

入学試験問題(1次)

理 科

令和2年1月27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39ページ(物理1～10ページ, 化学11～23ページ, 生物24～39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選べ。(原子量は 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 = 55.0, Br = 79.9, I = 127, Pb = 207 とし, 理想気体の標準状態における 1 mol の体積は 22.4 L, 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 下の図は周期表の概略を示す。間違っている文章を選べ。

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	A																	
2																		
3		C																
4	B																	
5		D																
6																		
7																		

- ㉒ 典型金属元素を含むのは B, C, D, F である。
- ㉓ アルカリ土類金属は D に含まれる。
- ㉔ E に含まれる原子の最外殻電子の数は 1 または 2 である。
- ㉕ G に含まれる 14 族の原子は 4 個の価電子を用いた共有結合により正四面体の立体構造を形成できる。
- ㉖ H に含まれる元素の単体は還元作用を示す。

次の文章を読み、以下の問い(問題2～4)に答えよ。

1.00 mol/L の塩化鉄(Ⅲ)水溶液 10.0 mL を沸騰した純水 90.0 mL に加えて、コロイド溶液 100 mL を調製した。反応は完全に進んだものとする。

2 次のイオンのうち、同じモル濃度の条件下で上述のコロイドを最も多く凝析させるものはどれか。

- ㊦ F^- ㊧ SO_4^{2-} ㊨ PO_4^{3-} ㊩ Na^+ ㊪ Mg^{2+}

3 上述のコロイド溶液の全量をセロハン袋に入れて、これを 900 mL の蒸留水の入ったビーカーに浸した。セロハン袋の内側と外側のイオン濃度が平衡に達したところで、セロハン袋を取り出し新しい蒸留水 900 mL に浸した。再度セロハン袋の内側と外側のイオン濃度が平衡に達するまで放置した。このときの透析外液の pH について、最も近い数値を選べ。セロハン袋からのコロイド粒子の流出と水の移動はないものとし、必要に応じて $\log_{10} 2 = 0.30$, $\log_{10} 3 = 0.48$ を用いる。

- ㊦ 1.7 ㊧ 2.5 ㊨ 3.5 ㊩ 4.3 ㊪ 4.5

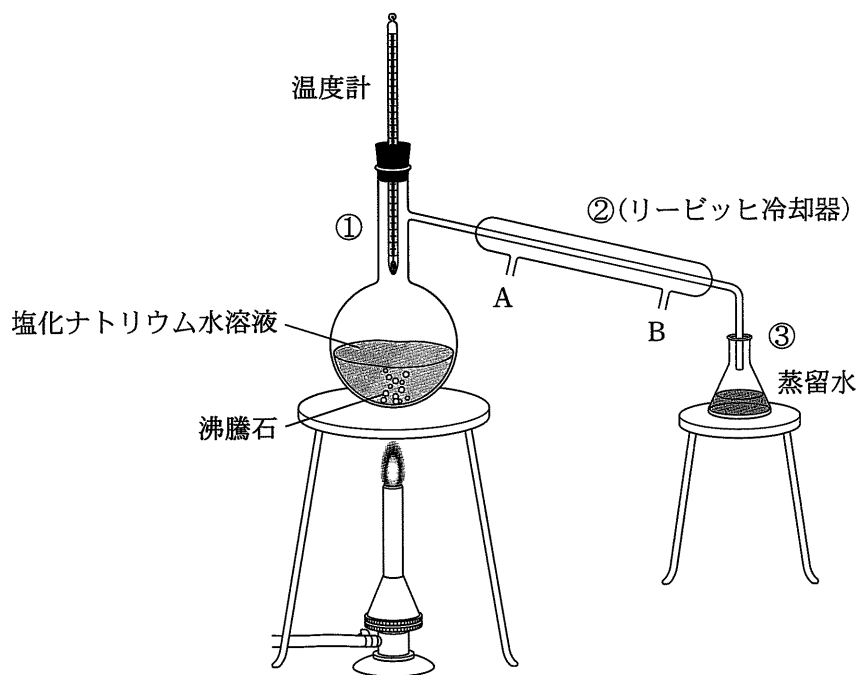
4 問い3のコロイド溶液 100 mL の浸透圧を 27°C で測定したところ、 $3.5 \times 10^2 \text{ Pa}$ だった。浸透圧 Π (Pa), 溶液の体積 V (L), 鉄(Ⅲ)イオンを含むコロイド粒子の量 n (mol), 温度 T (K) の間にはファント・ホッフの式 $[\Pi V = nRT]$ の関係が成立する。コロイド粒子一個が含む平均の鉄(Ⅲ)イオンの数について最も近いものを下から選べ。気体定数 $R = 8.3 \times 10^3 \text{ Pa}\cdot\text{L}/(\text{K}\cdot\text{mol})$ を用いること。

