

2019 年度一般入学試験(前期)

理 科 (問 題)

注 意

- 1) 理科の問題冊子は全部で 33 ページあり、問題数は、物理 4 問、化学 4 問、生物 5 問である。白紙・余白の部分は計算・下書きに使用してよい。
- 2) 別に解答用紙が 3 枚ある。解答はすべてこの解答用紙の指定欄に記入すること。指定欄以外への記入はすべて無効である。
- 3) 解答用紙の所定欄に次のとおり受験番号を記入しなさい。氏名を記入してはならない。
 - ・ 一般入試のみを志願する受験者は一般の欄に受験番号を記入する。
 - ・ 併用入試のみを志願する受験者は併用の欄に受験番号を記入する。
 - ・ 一般入試と併用入試の両方を志願する受験者は一般と併用の両方の欄にそれぞれの受験番号を記入する。
 なお、記入した受験番号が誤っている場合や無記入の場合は、当該科目の試験が無効となる。
 また、*印の欄には何も記入してはならない。
- 4) 理科は物理・化学・生物のうち 2 科目を選択して解答すること。選択しない科目の解答用紙には(受験番号は忘れず記入の上)用紙全体に大きく×印をつけて、選択しなかったことがはっきりと分かるようにすること。
- 5) 3 科目全部にわたって解答したもの、および解答用紙 3 枚のうち 1 枚に×印のないものは、理科の試験全部が無効となる。
- 6) 問題冊子は持ち帰ること。
- 7) 解答用紙は持ち出してはならない。
- 8) 試験終了時には、解答用紙を裏返して、下から順に物理、化学、生物の解答用紙を重ねて置くこと。解答用紙の回収後、監督者の指示に従い退出すること。

物理

3 ページ

II 問4の問題文を以下のように「ともに」を加えてください。

問4 図1の回路Zを2つ並べ、図2のように抵抗値 R_G の2つの抵抗でつないだ。それぞれの回路のスイッチSをXとYのどちらにもつないでいない状態から、Xに同時につないだところ、点Pの電位は50 mVになった。次に

それぞれのスイッチSを同時にYにつなぎ替えたところ、点Pの電位は-80 mVになった。 $V_A=70$ mV, $V_B=100$ mV, $V_C=100$ mV, $R_C=30$ Ω ,

$R_G=50$ Ω とし、抵抗値 R_A と R_B を求めよ。

化学

11 ページ

II 問題文の下線部⑤の文章を以下のように「熱」を加えてください。

⑤銅板を濃硫酸に浸した場合も気体を発生し溶解する。

15 ページ

IV 実験3の記述を以下の文章に変更してください。

実験3 エタノールに濃硫酸を加えて160~170℃で熱することで得た気体Bを、過マンガン酸カリウムを触媒として塩基性条件下で酸化したところ化合物Cが得られた。この③化合物Cにテレフタル酸を加えて縮合重合させ（エ）を合成した。

生物

20 ページ

II 問4 選択肢6の問題文を以下のように「質量比で」を加えてください。

6 哺乳類の細胞を構成する物質では脂質が2番目に多い。

化 学 (前期)

[注意] 問題を解く際に、必要ならば、次の値を用いなさい。

原子量 H = 1.0, C = 12.0, O = 16.0, S = 32.1, Cu = 63.6,

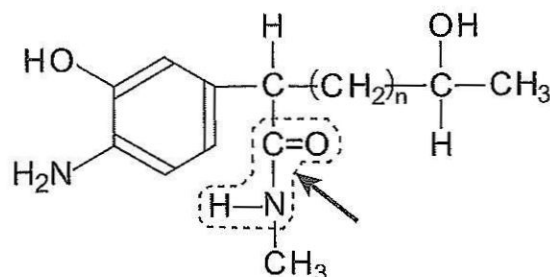
Ag = 107.9, Au = 197.0

気体定数 $R = 8.31 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L} / (\text{mol} \cdot \text{K})$

