

入学試験問題(1次)

理 科

平成30年1月22日

10時50分—12時10分

注 意 事 項

- 1 試験開始の合図があるまで、この問題冊子を開かないこと。
- 2 この問題冊子は表紙・白紙を除き38ページ(物理1～9ページ, 化学10～22ページ, 生物23～38ページ)である。落丁, 乱丁, 印刷不鮮明の箇所等があった場合は申し出ること。
- 3 物理, 化学, 生物のうちからあらかじめ入学志願票に記入した2科目を解答すること。
- 4 解答には必ず黒鉛筆(またはシャープペンシル)を使用すること。
- 5 解答は, 各設問ごとに一つだけ選び, 解答用紙の所定の解答欄の該当する記号を塗りつぶすこと。
- 6 解答を訂正する場合は, 消しゴムできれいに消すこと。
- 7 解答用紙の解答欄は, 左から物理, 化学, 生物の順番になっているので, マークする科目の解答欄を間違えないように注意すること。
- 8 監督員の指示に従って, 問題冊子の表紙の指定欄に受験番号を記入し, 解答用紙の指定欄に受験番号, 受験番号のマーク, 氏名を記入すること。「志願票に記入した科目を2つマークしなさい」の欄には, 入学志願票と同じ科目にマークすること。
- 9 この問題冊子の余白は, 草稿用に使用してよい。ただし, 切り離してはならない。
- 10 解答用紙およびこの問題冊子は, 持ち帰ってはならない。

受験番号				
------	--	--	--	--

上の枠内に受験番号を記入しなさい。

化 学

設問ごとに与えられた選択肢の中から最も適当なものを一つだけ選び、解答用紙の該当する記号を塗りつぶせ。(原子量は $H = 1.0$, $C = 12.0$, $N = 14.0$, $O = 16.0$, $Na = 23.0$, $Al = 27.0$, $S = 32.1$, $Cl = 35.5$, $K = 39.1$, $Mn = 55.0$, $Sn = 118.7$ とし、理想気体の標準状態における 1 mol の体積は 22.4 L , 気体定数 $R = 8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$, ファラデー定数 $F = 9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$, アボガドロ定数は $6.02 \times 10^{23}/\text{mol}$ である。)

1 硫酸銅(Ⅱ)五水和物を 60°C の水に溶かして 100 g の飽和水溶液をつくった。次にこれを 20°C まで冷却したところ硫酸銅(Ⅱ)五水和物が析出した。析出した結晶の重さはいくらか。ただし、硫酸銅(Ⅱ)は 100 g の水に 60°C で 40 g , 20°C で 20 g 溶けるものとする。 $\text{CuSO}_4 = 160$, $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O} = 250$ として計算せよ。

- ㉞ 12 g ㉟ 14 g ㊱ 18 g ㊲ 21 g ㊳ 25 g

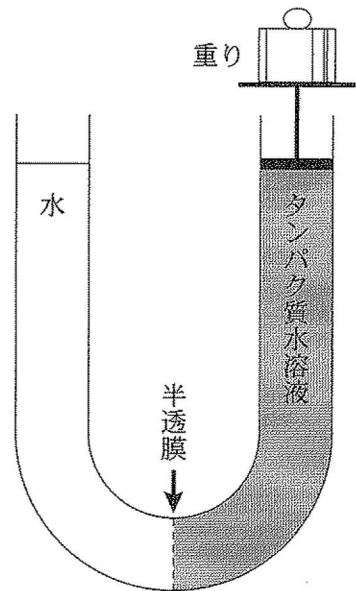
2 ある粘土コロイド溶液に直流電圧をかけたところ陽極周囲の溶液の色が濃くなった。このコロイドを最も効率良く凝析させるものはどれか。すべてモル濃度は同じに調整してあるものとする。

- ㉞ NaCl ㉟ MgCl_2 ㊱ $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$
㊲ Na_2SO_4 ㊳ NaNO_3

3 体積可変の密閉容器に混合気体(物質質量比 $N_2 : O_2 = 4 : 1$)と10 Lの水を入れて0℃, 2.0気圧に保った。このとき水に溶けている酸素と窒素の重さの合計は何グラムか。最も近い値を選べ。ただし, 標準状態(1気圧, $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$, 0℃)で水1.0 Lに窒素は24 mL, 酸素は49 mL 溶け, 水蒸気圧は無視できるものとする。