- ㊦ 1.0×10^2 個 ㊧ 2.0×10^2 個 ㊨ 4.0×10^2 個
㊩ 7.0×10^2 個 ㊪ 1.0×10^3 個

5 下図に描かれた装置を用いて塩化ナトリウム水溶液から蒸留水を得た。装置および操作について間違っている文章はいくつあるか。

- (1) 装置①の中の温度計の球部は枝付きフラスコの枝の付け根の位置に固定する。
- (2) 装置①の中の蒸留する塩化ナトリウム水溶液の量は枝付きフラスコの容量の2分の1以下にする。
- (3) 蒸留中の装置②における冷却水はAからBに向かって流す。
- (4) 装置③の三角フラスコは蒸気を逃がさないため確実に密閉する。

ア 0 イ 1 ウ 2 エ 3 オ 4



次の文章を読み、以下の問い(問題6・7)に答えよ。

19世紀から20世紀初頭にかけて、産業革命後の人口増加から農作物の消費が増大し、窒素肥料の大量生産が待ち望まれるようになった。そこで、空気中の窒素を植物が利用可能な窒素化合物に変換する技術の開発に注目が集まった。1909年、ドイツのフリッツ・ハーバーは、それまで不可能であった空気中の窒素と水素からオスミウム(Os)を触媒にしてアンモニアを合成する方法を発明した。

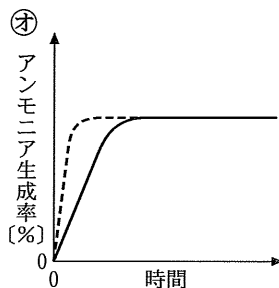
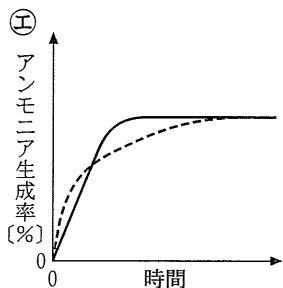
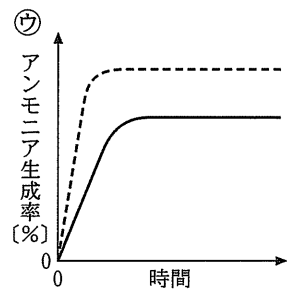
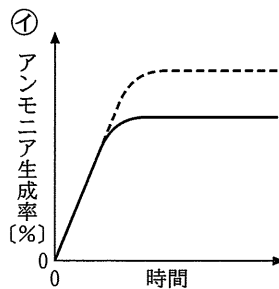
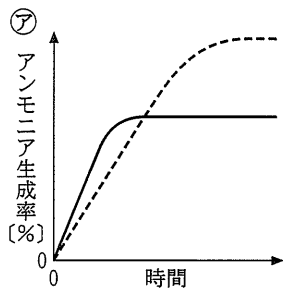
(A)

(B)

6 下線部(A)の触媒は、その後の工業化の過程において別のものに置き換わった。それはどれか。

- ㊦ 白金 ㊦ 四酸化三鉄 ㊦ ゼオライト
 ㊦ 酸化チタン(IV) ㊦ 五酸化バナジウム

7 下線部(B)の反応について、一定圧力・温度下で反応開始から平衡状態に達するまでのアンモニアの生成率と時間の関係をグラフに描く。ここで、触媒の有無による変化を示すグラフはどれか。



8 発熱反応を選べ。

- A 光合成
- B 水の凝縮
- C 濃硫酸の水への溶解
- D 生石灰に水を加える。
- E 尿素(固)に水を加える。

- ㊦ AとBとC ㊧ BとCとD ㊨ CとDとE
㊩ DとEとA ㊪ EとAとB

9 鉛蓄電池(-)Pb|H₂SO₄aq|PbO₂(+)について、正しい記述はいくつあるか。

- ・放電のとき、電解液の pH は下がる。
- ・放電のとき、負極のほうが正極より質量の増加が大きい。
- ・充電のとき、鉛蓄電池の負極側では還元反応が起こる。
- ・充電のとき、外部電源の正極を鉛蓄電池の正極側につなぐ。