ファラデー定数 $F = 9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$

$\sqrt{2} = 1.41, \sqrt{3} = 1.73, \sqrt{5} = 2.24, \log_{10} 2 = 0.301, \log_{10} 3 = 0.477$

有機化合物を構造式で解答する場合には、次の例を参考にしなさい。



I 次の文章を読み、問1～問6に答えなさい。

水銀はその単体が唯一常温常圧で(ア)体の金属であり、周期表では(イ)族に分類される。水銀は他の金属と容易に合金を作るので貴金属の精製などに古くから利用されてきた。^①単体の水銀の蒸気や昇汞(昇コウ)等の水銀化合物は強い毒性を示す。しかし、古くは高松塚古墳の壁画の彩色や、そして近年に至るまで神社・仏閣の塗料や漆器の赤色顔料の朱として広く用いられてきた。^②

化学工業が発達した近代以降、様々な化学物質が大規模に製造されるようになった。炭化水素のエチンも製造原料の一つとしてよく用いられている。このエチンに硫酸水銀を触媒として水を付加させると、(ウ)が生じる。^③この(ウ)は不安定なので速やかに同じ分子式のアセトアルデヒドに変化する。このアセトアルデヒドは酸化または還元されて、^④種々の化学物質の製造に利用されている。しかし、こ

の過程で生じる廃液が原因で、甚大な環境汚染と健康被害がもたらされたため、現在ではアルケンである(エ)を酸化してアセトアルデヒドを得ている。この反応においては(オ)と(カ)が触媒として使用される。

水銀は身の回りにおいても、その単体が温度計や⑤血圧計、あるいは電池などに利用されてきた。これらは適切な使用の下ではその危険性は少ないが、破損や廃棄の際に水銀が環境へ放出されると、その後微生物による代謝などでより毒性の強い有機水銀へと形を変えることがわかり、現在水銀を使用しない製品、技術への移行が進められている。

問 1 (ア)~(エ)に入る最も適切な語句と(オ)と(カ)には化学式を解答欄(ア)~(カ)に答えなさい。(オ)と(カ)の順は区別しない。

問 2 下線部①の合金を何というか。解答欄に答えなさい。

問 3 下線部②の主成分である化合物名とその化学式を解答欄(i), (ii)にそれぞれ答えなさい。

問 4 下線部③の反応を化学反応式で表しなさい。その際、それぞれの有機化合物はすべて構造式を用いて解答欄に答えなさい。

問 5 下線部④について、このような二者を何と呼ぶか。最も適当な語句を解答欄に答えなさい。

問 6 下線部⑤について、現在でもヒトの血圧は水銀血圧計で測定したと仮定して水銀柱の高さ(mmHg)で表示している。今、水銀(密度 13.5 g/cm^3)に替えて1,2,3-プロパントリオール(密度 1.25 g/cm^3)を用いて血圧計を作製したとすると、水銀血圧計で収縮期血圧 110 mmHg であったヒトの血圧を測った際に1,2,3-プロパントリオールの柱の高さは何 mm となるか。解答欄に有効数字3桁で答えなさい。

II 次の文章を読み、問1～問7に答えなさい。

ニッケル、亜鉛、金、銀の混入が確認されている純度不明の銅(粗銅)板 100 g と純度 100 % の銅(純銅)からなる板 100 g を、0.0500 mol/L の硫酸で溶解した 0.0500 mol/L 硫酸銅(II)溶液に浸し、一方を直流電源の正極に、他方を負極につ^①ないだ。電圧を低く保ちながら一定の大きさの電流を通じ、正確に 48 時間後に通^②電を停止した。容器内を観察したところ、片方の電極(銅板)の下に集中して沈殿物^③が確認された。その後、取り外したそれぞれの銅板の質量を測定したところ、粗銅板は 78.6 g、純銅板は 121.2 g であった。

