

# 平成19年度入学試験問題

## 理 科

物理Ⅰ・物理Ⅱ      化学Ⅰ・化学Ⅱ  
生物Ⅰ・生物Ⅱ      地学Ⅰ・地学Ⅱ

### 注 意

- 1 問題冊子は1冊，解答用紙は物理Ⅰ・物理Ⅱ4枚，化学Ⅰ・化学Ⅱ5枚，生物Ⅰ・生物Ⅱ4枚，地学Ⅰ・地学Ⅱ5枚，下書き用紙は3枚です。
- 2 出題科目，ページおよび選択方法は，下表のとおりです。

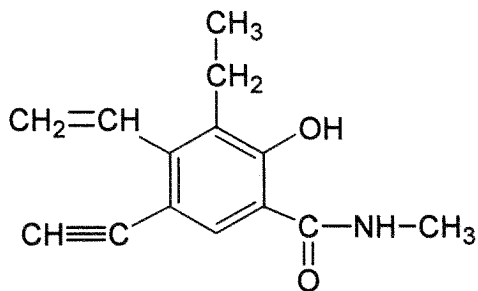
出 題 科 目	ページ	選 択 方 法
物理Ⅰ・物理Ⅱ	1～8	左記科目のうちから志望する学部，学科等が指定する数（1または2）の科目を選択し，解答しなさい。
化学Ⅰ・化学Ⅱ	9～19	
生物Ⅰ・生物Ⅱ	20～31	
地学Ⅰ・地学Ⅱ	32～41	

- 3 選択する科目のすべての解答用紙に受験番号を記入しなさい。
- 4 解答は，すべて解答用紙の指定されたところに書きなさい。
- 5 選択しなかった科目の解答用紙を試験時間中に監督者が回収するので，大きく×印をして機の通路側に重ねて置きなさい。
- 6 試験終了後，問題冊子と下書き用紙は必ず持ち帰りなさい。

## 化学 I ・ 化学 II

### 「解答上の注意」

- ・ 各問の解答は、解答用紙の指定されたところに記入せよ。
- ・ 第 4 問は、問 1 が共通問題で、問 2 と問 3 は選択問題である。問 2 および問 3 は、いずれか 1 つだけを選び、解答すること。問 2 と問 3 の両方を解答した場合は、選択問題である問 2 と問 3 のいずれも採点の対象とならないので注意すること。
- ・ 構造式は、下記の例にならって記せ。炭素－炭素結合間の価標は省略しないこと。



## 第 1 問

周期表の第 1 ～ 3 周期に属する元素の単体について、問 1 ～ 問 5 に答えよ。

問 1 常温・常圧で、単原子分子として存在する元素を全て記せ。ただし、原子量が小さいものから順番に元素記号で記すこと。

問 2 常温・常圧で、空気より重い気体のうち、二原子分子の単体を全て記せ。ただし、分子量が小さいものから順番に分子式で記すこと。

問 3 常温・常圧で、単体が水と容易に反応する元素のうち、最も原子量の小さいものを元素記号で答えよ。また、この反応の化学反応式を記せ。

問 4 酸素分子は常温・常圧で、比較的安定であるが、鉄などの金属にさびを発生させるなど、他の物質と反応しやすい性質も持ち合わせている。このことは、酸素分子が閉殻でない酸素原子で構成されている可能性を示している。この可能性を考慮した酸素分子の電子式を 1 つ記せ。ただし、酸素原子間は単結合とし、解答欄に記した電子式を完成させよ。

問 5 同素体が存在する元素について、元素記号を 3 つ記し、それぞれの同素体の物質名を 2 つ記せ。

## 第2問

次の文章は、酢酸水溶液Aの濃度を正確に求める実験について記したものである。  
問1～問4に答えよ。酢酸の電離定数  $K_a$  は、 $1.8 \times 10^{-5}$  mol/l とする。計算結果は有効数字2桁で記せ。

濃度未知の酢酸水溶液Aをホールピペットで10.0 ml とり、コニカルビーカーに入れ、水を加えて適度に薄めた。ビュレットに0.10 mol/lの水酸化ナトリウム水溶液を入れた。薄めた酢酸水溶液にビュレットから水酸化ナトリウム水溶液を少量ずつ加えてかき混ぜ、そのたびにpHを測定した。滴定曲線から、中和点に達するために要した水酸化ナトリウム水溶液の滴下量は、9.60 ml と求められた。