- ㊦ 0 ㊧ 1 ㊨ 2 ㊩ 3 ㊪ 4

10 以下の固体のうちもっとも電気伝導性の高いものはどれか。

- ㊦ ケイ素
- ㊧ 二酸化ケイ素
- ㊨ ダイヤモンド
- ㊩ 塩化ナトリウム
- ㊪ ヨウ化カリウム

次の文章を読み、以下の問い(問題 11・12)に答えよ。

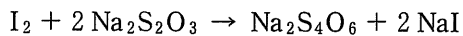
炭素粉末を濃硫酸とともに熱すると二酸化硫黄が生成する。

11 反応式(a)~(e)の係数の和はいくらか。



- ㉞ 8 ㉟ 9 ㊱ 10 ㊲ 11 ㊳ 12

12 炭素粉末 30 mg を過剰量の濃硫酸と加熱し得られた混合気体を、濃度 0.15 mol/L のヨウ素溶液 50 mL に通じた。次にその溶液中のヨウ素を濃度 0.20 mol/L のチオ硫酸ナトリウム水溶液で滴定するとき、滴定に要するチオ硫酸ナトリウム水溶液の体積は何 mL か。ただしヨウ素とチオ硫酸ナトリウムは以下の様に反応する。



- ㉞ 10 ㉟ 15 ㊱ 20 ㊲ 25 ㊳ 30

13 以下の文章の【 い 】～【 ほ 】の空欄に入る語句の組合せで最も適当なものはどれか。

A, B, C, D, E の 5 つの金属元素があり, A と C は遷移金属で残りは典型元素である。

A は金属元素の中ではアルミニウムに次いで地殻中に多く, 化合物としては酸化数が + 2, + 3 の化合物がある。トタンは A に B のめっきをしたもので, プリキは A に D をめっきしたものである。また青銅は銅と【 い 】の合金である。

B は + 2, E は + 1 と + 2 の酸化数の化合物となる。

C は金に次いで展性, 延性が大きく酸化数 + 1 の化合物となる。C のイオンはハロゲン化物イオンと反応して塩をつくるが, そのうち【 ろ 】以外は水に溶けにくい。

D は酸化数【 は 】の化合物を作り, その塩化物(Ⅱ)二水和物は水によく溶けて【 に 】作用を示す。

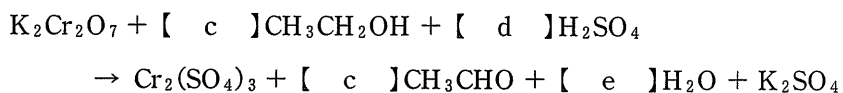
E は常温で液体である唯一の金属であり, 天然に産出する辰砂は古くから【 ほ 】顔料として使われてきた。

	【い】	【ろ】	【は】	【に】	【ほ】
㊦	B	ヨウ化物	+ 1 と + 2	酸 化	白 色
㊧	B	フッ化物	+ 2 と + 4	酸 化	白 色
㊨	D	臭化物	+ 2 と + 3	還 元	赤 色
㊩	D	フッ化物	+ 2 と + 4	還 元	赤 色
㊪	E	塩化物	+ 2 と + 5	還 元	緑 色

14 カッコに入る最も適切と思われる語句または数値の組合せはどれか。

クロム酸カリウム K_2CrO_4 を水に溶かし硫酸を加えて酸性にすると二クロム硫酸イオンを生じて溶液の色は【 a 】に変わる。この溶液にエタノールを加えて加温するとアセトアルデヒドが生成し、二クロム酸イオンは酸化数【 b 】のクロム酸イオンに変化する。

この反応の半反応の1つではエタノール1モルから水素イオンと電子がそれぞれ2モル失われる。よって全体の反応式をまとめると次の様になる。



	【a】	【b】	【c】	【d】	【e】
㉗	黄色から赤橙色	+ 3	4	8	14
㉘	赤橙色から黄色	+ 3	3	4	7
㉙	黄色から赤橙色	+ 3	3	4	7
㉚	黄色から赤橙色	+ 4	3	4	7
㉛	赤橙色から黄色	+ 4	2	6	7

15 一種類の単糖を含み、水溶液が銀鏡反応を示さない二糖はどれか。

- ㉜ ラクトース
- ㉝ スクロース
- ㉞ マルトース
- ㉟ トレハロース
- ㊱ セロビオース

次の文章を読み、以下の問い(問題 16~18)に答えよ。

組成式と分子式が同一であるエステルの 9.00 mg を完全燃焼させると、二酸化炭素 19.4 mg, 水 7.94 mg を生じた。

16 このエステルの分子式はどれか。

- ア $C_2H_4O_2$ イ $C_3H_6O_2$ ウ $C_4H_8O_2$
エ $C_5H_{10}O_2$ オ $C_6H_{12}O_2$

17 問い 16 で求めた分子式で示されるすべてのエステルは、加水分解したときにカルボン酸とアルコールを生じる。これらのエステルについて、銀鏡反応を示すカルボン酸とヨードホルム反応を示すアルコールを同時に生じるものはいくつあるか。