銅は、水素と比べてイオン化傾向が(ア)ので、塩酸や希硫酸などの酸には溶けない。しかし、硝酸のように(イ)の強い酸には溶解する。希硝酸に銅板を入れた場合は、(ウ)色の気体が発生して溶け、溶液は(エ)色となるが、濃硝酸に銅板を入れた場合は、(オ)色の気体を発生して溶解する。また、銅板を濃^④硫酸に浸した場合も気体を発生し溶解する。^⑤

問 1 (ア)～(オ)にあてはまる最も適切な語句を解答欄(ア)～(オ)に答えなさい。

問 2 下線部①において、粗銅板、純銅板のどちらを電源の正極につないだか。解答欄に答えなさい。

問 3 下線部②の電流の大きさは何 A か。解答欄に有効数字 3 桁で答えなさい。

問 4 下線部③の通電時、溶液に浸された純銅板の表面で進んでいる反応をイオン反応式で表し、解答欄に答えなさい。

問 5 下線部④の通電停止時に溶液中に存在している全てのイオンについて、イオン式を用いて解答欄に答えなさい。ただし、 H^+ (H_3O^+)、 OH^- は記述しなくてよい。

問 6 下線部④の沈殿物を何というか。解答欄(i)に答えなさい。また、この沈殿に含まれる全ての金属を解答欄(ii)に元素記号で答えなさい。

問 7 下線部⑤の反応を化学反応式で答えなさい。

Ⅲ 以下の文章を読み、問1～問5に答えなさい。

天然ゴムはイソプレンを単量体とする高分子化合物と考えることができ、分子中の二重結合はシス形の構造となっている。天然ゴムに数%の(ア)を加えて加熱①すると、分子内に(ア)原子による架橋構造が生じ、弾性、強度、耐久性などが向上する。この操作を(イ)という。

フェノールと(ウ)を反応させると、(エ)反応と縮合反応を繰り返して重合が進む。これにシュウ酸などの酸を触媒として重合させると(オ)と呼ばれる中間生成物が生じる。これに硬化剤を加えて加熱すると立体的な網目構造をもつ(カ)が得られる。

問1 (ア)～(カ)に入る適切な語句を解答欄(ア)～(カ)に答えなさい。

問2 天然ゴムの構造式を解答欄に答えなさい。ただし、重合度を n として例に従い点線と矢印で下線部①に対応する箇所がわかるように示しなさい。

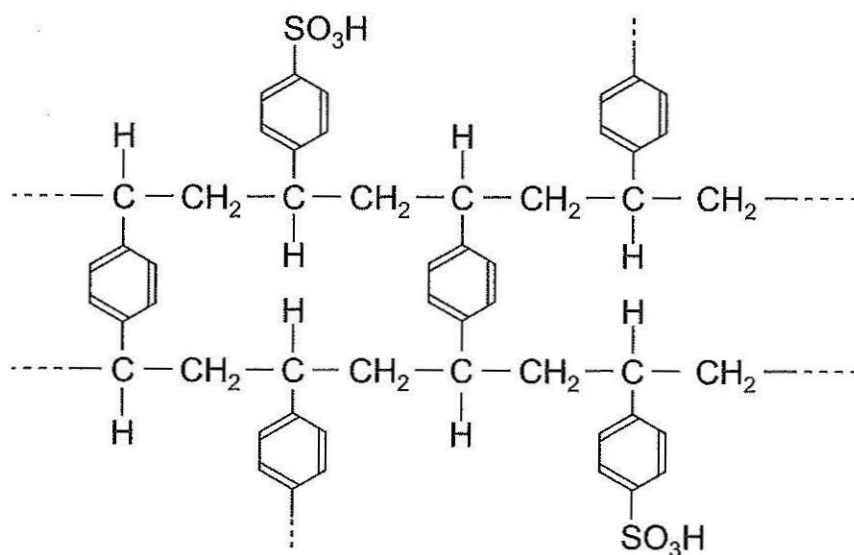
問3 アルキド樹脂を合成する際に、原料となる単量体を下の語群からすべて選び、解答欄に(A)～(I)の記号で答えなさい。

