

入学試験問題(1次)

理 科

平成31年1月28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40ページ(物理1～10ページ、化学11～21ページ、生物22～40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。

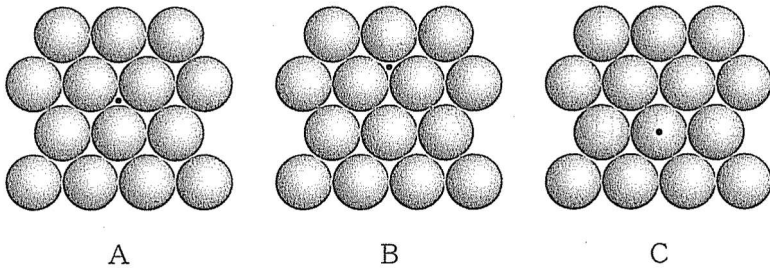
受験番号				
------	--	--	--	--

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 $H = 1.00$, $C = 12.0$, $N = 14.0$, $O = 16.0$, $Na = 23.0$, $S = 32.1$, $Cl = 35.5$, $K = 39.1$, $Mn = 55.0$, $Br = 79.9$, $I = 127$ 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 A～Cは、ある金属の結晶格子の単層を上部から眺めたモデル図である。この金属の結晶は、A～Cの向きを変えず黒点が一致するように重ねたABCの繰り返し構造をしている。この結晶の単位格子の一辺の長さを L とするとき、最も近い原子の中心間距離はどれか。



㉞ $\frac{\sqrt{3}}{2} L$

㉟ $\frac{\sqrt{3}}{4} L$

㊱ $\frac{\sqrt{2}}{2} L$

㊲ $\frac{\sqrt{2}}{4} L$

㊳ 特定できない

2 アモルファスどうしの組合せはどれか。

- ㉞ 木炭 — グラフェン
- ㉟ すす — ダイヤモンド
- ㊱ 黒鉛 — ドライアイス
- ㊲ 活性炭 — カーボンファイバー
- ㊳ フラーレン — カーボンナノチューブ

3 酸素(気体)を水上置換で捕集した。捕集された容器内の酸素の体積は 23℃、800 mmHg の大気圧下で 100 mL であった。この酸素の標準状態における体積はいくらか。最も近い値を選べ。ただし、23℃における水の蒸気圧を 21.1 mmHg とする。標準状態の大気圧は 760mmHg とする。

- ㉞ 90.0 mL ㉟ 94.5 mL ㊱ 97.1 mL
- ㊲ 99.6 mL ㊳ 111 mL

4 有機化合物 A の成分元素の質量百分率は、窒素 46.7%，酸素 26.7%，水素 6.67% で残りは炭素である。10.0 g の A をメタノール 100 g に溶解したところ、溶液の沸点は 66.0℃ であった。この溶液における A のモル分率はいくらか。最も近い値を選べ。メタノールの沸点は 64.7℃，メタノールのモル沸点上昇は 0.785 K·kg/mol とする。モル分率は溶液の総モル数に対する溶質のモル数の割合とする。

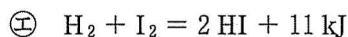
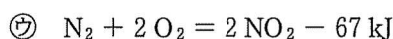
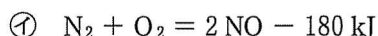
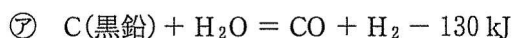
- ㉞ 5.06×10^{-2} ㉟ 5.33×10^{-2} ㊱ 5.63×10^{-2}
- ㊲ 9.09×10^{-2} ㊳ 9.49×10^{-1}

5 以下のどの条件にも当てはまらない反応はどれか。なお物質の状態は付記したものの以外はすべて気体であり、すべての反応は平衡状態にあるとする。

条件1 圧力には無関係で温度が低いほど右に平衡が移動する反応。

条件2 圧力が高く温度が高いほど右に平衡が移動する反応。

条件3 圧力が低く温度が高いほど右に平衡が移動する反応。



6 鉄(II)イオン Fe^{2+} を $1.6 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$ で含む水溶液に硫化水素 H_2S を通じて硫化鉄(II) FeS の沈殿を生じさせたい。この溶液の pH をいくらより大きくすればよいか。ただし、溶液中の硫化水素の濃度は 0.10 mol/L を保つものとし、硫化鉄の溶解度積 $K_{\text{sp}} = 1.6 \times 10^{-19} (\text{mol/L})^2$ 、 H_2S の電離平衡 ($\text{H}_2\text{S} \rightleftharpoons 2 \text{H}^+ + \text{S}^{2-}$) の電離定数 K は $1.0 \times 10^{-21} (\text{mol/L})^2$ とする。