- ア 0 イ 1 ウ 2 エ 3 オ 4

18 問い 16 で求めた分子式で示されるエステルの 1 つを加水分解したとき、カルボン酸と光学異性体をもたない二級アルコールを生じた。このアルコールを十分に酸化したときに生じる化合物に当てはまるものはどれか。

- A 無色の気体である。
B 刺激臭の液体である。
C 揮発性の液体である。
D ヨードホルム反応を示す。
E フェーリング液を還元する。

- ア A と E イ B と D ウ C と D エ D と A オ E と C

19 単一の高級脂肪酸を含む分子量 872.0 の油脂 A を用いて、次の実験 1 ~ 5 を行なった。

実験 1 4.360 g の A に臭素を加え完全に反応させると、11.55 g の化合物 B を得た。

実験 2 Pt の存在下、A に水素を完全に反応させ、油脂 C を得た。

実験 3 C に水酸化ナトリウムを加えて加熱し、脂肪酸のナトリウム塩である化合物 D とグリセリンを得た。

実験 4 D の水溶液に油を加えると、微粒子となって水中に分散した。

実験 5 D の水溶液にマグネシウムイオンを含む水溶液を加えると、沈殿を生じた。

以下の文で正しいものはいくつあるか。

- ・ 実験 1 で 1 mol の A に対して臭素は最低 6 mol 必要である。
- ・ A を構成する高級脂肪酸 1 分子中には炭素原子間の二重結合が 2 個存在する。
- ・ 実験 4 で起こる現象は液化とよばれる。
- ・ 実験 5 で析出する沈殿は、 $(C_{17}H_{31}COO)_2Mg$ である。

㉗ 0 ㉘ 1 ㉙ 2 ㉚ 3 ㉛ 4

次の文章を読み、以下の問い(問題 20~22)に答えよ。

生物の細胞には2種類の核酸、DNA と RNA が存在し、遺伝情報の伝達や発現に携わる。核酸は(A)とリン酸と塩基が結合したヌクレオチドが多数連なった直鎖状の高分子化合物である。核酸の情報をもとにアミノ酸が多数結合した高分子化合物が合成される。
(B) (C)

20 (A)について正しいのはどれか。

- ㊦ RNA を構成する(A)の水溶液はフェーリング液を変色させない。
- ㊧ ヌクレオチドでは(A)と塩基はリン酸を介して結合する。
- ㊨ RNA を構成する(A)は DNA を構成する(A)と異性体の関係にある。
- ㊩ ヌクレオチドどうしの連結に(A)のヒドロキシ基は関わらない。
- ㊪ DNA を構成する環状構造の(A)は3つの不斉炭素を持つ。

21 下線部(B)について正しいものはどれか。

- ㊦ リシンの等電点は約6である。
- ㊧ 分子量75の α -アミノ酸には鏡像異性体が存在する。
- ㊨ 結晶は有機溶媒に溶けやすい。
- ㊩ 等電点ではほとんど双性イオンにならない。
- ㊪ アルコールと反応してエステルを生じる。

22 下線部(C)に関する記述で正しいものはいくつあるか。

- ・ α -ヘリックスの形成にはおもに共有結合が働く。
- ・核酸よりも構成単位の多様性が高い。
- ・ビウレット反応による呈色はアミノ酸の側鎖部分に依存する。
- ・結合様式は核酸やナイロン 66 と同じ脱水縮合である。

㉞ 0 ㉟ 1 ㊱ 2 ㊲ 3 ㊳ 4

23 つぎの高分子化合物のうち、ベンゼン環を含む付加重合体はどれか。

- ㉞ スチレンブタジエンゴム
- ㉟ ポリアクリロニトリル
- ㊱ イソプレングム
- ㊲ ポリ塩化ビニル
- ㊳ ポリエチレンテレフタレート

24 タンパク質の三次構造の形成に関与する共有結合で最も適切なものはどれか。

- ㊦ ジスルフィド結合
- ㊧ エステル結合
- ㊨ グリコシド結合
- ㊩ リン酸ジエステル結合
- ㊪ ペプチド結合

25 問い 24 で問われた結合に関与するアミノ酸を含むタンパク質を水溶液中で検出するために行う反応はどれか。

- ㊦ 金属ナトリウムを加える。
- ㊧ 水酸化ナトリウム水溶液と少量の硫酸銅(Ⅱ)水溶液を加える。
- ㊨ 濃硝酸を加えて加熱し、さらにアンモニア水を加える。
- ㊩ ニンヒドリン溶液を加えて加熱する。
- ㊪ 水酸化ナトリウムの固体を加えて加熱し、酢酸鉛(Ⅱ)水溶液を加える。