[語群]

- | | |
|-----------------|-----------------|
| (A) 酢酸 | (B) ジクロロジメチルシラン |
| (C) 無水フタル酸 | (D) グリセリン |
| (E) ヘキサフルオロプロペン | (F) メラミン |
| (G) 無水酢酸 | (H) トリクロロメチルシラン |
| (I) ホルムアルデヒド | |

問4 フェノール a mol を水に溶解させて500 mLにした。温度一定の条件下で系が平衡に達したのを確認したのち、溶液中の水素イオン濃度を測定したところ b mol/Lであった。この時の酸の電離定数 K_a と、電離度 α をそれぞれ a 、 b を用いて表し、解答欄(i)および(ii)に答えなさい。

問 5 スチレンに少量の *p*-ジビニルベンゼンを加えて共重合させたのち、スルホン化すると機能性樹脂 X が得られる。次に示す図は、その構造の一部を示したものである。以下の(i), (ii)について、解答欄(i)および(ii)に答えなさい。



(i) X は一般に何と呼ばれるか。

(ii) X におけるスルホ基の割合を調べると重量比で 8.0% であった。ここで、X の粉末 8.11 g を 1.0×10^{-1} mol/L の食塩水 1.00 L に入れ、十分に攪拌した後に静置すると溶液の pH はいくらになるか。小数第 1 位まで求め、解答欄に答えなさい。ただし、粉末を加えた事による食塩水の体積変化は無視でき、すべてのスルホ基が反応に用いられたものとする。

IV 次の実験1～実験3についての文章を読み、問1～問5に答えなさい。

実験1 脱脂綿に無水酢酸、氷酢酸および少量の濃硫酸を作用させると(ア)化
が起こり、分子式(X)_nの化合物が生成された。この化合物の一部を穏
やかに加水分解し、アセトンに溶解した。その溶液を細孔から温かい空気中
に押し出し乾燥させたところ(イ)が得られた。

実験2 硫酸銅(II)水溶液に水酸化ナトリウム水溶液を攪拌しながら少しずつ加える
と沈殿が生じた。この沈殿を吸引ろ過によって集め、蒸留水で数回洗浄した
のちピーカーに移した。そこへ濃アンモニア水を少量ずつ加え沈殿を完全に
溶解し、この溶液を試薬Aとした。次に、脱脂綿を少量ずつ試薬Aに加
え、ガラス棒でよく混ぜて溶かした。得られた溶液を注射器で吸い込み、細
孔から希硫酸中に押し出すと(ウ)が得られた。

実験3 エタノールに濃硫酸を加えて160～170℃で熱することで得た気体Bを酸
化させたのち、水と反応させて加水分解したところ化合物Cが得られた。
この化合物Cにテレフタル酸を加えて縮合重合させ(エ)を合成した。

問1 (ア)～(エ)に入る適切な語句を解答欄(ア)～(エ)に答えなさい。

問2 下線部①のXに入る適切な分子式を解答欄に答えなさい。

問3 下線部②の反応をイオン反応式で答えなさい。

問4 化合物Cの化合物名を解答欄(i)に、下線部③の反応における生成物
(エ)の構造式を重合度をnとして解答欄(ii)に答えなさい。ただし、構造
式は例にならって記述しなさい。

問 5 下線部③で得られた(エ)6.00 gをヘキサフルオロイソプロピルアルコールに溶かしたのち1.00 Lにした。この溶液の浸透圧を27℃で測定したところ7.50 hPaであった。このときの(エ)の平均分子量と、1分子に存在するエステル結合の平均の数を解答欄(i), (ii)にそれぞれ有効数字3桁で答えなさい。なお、この溶液はファントホッフの法則に従うものとする。