㉞ 2

㉟ 3

㊱ 4

㊲ 5

㊳ 6

7 0.100 mol/L の塩酸 20.0 mL に、 0.100 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液を加えて溶液の pH を 12.0 にしたい。必要な水酸化ナトリウム水溶液の体積 (mL) に最も近いのはどれか。ただし、水のイオン積は $K_w = 1.00 \times 10^{-14} (\text{mol/L})^2$ とする。

㉞ 21.4

㉟ 22.8

㊱ 23.2

㊲ 24.4

㊳ 25.6

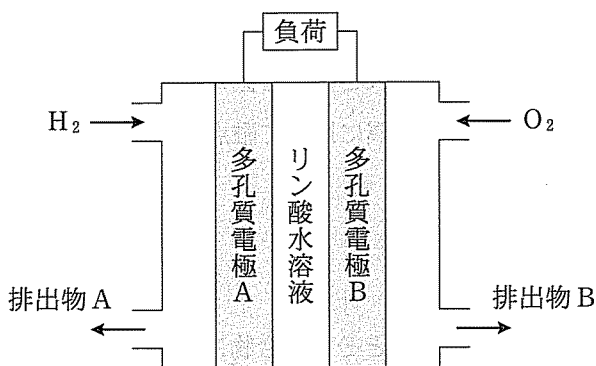
8 アルカリ土類金属について正しいのはどれか。

- ㊦ 単体は常温で水と反応しない。
- ㊧ 天然には単体として存在しない。
- ㊨ 単体の反応性は原子番号が大きいほど低い。
- ㊩ 単体は同周期のアルカリ金属に比べて融点が低い。
- ㊪ 硝酸塩は水に溶けにくい。

9 ハロゲン元素(F, Cl, Br, I)とその化合物について正しいのはどれか。

- ㊦ Cl_2 , Br_2 は常温で有色の気体である。
- ㊧ 陰イオンの還元力は原子番号が小さいほど強い。
- ㊨ F_2 , Cl_2 , Br_2 は水と反応し、酸素を発生する。
- ㊩ HF, HCl, HBr, HI の順に融点は高くなる。
- ㊪ AgBr, AgI は水に溶けにくい。

10 下図の水素－酸素燃料電池について【 ① 】～【 ⑤ 】に入る語句で最も適切な組合せはどれか。



触媒を加えた 2 枚の多孔質電極 A、B で仕切った容器の間に電解質としてリン酸水溶液を入れた。電極 A 側に水素を B 極側から酸素を供給すると A 側では【 ① 】反応が、B 側で【 ② 】反応が起きる。電極は【 ③ 】となり【 ④ 】に水が含まれる。今、負荷をつないで発電させたところ平均 0.70 V の起電力が得られ 18 g の水が得られたとすると、この電池で化学反応によって生じるエネルギーのうち【 ⑤ 】%が電気エネルギーに変換されたことになる。

ただし $\text{H}_2(\text{気}) + 1/2 \text{O}_2(\text{気}) = \text{H}_2\text{O}(\text{液}) + 286 \text{ kJ}$ であり、電気エネルギー[J] は電圧[V]と電気量[C]の積で求められるものとする。

	①	②	③	④	⑤
㉗	酸化	還元	電極 B が正極，電極 A が負極	排出物 B	47
㉘	還元	酸化	電極 A が正極，電極 B が負極	排出物 A	47
㉙	還元	酸化	電極 B が正極，電極 A が負極	排出物 B	47
㉚	酸化	還元	電極 B が正極，電極 A が負極	排出物 B	67
㉛	酸化	還元	電極 A が正極，電極 B が負極	排出物 B	67

11 窒素と水素を Fe_3O_4 を主成分とする触媒を用いて高温、高圧で反応させた。生成したアンモニアを過剰の空気と混合し、白金触媒を用いて高温で反応させ、生じたガスを酸化し、これを水と反応させて硝酸を得た。濃度 60 % の硝酸を 10 kg 得るためには、標準状態で何 m^3 の窒素が必要か。最も近い値を選べ。ただし各反応は完全に進むものとする。

