

入学試験問題(1次)

理 科

令和4年1月24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46ページ(物理1～11ページ, 化学12～22ページ, 生物23～46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, 草稿用を使用してよい。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。

訂 正

理科 (化学)

16 頁

設問 13 ㊦

誤 ㊦ (a) 配位結合 (b) ファンデルワールス力 (c) 水素結合

正 ㊦ (a) 共有結合 (b) ファンデルワールス力 (c) 配位結合

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 $H = 1.00$, $C = 12.0$, $N = 14.0$, $O = 16.0$, $Na = 23.0$, $S = 32.1$, $Cl = 35.5$, $K = 39.1$ 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 $F = 9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$, 気体定数 $R = 8.31 \times 10^3 \text{ Pa}\cdot\text{L}/(\text{mol}\cdot\text{K})$, アボガドロ定数は $6.02 \times 10^{23}/\text{mol}$ である。)

次の文章を読み、以下の問い(問題 1～3)に答えよ。

下記の A, B, C, D の溶液を調製した。

A : 水 100 g にスクロース 0.01 mol が溶解した水溶液

B : 水 200 g にグルコース 0.01 mol が溶解した水溶液

C : 水 100 g に硫酸ナトリウム 0.01 mol が溶解した水溶液

D : 水 400 g に塩化バリウム 0.01 mol が溶解した水溶液

1 A, B, C について、沸点の高いものから順に並べたものはどれか。

- ㉠ $A > B > C$ ㉡ $A > C > B$ ㉢ $B > A > C$
㉣ $B > C > A$ ㉤ $C > A > B$

2 B の凝固点は $-0.093 \text{ }^\circ\text{C}$ であった。C を冷却して純粋な氷が 40 g できるときの温度 ($^\circ\text{C}$) に最も近いものはどれか。

- ㉠ -0.31 ㉡ -0.46 ㉢ -0.61 ㉣ -0.93 ㉤ -1.39

3 C と D を十分に混和し、 $-0.5 \text{ }^\circ\text{C}$ まで冷却したときに生じる氷の質量 (kg) に最も近いものはどれか。

- ㉠ 0.278 ㉡ 0.315 ㉢ 0.351 ㉣ 0.426 ㉤ 0.463

下記の文章について、以下の問い(問題4・5)に答えよ。

27℃において、1.0 Lの容器Aと0.50 Lの容器Bがコックで接続されている。容器Aに 1.0×10^5 Paの酸素を、容器Bに 2.0×10^5 Paの窒素を充填した後、コックを開き、両気体を混合した。

4 混合気体の全圧はいくらか。最も近い値を選べ。

- ㉠ 1.1×10^5 Pa ㉡ 1.2×10^5 Pa ㉢ 1.3×10^5 Pa
㉣ 1.4×10^5 Pa ㉤ 1.5×10^5 Pa

5 混合気体の密度は何 g/Lか。最も近い値を選べ。

- ㉠ 1.50 ㉡ 1.60 ㉢ 1.70 ㉣ 1.80 ㉤ 1.90

6 分子結晶であるものはどれか。

- A 氷
B 重曹
C 黒鉛
D 消石灰
E ブドウ糖

- ㉠ AとB ㉡ BとC ㉢ CとD ㉣ DとE ㉤ EとA

次のように各電極を用いて水溶液の電気分解を行った。
以下の問い(問題7・8)に答えよ。

	陰 極	陽 極	水溶液
a	白 金	白 金	ヨウ化カリウム
b	白 金	白 金	希硫酸
c	白 金	白 金	水酸化ナトリウム
d	鉄	炭 素	塩化ナトリウム
e	白 金	白 金	硝酸銀