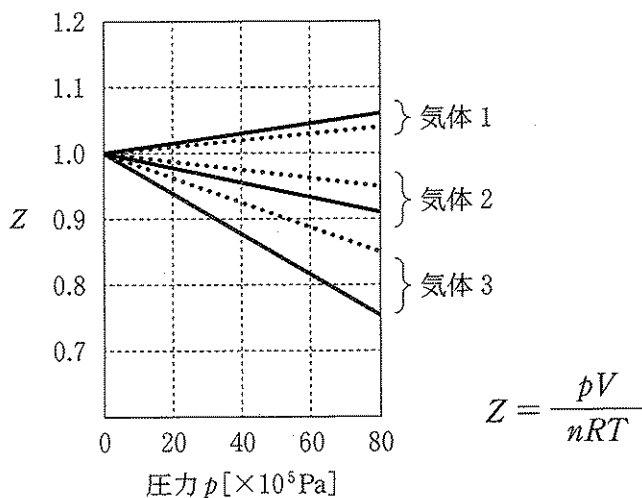
- ㉞ 0.76 ㉟ 0.84 ㊱ 0.98 ㊲ 1.1 ㊳ 1.5

4 図のようなU字管の中央に半透膜をつけた断面面積 5 cm^2 の浸透圧測定器がある。左右の管に同量の水とタンパク質水溶液を入れ, ピストンに重りをのせてつり合わせて27℃で浸透圧を測定する。0.40 gのタンパク質を水に溶かして50 mLの水溶液としたときに40 gの重りでつり合った。このことからタンパク質の分子量を計算し, 最も近い値を選べ。 $1.0 \times 10^5 \text{ Pa} = 760 \text{ mmHg}$, Hgの密度 = 13.5 g/cm^3 とする。



- ㉞ 2.5×10^4 ㉟ 3.5×10^4 ㊱ 7.0×10^4
 ㊲ 1.6×10^5 ㊳ 2.5×10^5

- 5 以下の図は水素，メタン，二酸化炭素の圧力変化に伴う理想気体からのずれ Z を低圧範囲で示したものである。なお実線と点線は同じ気体における温度が異なる場合のグラフである。正しいのはどれか。



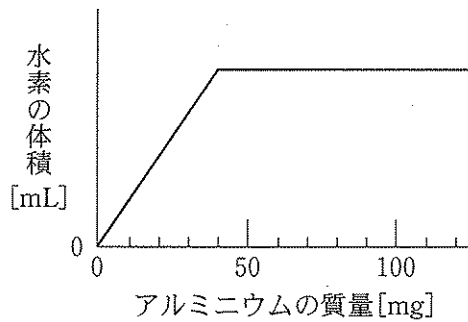
- A 気体 1，気体 2，気体 3 はそれぞれ二酸化炭素，メタン，水素である。
 B 気体 1，気体 2，気体 3 はそれぞれ水素，メタン，二酸化炭素である。
 C 気体 1，気体 2，気体 3 はそれぞれメタン，二酸化炭素，水素である。
 D 実線は 300 K，点線は 400 K である。
 E 実線は 400 K，点線は 300 K である。

- Ⓐ AとD Ⓛ AとE Ⓜ BとD Ⓨ BとE Ⓩ CとD

- 6 0.25 mol/L の SnCl_2 水溶液 10 mL と過不足なく反応する 0.040 mol/L の KMnO_4 硫酸酸性水溶液の体積は何 mL か。最も近い値を選べ。

- Ⓐ 25 Ⓛ 50 Ⓜ 75 Ⓨ 100 Ⓩ 125

- 7 ある質量のアルミニウムに濃度未知の塩酸 30 mL を加えて、発生する水素の体積を標準状態で測定した。アルミニウムの質量を変えて、同じ測定を繰り返し、図のようなグラフを得た。この塩酸のモル濃度は何 mol/L か。最も近い値を選べ。



- ア 0.10
 イ 0.15
 ウ 0.20
 エ 0.25
 オ 0.30
- 8 質量パーセント濃度 20.0 % の希硫酸が同量充填された 4 個の鉛蓄電池を直列に接続し、2.50 A の電流で 3860 秒充電したところ、希硫酸の濃度は 25.0 % になった。最初に 4 個の鉛蓄電池に充填されていた希硫酸の総質量は何 kg か。最も近い値を選べ。

- ア 0.620
 イ 0.660
 ウ 1.12
 エ 1.25
 オ 1.33

- 9 A と B から C が生成する反応がある。A と B の初濃度を変えて、反応初期の C の生成速度 v を求めたところ、下表の結果を得た。実験 4 のときの C の生成速度 v [mol/(L·s)] の値として適切なものはどれか。

実験	[A] (mol/L)	[B] (mol/L)	v [mol/(L·s)]
1	0.20	0.80	2.4×10^{-3}
2	0.20	0.40	6.0×10^{-4}
3	0.40	0.40	1.2×10^{-3}
4	1.00	1.60	

