が蒸発するときに吸収する熱量 [kJ] を求め、有効数字2桁で答えよ。ただし、熱化学方程式に示した反応熱の値は、 1.013×10^5 Pa、 25°C におけるものである。



問3 上の文章に述べられている状態変化のほかに、昇華という状態変化がある。昇華とはどのような状態変化であるかを説明せよ (50字以内)。

[III] 次の問1～問3に答えよ。

問1 シュウ酸二水和物 $(\text{COOH})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ の結晶を用いて、0.50 mol/L シュウ酸水溶液を1.0Lつくりたい。どのようにしてつくるかを書け。ただし、溶液をつくるのに必要なシュウ酸二水和物の結晶の質量 [g] を有効数字2桁で示し、体積を量る器具を含めて具体的に書くこと (70字以内)。

問2 次の物質の水溶液のうち、2番目に酸性が強いものはどれか。

- (ア) 安息香酸 (イ) 二酸化炭素 (ウ) フェノール (エ) ベンゼンスルホン酸

問3 希硫酸に亜鉛板と銅板を浸し、この2つの金属板を導線でつないだ。次の記述のうち、正しいものはどれか。

- (ア) 銅板から亜鉛板へ電流が流れ、銅も亜鉛も溶ける。
(イ) 銅板から亜鉛板へ電流が流れ、銅のみが溶ける。
(ウ) 銅板から亜鉛板へ電流が流れ、亜鉛のみが溶ける。
(エ) 亜鉛板から銅板へ電流が流れ、銅も亜鉛も溶ける。
(オ) 亜鉛板から銅板へ電流が流れ、銅のみが溶ける。
(カ) 亜鉛板から銅板へ電流が流れ、亜鉛のみが溶ける。

[IV] 次の文章を読んで問1、問2に答えよ。

硫酸マグネシウムのみを不純物として含む塩化ナトリウムに対して以下の操作を行ったところ、不純物の少ない塩化ナトリウムの結晶が得られた。

〈操作1〉 不純物を含む塩化ナトリウムを水に溶かしたのち、Aの水溶液を加えると、硫酸イオンはBとして沈殿した。沈殿が生じなくなるまでAの水溶液を加えたのち、Bをろ過して除き、ろ液Iを得た。

〈操作2〉 ろ液Iに、Cの水溶液を加えると沈殿が生じた。この沈殿は、マグネシウムイオンがCと反応して生じたDと、Aの水溶液に含まれていたイオンがCと反応して生じたEからなると考えられる。沈殿が生じなくなるまでCの水溶液を加えたのち、沈殿をろ過し、ろ液IIを得た。

〈操作3〉 ろ液IIに十分量の塩酸を加えると、ろ液II中に溶けているCと反応してF(気体)が発生した。ここで得られた水溶液を加熱濃縮すると、不純物の少ない塩化ナトリウムの結晶が析出した。

問1 A、B、C、D、Eのそれぞれに当てはまる物質の化学式を、次のうちから選べ。

- (ア) BaCl_2 (イ) BaCO_3 (ウ) BaSO_4 (エ) MgCl_2
(オ) MgCO_3 (カ) Na_2CO_3 (キ) Na_2SO_4

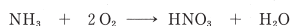
問2 Fの物質名を書け。

[V] 窒素の化合物に関する次の問1～問3に答えよ。

問1 次のうち、実験室でアンモニアを発生させるもっとも適切な方法はどれか。

- (ア) 鉄触媒を用いて室温で窒素と水素を直接反応させる。
- (イ) 硝酸ナトリウムに濃硫酸を加えて加熱する。
- (ウ) 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。
- (エ) ホタル石に濃硫酸を加えて加熱する。
- (オ) さらし粉に塩酸を加える。

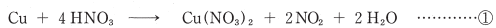
問2 工業的な硝酸の製造法であるオストワルト法では、アンモニアを空気で酸化して得られる二酸化窒素を水に吸収させることにより、硝酸がつくられる。アンモニアから硝酸ができるまでの反応をまとめると、次の化学反応式で表すことができる。



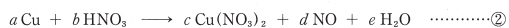
1.00 kgのアンモニアをすべて硝酸にするために必要な空気の体積は、標準状態で何Lか。空気の体積の20.0%が酸素であるとして、有効数字3桁で答えよ。

問3 銅と硝酸の反応は、以下の化学反応式①および②で示される。ただし、化学反応式②における $a \sim e$ は係数である。次の(1)～(4)の問いに答えよ。

銅と濃硝酸の反応



銅と希硝酸の反応



- (1) 化学反応式②の係数 $a \sim e$ を求めよ。
- (2) 二酸化窒素の捕集に適した方法は次のうちどれか。
(ア) 下方置換 (イ) 上方置換 (ウ) 水上置換
- (3) 一酸化窒素に室温で酸素を混合したときに何が起こるか。次のうちから、正しいものを選び。
(ア) 爆発的に燃える。
(イ) 赤褐色の気体が生じる。
(ウ) 赤褐色であった気体の色が無色になる。
(エ) 白煙を生じる。
- (4) 硝酸は、化学反応式①や②のように銅と反応するが、鉄やアルミニウムに濃硝酸を加えると、金属表面に緻密な酸化皮膜ができてそれ以上反応しなくなる。この反応しなくなった状態を何というか。

[VI] 次の問1～問4に答えよ。

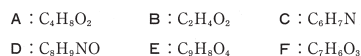
問1 分子式 C_6H_8 で表される鎖式炭化水素の構造異性体3種の構造式を書け。

問2 分子中に二重結合を1つもつ分子量70のアルケンの分子式を書け。

問3 カルボン酸に関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。

- (ア) 酢酸はアセトアルデヒドを酸化すると得られる。
- (イ) 氷酢酸は酢酸2分子から水分子が1つとれてできた化合物である。
- (ウ) マレイン酸とフマル酸のそれぞれに水素を付加させて生じるジカルボン酸は同じ物質である。
- (エ) フタル酸は芳香族カルボン酸であり、加熱すると分子内で脱水して酸無水物になる。
- (オ) 高級脂肪酸のナトリウム塩であるセッケンの水溶液は弱い塩基性を示す。

問4 分子式で示した化合物A～Fに関する次の文章を読んで(1)～(3)の問いに答えよ。



化合物Aは、カルボン酸Bとエタノールが縮合したエステルで、果実のような芳香をもつ。芳香族化合物Cは無色油状の液体であり、塩酸と反応して塩をつくる。また、Cに無水酢酸を作用させてアセチル化すると、解熱作用のある芳香族化合物Dが生じる。芳香族化合物Eを加水分解すると、Bと芳香族化合物Fが生じる。Eは塩化鉄(III)水溶液により呈色しないが、Fは呈色する。

- (1) 化合物Aおよび化合物Dの名称を書け。
- (2) 化合物Cの確認に用いられる水溶液は次のうちどれか。
(ア) フェーリング液 (イ) ヨウ素ヨウ化カリウム水溶液 (ウ) 石灰水
(エ) 臭素水 (オ) さらし粉水溶液
- (3) 下線部の記述から判断できることは次のうちどれか。
(ア) 化合物Eは酸無水物である。
(イ) 化合物Eはベンゼン環にアルデヒド基が直接結合した構造をもつ。
(ウ) 化合物Fはアルコールである。
(エ) 化合物Fはエステルである。
(オ) 化合物Fはベンゼン環にヒドロキシ基が直接結合した構造をもつ。