- ㉞ 0.36 ㉟ 0.53 ㊱ 1.1 ㊲ 2.1 ㊳ 4.3

12 アルミニウムについて正しいのはどれか。

- ㉞ 水酸化アルミニウムを氷晶石とともに熔融塩電解してつくられる。
㉟ 人工的に酸化皮膜を表面につけた製品をジュラルミンという。
㊱ 金属元素の中で、地殻中の元素の割合(質量%)が 2 番目に多い。
㊲ 天然には 2 種類の同位体が存在する。
㊳ テルミット反応では、還元剤としてはたらく。

13 炭素と水素だけからなる鎖式炭化水素 A の元素分析を行なったところ、水素が 14.3 % 含まれていた。A の分子量が 56 である場合、A について正しいのはどれか。

- ㉞ 常温で液体である。
㉟ 4 種の幾何異性体が存在する。
㊱ ペンタンよりも沸点が高い。
㊲ A と分子式が同じシクロアルケンが存在する。
㊳ 酸性の KMnO_4 水溶液に通じると水溶液の色が変化する。

14 アルコールについて正しい記述はいくつあるか。

- ・1-ブタノールは1-プロパノールよりも水によく溶ける。
- ・分子量が同程度のエーテルよりも沸点が高い。
- ・エタノールと濃硫酸を約 140 °C で反応させると分子内脱水により水を生じる。
- ・油脂の加水分解によって多価アルコールが得られる。

㉞ 0 ㉟ 1 ㊱ 2 ㊲ 3 ㊳ 4

15 有機物質とその性質および用途のうち、誤った組合せはどれか。ただし性質は常温におけるものとする。

	名 称	性 質	用 途
㉞	ジエチルエーテル	水よりも密度が小さい	有機化合物の溶媒
㉟	ホルムアルデヒド	刺激臭の液体	動物標本の保存溶液
㊱	アセトン	還元作用を示さない	マニキュアの除光液
㊲	乳 酸	水に溶けやすい	生分解性樹脂の原料
㊳	酢酸エチル	水に溶けにくい	マニキュアの除光液

16 高温・高圧のもとでナトリウムフェノキシドに二酸化炭素を反応させてできた有機化合物に、さらに希硫酸を加えて有機化合物 A を得た。A とメタノールのエステル化により有機化合物 B を、A と無水酢酸のエステル化により有機化合物 C を得た。正しいのはどれか

- ㉞ B は水に溶けやすい。
- ㉟ A はフェノールよりも弱い酸である。
- ㊱ B は特有の芳香を持つ白色の固体である。
- ㊲ C は解熱鎮痛薬として用いられる。
- ㊳ C は塩化鉄(III)水溶液によって呈色する。

17 三種類の二糖類 A, B, C がある。A, B, C を溶解して混合水溶液 D を調製した。D あるいは A, B, C の各種水溶液を用いて以下の実験を行った。各反応は最適条件で完全に行われるものとする。

- 1) D にスクラーゼ(インベルターゼ)を加えて作用させたところ、0.2 mol のグルコースが得られた。
- 2) D にマルターゼを加えて作用させたところ、0.2 mol のグルコースが得られた。
- 3) D に希硫酸を加えて加熱して、完全に加水分解を行ったところ、0.8 mol のグルコースが得られた。
- 4) A, B, C にフェーリング液を加えて加熱したところ、A と B が赤色沈殿を生じた。
- 5) A を完全に加水分解したところ、0.4 mol のガラクトースが得られた。

以下の文章から正しいものを選び。

- ㊦ D の完全な加水分解により、0.4 mol のフルクトースが得られた。
- ㊧ B はヒトやウシなどの乳汁に含まれている。
- ㊨ A は D 中に 0.1 mol 含まれている。
- ㊩ C は D 中に 0.2 mol 含まれている。
- ㊪ A は砂糖の主成分で、代表的な甘味料である。

18 デンプンは多数のグルコース分子が(A)することにより生合成される植物由来の高分子化合物である。デンプンは(B)と(C)により構成され、(B)は温水に溶けやすいが、(C)は溶けにくい。また、(C)は分子内に(D)を有する構造的特徴をもつ。デンプン水溶液に(E)を加えると青紫色を呈する。この反応は鋭敏であるが、加熱することにより色は消失する。(A)から(E)に入る語句の正しい組合せを選べ。