- ア 4.8×10^{-3} イ 1.2×10^{-2} ウ 2.4×10^{-2}
 エ 4.8×10^{-2} オ 1.2×10^{-1}

- 10 触媒について正しいのはどれか。

- ア 反応熱を変化させる。
 イ 逆反応の活性化エネルギーを大きくする。
 ウ 触媒の量と生成物の量は比例する。
 エ 反応の平衡定数を変化させる。
 オ 酵素は均一触媒である。

11 銅に希硝酸を反応させて得られた気体 A が空気と反応し、気体 B になった。次のうち正しいのはどれか。

- ㉞ A の捕集方法は B の捕集に適さない。
- ㉟ B は無色で無毒である。
- ㊱ B は常温で赤褐色の四酸化二窒素と共存する。
- ㊲ 一分子の銅から二分子の A が生成する。
- ㊳ B は濃硝酸とアルミニウムの反応によって生じる。

12 正しい記述はいくつあるか。

- ・黒鉛とフラーレンは電気伝導性がある。
- ・赤リンは空気中で自然発火し酸化物となる。
- ・ゴム状硫黄を室温で放置すると単斜硫黄に変化する。
- ・オゾンの強い還元作用は湿ったヨウ化カリウムデンプン紙を青変させる。

- ㉞ 0 ㉟ 1 ㊱ 2 ㊲ 3 ㊳ 4

13 Zn^{2+} , Al^{3+} , Pb^{2+} を含んだ水溶液に塩酸を加えると沈殿 1 を生じた。沈殿 1 を除いたろ液 1 に多量のアンモニア水を加えると、沈殿 2 が生じたため、ろ過によりろ液 2 を得た。この一連の反応について誤った記述はどれか。

- ㉞ 沈殿 1 は熱水に可溶である。
- ㉟ 沈殿 2 は水酸化ナトリウム水溶液に可溶である。
- ㊱ 沈殿 1 と沈殿 2 は同色である。
- ㊲ ろ液 1 に硫化水素を通じると白色の硫化物沈殿が生じる。
- ㊳ ろ液 2 には配位数 4 の錯イオンが含まれる。

14 第4周期の遷移元素のイオン1種を含む淡緑色の水溶液Xがある。Xに、(1)塩素を通じると黄褐色の水溶液Yとなり、(2)水酸化ナトリウムを加えると緑白色の沈殿Zを生じた。正しいのはどれか。

- ㉖ Zを空气中で酸化しても色は変化しない。
- ㉗ チオシアン酸カリウムを加えてもYの色は変化しない。
- ㉘ Yにヘキサシアニド鉄(Ⅲ)酸カリウムを加えると濃青色沈殿が生じる。
- ㉙ Xにヘキサシアニド鉄(Ⅱ)酸カリウムを加えると沈殿が生じる。
- ㉚ Yに過剰量の水酸化ナトリウムを加えると暗褐色水溶液となった。

15 アンモニアソーダ法により、塩化ナトリウムの飽和水溶液(26.5%)から炭酸ナトリウムが360 kg得られた。各反応は完全に進むものとして、必要とされる塩化ナトリウム水溶液の量はいくらか。もっとも近い値を選べ。

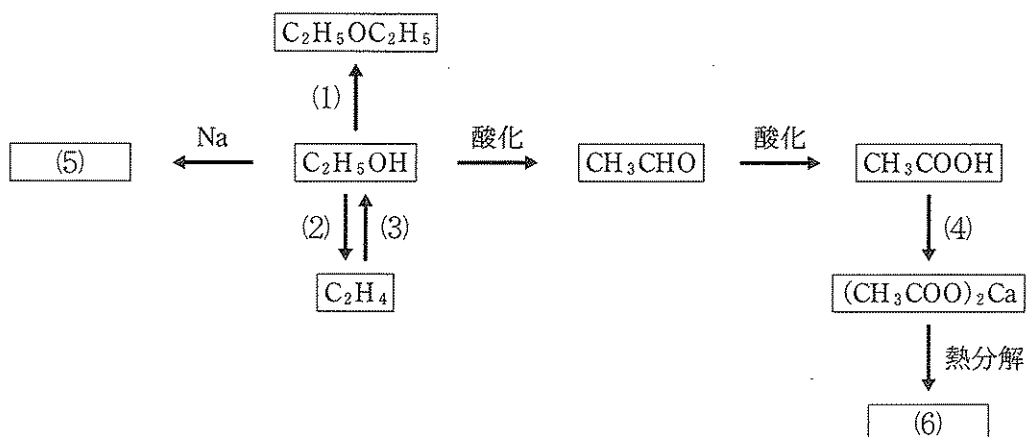
- ㉛ 100 kg
- ㉜ 300 kg
- ㉝ 500 kg
- ㉞ 1000 kg
- ㉟ 1500 kg