7 陽極で同じ反応が起こるのはどれか。

- ㉖ aとc ㉗ bとd ㉘ cとe ㉙ dとa ㉚ eとb

8 dにおいて陽極と陰極を陽イオン交換膜で隔て、陽極液として飽和塩化ナトリウム水溶液を、陰極液として0.050 mol/Lの水酸化ナトリウム水溶液を用い、2.0 Aの電流で40分12秒間電気分解を行なった。用いた陽極液、陰極液を500 mLとし、電気分解による溶液の体積変化がないとすると、電気分解後の陰極液中の水酸化ナトリウムのモル濃度として、最も近い値はどれか。

- ㉛ 5.0×10^{-2} ㉜ 7.5×10^{-2} ㉝ 1.0×10^{-1}
 ㉞ 1.5×10^{-1} ㉟ 2.0×10^{-1}

9 硫酸銅(Ⅱ) CuSO_4 の飽和水溶液の質量パーセント濃度は、80℃で35.9%であり、20℃で16.7%である。80℃の硫酸銅(Ⅱ)飽和水溶液200gを20℃に冷却すると、硫酸銅(Ⅱ)五水和物 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ は最大何g析出するか。最も近い値を選べ。ただし、 CuSO_4 の式量を160とする。

- ㊱ 67.1g ㊲ 72.0g ㊳ 77.1g ㊴ 81.2g ㊵ 93.4g

正反応と逆反応を伴う可逆的な化学反応(a)~(e)について以下の問い
(問題 10・11)に答えよ。

- (a) $\text{H}_2(\text{気}) + \text{I}_2(\text{気}) \rightleftharpoons 2\text{HI}(\text{気})$
(b) $\text{C}_2\text{H}_4(\text{気}) + \text{H}_2(\text{気}) \rightleftharpoons \text{C}_2\text{H}_6(\text{気})$
(c) $2\text{SO}_2(\text{気}) + \text{O}_2(\text{気}) \rightleftharpoons 2\text{SO}_3(\text{気})$
(d) $\text{C}(\text{固}) + \text{CO}_2(\text{気}) \rightleftharpoons 2\text{CO}(\text{気})$
(e) $\text{N}_2(\text{気}) + \text{O}_2(\text{気}) \rightleftharpoons 2\text{NO}(\text{気})$

10 これらの反応が平衡状態にあるとき、全圧一定下でアルゴンを加えても平衡が移動しない反応はいくつあるか。

- ㉞ 0 ㉟ 1 ㊱ 2 ㊲ 3 ㊳ 4

11 ある一定容積の容器に 2.0 mol の水素と 1.5 mol のヨウ素を入れ、一定温度に保ったところ、(a)の反応が平衡状態に達した。このとき水素は 1.0 mol になっていた。同じ容積の別容器に水素 1.0 mol とヨウ素 1.0 mol を入れて同じ温度に保つと平衡に達した。このときヨウ素は何 mol 存在しているか。もっとも近い値を選べ。ただし $\sqrt{2} = 1.4$ とする。

- ㉞ 0.36 ㉟ 0.42 ㊱ 0.45 ㊲ 0.50 ㊳ 0.58

12 アルカリ金属に属する元素 A は、赤紫の炎色反応を示した。元素 A がイオン化したものと電子の数が同じものの組み合わせを選べ。

- ㉞ F^- と Mg^{2+}
㉟ O^{2-} と Al^{3+}
㊱ S^{2-} と Na^+
㊲ Br^- と Ne
㊳ Cl^- と Ca^{2+}

13 以下の文章の()に当てはまる語句の組み合わせで正しいものを選び。

アンモニア分子中の窒素原子と水素原子は(a)を形成している。アンモニア分子中の窒素原子が大きな(b)を有するため、一方のアンモニア分子中の窒素原子と他方の分子中の水素原子の間で(c)を形成する。