- ㊦ (A) 縮合重合 (B) セルロース (C) アミロペクチン
 (D) α -1,4 結合 (E) ヨウ素ヨウ化カリウム水溶液
- ㊧ (A) 脱水縮合 (B) アミロペクチン (C) アミロース
 (D) α -1,4 結合 (E) 塩化鉄(III)水溶液
- ㊨ (A) 脱水縮合 (B) セルロース (C) アミロース
 (D) β -1,4 結合 (E) ヨウ素ヨウ化カリウム水溶液
- ㊩ (A) 脱水縮合 (B) アミロース (C) アミロペクチン
 (D) α -1,6 結合 (E) ヨウ素ヨウ化カリウム水溶液
- ㊪ (A) 開環重合 (B) セルロース (C) グリコーゲン
 (D) β -1,4 結合 (E) 塩化鉄(III)水溶液

19 アミノ酸、ペプチド、タンパク質について、間違っているのはどれか。

- ㊦ アミノ酸に無水酢酸を作用させると、塩基としての性質を失う。
- ㊧ ビウレット反応はアミノ酸、タンパク質ともに呈色する。
- ㊨ ジスルフィド結合を有するタンパク質は、水酸化ナトリウム水溶液を加えて加熱後に酢酸鉛(II)水溶液を加えると、黒色沈殿を生ずる。
- ㊩ 三つの異なるアミノ酸からなるトリペプチドは6通り存在する。
- ㊪ 芳香族アミノ酸を含まないタンパク質はキサントプロテイン反応をおこさない。

20 ヘキサメチレンジアミン(分子量 116)146 g とアジピン酸(分子量 146)146 g の混合物を加熱して高分子化合物 A を得た。間違っているのはどれか。

- ㉞ この反応は縮合重合反応である。
- ㉟ 生成物はポリアミド系合成繊維である。
- ㊱ この重合反応が完全に進行した場合、 2.3×10^2 g の高分子化合物 A が生成される。
- ㊲ この重合反応が完全に進行した場合、約 18 g の水が生ずる。
- ㊳ 平均分子量 4.2×10^5 の高分子化合物 A に含まれるアミド結合の数は 3.7×10^3 である。

次の文を読み、以下の問い(問題 21・問題 22)に答えよ。

ヨウ化カリウム水溶液を白金電極を用いて電気分解すると陽極に赤褐色の沈殿が生じた。

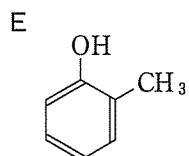
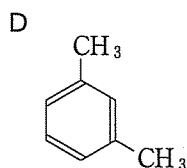
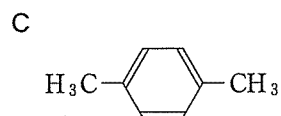
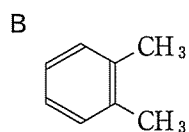
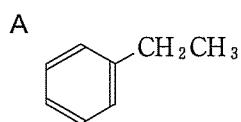
21 1.00 A で 3 分 13 秒電気分解した時に生じる沈殿と同じ質量の沈殿をこのヨウ化カリウム水溶液に生じさせるのに必要な臭素の質量は何 g か。

- ㉞ 0.0800 ㉟ 0.160 ㊱ 0.320 ㊲ 0.640 ㊳ 1.28

22 電気分解で生じた沈殿を水酸化ナトリウム水溶液に加え、それに以下の物質を数滴滴下したところ黄色沈殿を生じた。当てはまらないのはどれか。

- ㉞ 酢酸
- ㉟ アセトン
- ㊱ エタノール
- ㊲ アセトアルデヒド
- ㊳ 2-プロパノール

下図について、以下の問い(問題 23~25)に答えよ。



23 A~Eを酸化して産生したカルボン酸を加熱したとき酸無水物を生じるのはどれか。

- ㉞ A ㉟ B ㊱ C ㊲ D ㊳ E

24 A~Eのうち、酸化して産生したカルボン酸がポリエチレンテレフタラートの原料になるものはどれか。

- ㉞ A ㉟ B ㊱ C ㊲ D ㊳ E

25 問い 24 で述べたカルボン酸と重合してポリエチレンテレフタラートを生成する物質について正しいのはどれか。

- ㉞ 甘味がある ㉟ ジエチルエーテルに溶けやすい ㊱ 粘性が低い
 ㊲ 揮発しやすい ㊳ 無毒である