16 化合物 A はベンゼン環に二つの置換基を有し、分子式 $C_{10}H_{14}O$ で表される。A は不斉炭素原子を持ち、塩化鉄(III)水溶液を加えても呈色しないが、ナトリウムと反応すると水素を発生する。化合物 A は、何通りの構造が考えられるか。光学異性体は考慮しないものとする。

- ㉞ 3
- ㉟ 4
- ㊱ 7
- ㊲ 12
- ㊳ 16

17 下の反応経路図について誤っているのはどれか。

- ㉞ (1)と(2)を比べると、反応温度は(2)の方が高い。
- ㉟ (3)は硫酸を触媒として用いる水の付加反応である。
- ㊱ (4)で加える塩の水溶液に二酸化炭素を通じると白色沈殿を生ずる。
- ㊲ 化合物(5)はヨウ化メチルと反応するとエーテルを生ずる。
- ㊳ 化合物(6)は2-プロパノールの酸化反応によっても生成される。



18 オレイン酸とリノール酸から構成される混合油脂 A のけん化価とヨウ素価はそれぞれ 190 と 108 であった。この混合油脂中のオレイン酸とリノール酸の比にもっとも近いものを選び。

- ア 3 : 1
- イ 2 : 1
- ウ 1 : 1
- エ 1 : 2
- オ 1 : 3

19 トレハロースはグルコース二分子から構成される二糖で、還元性を示さない。このようにグルコースのみで構成されて還元性を示さない二糖の構造はトレハロースを含めて何通り考えられるか。

- ア 1
- イ 2
- ウ 3
- エ 4
- オ 5

20 4種類の芳香族化合物 A, B, C, D について以下の事実(1)から(4)がわかっている。

- (1) 化合物 A のジエチルエーテル溶液に塩酸を加えてよく混合すると、生じた化合物 E は水層に移った。
- (2) トルエンを酸化すると化合物 B が得られた。
- (3) 化合物 C に濃塩酸とスズを加え反応させると化合物 E が生じた。
- (4) 化合物 D に濃硝酸と濃硫酸の混合液を加えて加熱したところ、化合物 C ができた。

誤った文章はどれか。

- ㉗ 化合物 A をジアゾ化して得られる化合物は高い水温中ではフェノールを生じる。
- ㉘ 化合物 B のジエチルエーテル溶液に炭酸水素ナトリウム水溶液を加えてよく混合すると、生じた化合物は水層に移動する。
- ㉙ 化合物 C はジエチルエーテル溶液中で酸とも塩基とも反応しない。
- ㉚ 化合物 C をニッケル存在下で還元すると化合物 A が得られる。
- ㉛ 化合物 D は白金を触媒として加圧した塩素を反応させると付加反応が起こる。

23 高分子化合物の用途に関する説明で適切でないのはどれか。

	高分子化合物	用途	説明
㉗	酢酸セルロース	人工透析チューブの中空糸	半透膜の性質を利用して、中空糸内を通る血液から老廃物を選択的に取り除く。
㉘	ポリグリコール酸	手術糸	生分解性で抜糸の必要がない。
㉙	ポリメタクリル酸メチル	めがねレンズ	熱硬化性で衝撃に強く、光の透過性に優れる。
㉚	ポリアクリル酸ナトリウム	紙おむつ	高吸水性であるが、純水と比較して尿では、尿中ナトリウムイオンの影響を受け吸水性は少し低下する。
㉛	シリコーンゴム	哺乳瓶の乳首	劣化しにくく、生理的に不活性であることで安全性が高い。

24 ポリエチレンのサンプル *a* と *b* がある。*a* は 200 MPa で合成され、*b* は触媒を用いて 2 MPa で合成された。*a* と *b* の特徴について正しいのはどれか。

	サンプル <i>a</i>	サンプル <i>b</i>
A 結晶部分	多	少
B 分枝構造	多	少
C 柔軟性	柔	硬
D 透明度	透明	不透明
E 密度	大	小

㉜ AとBとC

㉝ BとCとD

㉞ CとDとE

㉟ DとEとA

㊱ EとAとB

25 表は、ある単量体からなる高分子化合物 A に含まれる各分子の分子量とその重量を示す。A 全体の重合度が 800 であるとき、A の単量体はどれか。もっとも近いものを選び。A の分子量は、各分子の分子量とその分子数を掛けあわせた総量を全体の分子数で割った平均分子量で表されるものとする。

(表)

分子量 (g/mol)	重量 (g)
20,000	1
50,000	3
80,000	4