- | | | | |
|---|----------|----------------|-----------|
| ア | (a) 配位結合 | (b) 電気陰性度 | (c) イオン結合 |
| イ | (a) 配位結合 | (b) ファンデルワールス力 | (c) 水素結合 |
| ウ | (a) 共有結合 | (b) 電気陰性度 | (c) 水素結合 |
| エ | (a) 共有結合 | (b) 電気陰性度 | (c) 配位結合 |
| オ | (a) 配位結合 | (b) ファンデルワールス力 | (c) 水素結合 |

14 アンモニアが関わる化学反応について正しいのはどれか。

- A Fe^{3+} を含む水溶液にアンモニア水を加えると、緑白色の沈殿が生じる。
- B NaCl 飽和水溶液にアンモニアを吸収させ、二酸化炭素を吹き込むと炭酸ナトリウムが得られる。
- C Pt を触媒とした反応により、アンモニアは一酸化窒素に酸化される。
- D Cu^{2+} を含む水溶液に過剰量のアンモニア水を加えると深青色の水溶液になる。

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

15 以下の文章のうち、正しいのはどれか。

- A 炭酸カルシウムと水酸化カルシウムの融解混合物はソーダ石灰という。
- B 水銀は Mn, Fe, Co, Pt などとはアマルガムをつくらない。
- C Al の粉末と酸化鉄を混合して点火すると還元反応により鉄が得られる。
- D Pb^{2+} を含む水溶液に K_2CrO_4 を加えると白濁する。

- ㉞ A と B ㉠ A と C ㉡ B と C
- ㉟ B と D ㉢ C と D

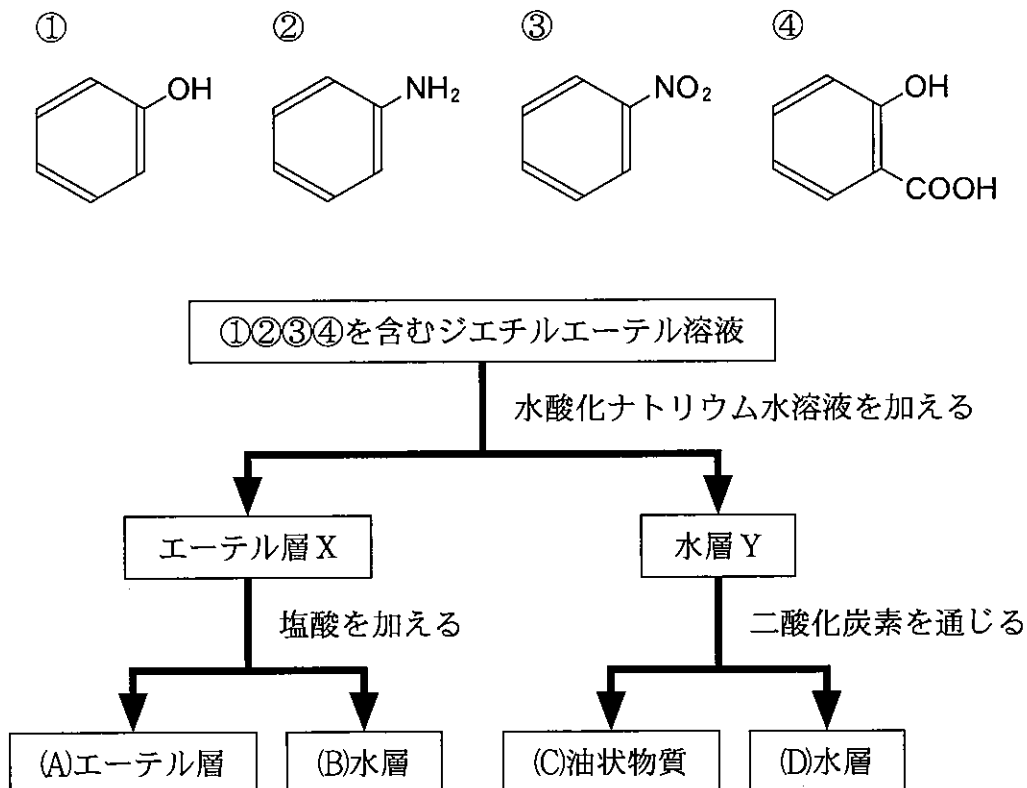
16 分子式 $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$ で示される有機化合物には複数の構造異性体がある。そのうちのどれか2つの有機化合物に当てはまる性質は、下記の中にいくつあるか。

- A 単体のナトリウムと反応して水素を発生する。
- B 酸化するとアルデヒドを発生する。
- C 常温で気体である。
- D ヨードホルム反応を示す。
- E プロペンに水を付加して得られる。

- ㉞ 1 ㉠ 2 ㉡ 3 ㉢ 4 ㉣ 5

下図について、以下の問い(問題 17・18)に答えよ。

4種の芳香族化合物(①②③④)を含むジエチルエーテル溶液を分離した。



17 4種の芳香族化合物(①②③④)について、誤った記述はいくつあるか。

- A ①はクメン法により、アセトンと共に得られる。
- B ①と②はさらし粉水溶液を加えると呈色する。
- C ③を還元し、水酸化ナトリウム水溶液を加えることで②が得られる。
- D ④は炭酸水素ナトリウム水溶液に溶解する。
- E ④にメタノールと濃硫酸を作用させて得られる物質は、塩化鉄(Ⅲ)水溶液により呈色しない。

ア 1 イ 2 ウ 3 エ 4 オ 5

18 図の分離操作について正しい文章はどれか。

- ㉞ (A)のエーテルを蒸発させると、淡黄色の無臭の液体が得られる。
- ㉟ (B)の水層に含まれる物質は、アンモニア水溶液を加えると㉞になる。
- ㊱ (C)の油状物質をニトロ化すると㉞になる。
- ㊲ (D)の水層に含まれる物質は、希硫酸を加えると㉞になる。
- ㊳ はじめの分離前の溶液に安息香酸が含まれていた場合、(B)の水層に含まれる。

19 医薬品として使用されるニトログリセリンとスルファニルアミドの骨格をもつサルファ剤について、正しい文章はいくつあるか。

- A ニトログリセリンは、グリセリンに希硫酸と希硝酸の混合液を作用させて得られる。
- B ニトログリセリンは、心臓病の薬として用いられる。
- C サルファ剤は、アゾ染料の一種から見出された。
- D サルファ剤は、アニリン誘導体である。
- E サルファ剤は、細菌の増殖を抑える抗生物質である。

- ㉞ 1 ㉟ 2 ㊱ 3 ㊲ 4 ㊳ 5

ゴムについて、以下の問い(問題 20・21)に答えよ。

20 以下の文章の()に入る語句で最も適切な組み合わせはどれか。

ラテックスはゴムノキから得られる粘性の高い白色の樹液である。ラテックスに(Ⅰ)を加えると生ゴムが沈殿するが、これを凝固、乾燥させた生ゴムを(Ⅱ)するとおもにイソプレンが得られる。生ゴムの分子はポリイソプレンであり、イソプレン単位ごとに(Ⅲ)形の二重結合が1個存在する。ポリイソプレン分子はその二重結合が徐々に酸化されるため弾性を失い劣化する。イソプレンに似た構造を持つ単量体を付加重合させると生ゴムに似た性質の合成ゴムが得られ、これを(Ⅳ)すると弾性のあるゴムが得られる。タイヤなどに用いられるスチレン-ブタジエンゴム(SBR)はスチレンと1,3-ブタジエンを(Ⅴ)させたものである。

	(Ⅰ)	(Ⅱ)	(Ⅲ)	(Ⅳ)	(Ⅴ)
㉗	アンモニア水	加硫	シス	加硫	縮合重合
㉘	アンモニア水	乾留	トランス	乾留	開環重合
㉙	酢酸	乾留	シス	加硫	共重合
㉚	アンモニア水	加硫	トランス	乾留	縮合重合
㉛	酢酸	乾留	トランス	縮合	共重合

21 スチレンと1,3-ブタジエンを1:Xの物質比で混合してSBRを合成した。このゴム2.0gに十分な量の臭素を加えて反応させたところ4.0gのBr₂が反応した。これよりXを求めよ。ただし、加えたスチレンとブタジエンは全て反応し、このゴムのベンゼン環と臭素は反応しないものとする。またBr = 80として計算せよ。

㉗ 1 ㉘ 2 ㉙ 3 ㉚ 4 ㉛ 5

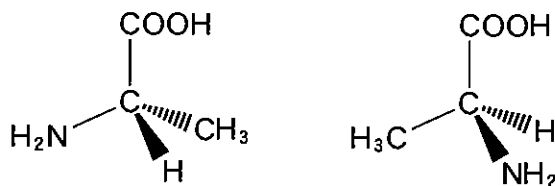
22 以下の文章のうち、正しいのはどれか。

- A ポリアセチレンにヨウ素を染みこませると金属に近い電気伝導度を示す樹脂が得られる。
- B $-\text{SO}_3\text{Na}$ 型になったイオン交換樹脂を $-\text{SO}_3\text{H}$ 型に再生させるには、酢酸水溶液を多量に流す。
- C 吸水性高分子では陰イオンどうしの反発とイオンの浸透圧が水の吸収に関与している。
- D ジラクチドを開環重合させるとポリプロピレンができる。
- E 酢酸ビニルを付加重合したのち加水分解したものがビニロンである。

- ㉞ A と C ㉟ B と D ㊱ C と E ㊲ D と A ㊳ E と B

23 以下の文章のうち、正しいのはどれか。

- A グリシンは L 型アミノ酸である。
- B グルタミン酸の等電点は酸性領域にある。
- C pH 3 の緩衝液を用いてろ紙電気泳動を行うとリシンは陽極方向に移動する。
- D ジスルフィド結合は 2 つのシステインの $-\text{SH}$ どうしの間で形成される。
- E 以下のアミノ酸は互いに鏡像異性体の関係にある。



- ㉞ A と C ㉟ B と D ㊱ C と E ㊲ D と A ㊳ E と B

24 ある食品中のタンパク質含有量を求めるため、食品 10 g を分解して、タンパク質中の窒素を全てアンモニア NH_3 に変換した。発生したアンモニアを 0.2 mol/L の硫酸水溶液 100 mL に吸収させた。未反応の硫酸を 0.1 mol/L の NaOH 水溶液で中和するのに 80 mL を要した。この食品中に含まれるタンパク質には窒素分が質量%で 16 % 含まれるものとして、この食品中のタンパク質含有量(%)に最も近い値はどれか。ただし、発生されたアンモニアは全てタンパク質に由来するものとする。

- ㉞ 20.0 ㉟ 24.0 ㊱ 28.0 ㊲ 31.0 ㊳ 53.0

25 綿の主成分である多糖 A から合成される繊維等に関し、以下の文章について誤りはどれか。

A をシュバイツァー試薬に溶かし、希硫酸中に細孔から押し出し繊維を再生したものが(㉞)である。

また、A を NaOH 水溶液に浸した後、 CS_2 にひたす。これを NaOH 水溶液に溶かして赤褐色の(㉟)と呼ばれるコロイド溶液にする。(㉟)を希硫酸中で細孔から押し出すと A に戻り、その繊維を(㊱)レーヨンという。(㊱)を薄い膜状の A に再生したものは(㊱)という。

また、A を無水酢酸などにより酢酸エステルとし、A の(㊲)の影響を弱め成形しやすくした後、一部加水分解して繊維化したものは(㊳)と呼ばれる。

- ㉞ 銅アンモニアレーヨン
㉟ ビスコース
㊱ セロハン
㊲ 水素結合
㊳ キュプラ