問1 上記で使用したガラス器具（ホールピペット、コニカルビーカー、ビュレット）が、純水でぬれていた場合、そのままでは使用できない器具名をすべて記せ。

問2 下線部の薄めた酢酸水溶液のpHは3.0であった。次の(1)および(2)に答えよ。  
(1) 下線部の薄めた酢酸水溶液の電離度を求めよ。ただし、電離度は、1より十分小さいものとする。  
(2) 下線部の薄めた酢酸水溶液の濃度を mol/l で求めよ。

問3 下線部の薄めた酢酸水溶液に水酸化ナトリウム水溶液を 4.80 ml 加えたときの水素イオン濃度を mol/l で求めよ。

問4 酢酸水溶液Aの濃度を mol/l で求めよ。

### 第3問

次の文章を読み、問1～問6に答えよ。アボガドロ定数は、 $6.0 \times 10^{23}$  /mol とする。

バリウムとチタンと酸素の化合物であるチタン酸バリウム（式量 233.2）は、エレクトロニクス分野で重要な材料のひとつである。チタン酸バリウムの単位格子を下図に示す。単位格子は、1辺が  $4.0 \times 10^{-8}$  cm の立方体であり、バリウムイオン、チタンイオン、酸化物イオンは、それぞれ立方体の頂点、中心、面の中心に存在する。よって、単位格子中に含まれるバリウムイオン、チタンイオン、酸化物イオンの正味の数は、それぞれ（ a ）個、（ b ）個、（ c ）個であり、チタン酸バリウムの組成式は（ i ）となる。

チタン酸バリウムを合成する工業的な方法の1つに、塩化バリウムから出発する方法がある。そこでは、まず、塩化バリウム水溶液にアンモニア水を加えて塩基性とした後、①その溶液に炭酸アンモニウムを加え、白色沈殿Aを得る。次に、沈殿Aを酸化チタン粉末と混合し、②高温に加熱すると、チタン酸バリウムが得られる。

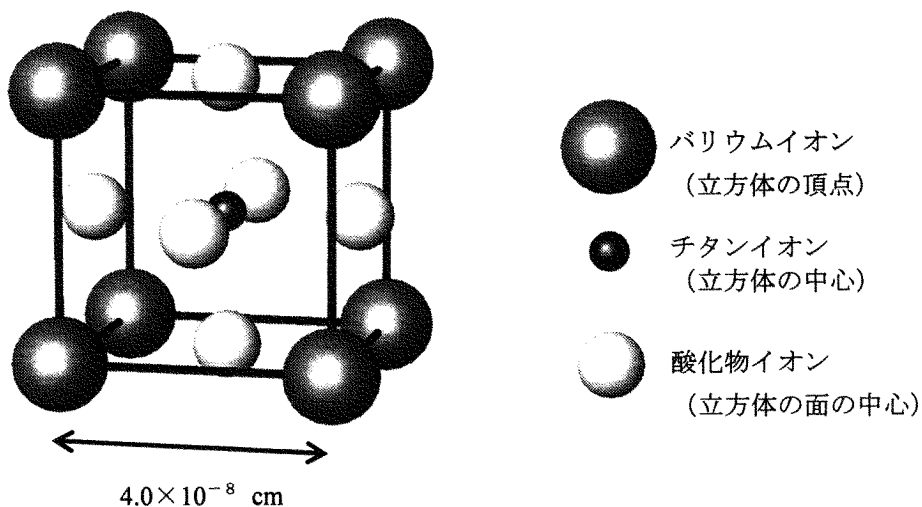


図 チタン酸バリウムの単位格子

問1 ( a ) ~ ( c ) にあてはまる適切な数値を記し, ( i ) にチタン酸バリウムの組成式を記せ。

問2 チタン酸バリウムにおけるチタンイオンの価数を記せ。

問3 チタン酸バリウムの結晶の密度 ( $\text{g/cm}^3$ ) を求め, 有効数字2桁で答えよ。

問4 塩化バリウム水溶液の性質として, 正しいものを, 以下のア~オからすべて選び, 記号で記せ。

ア 希硫酸を加えると, 塩素ガスが発生する。

イ 硝酸銀水溶液を加えると, 白色沈殿が生じる。

ウ 炎の中に入れると, 炎が深赤色を示す。

エ 炭素電極を用いて電気分解すると, 陽極に塩素ガスが発生する。

オ ヨウ化カリウムデンプン紙を浸すと, ヨウ化カリウムデンプン紙が青変する。

問5 下線部①の反応について, 次の(1)および(2)に答えよ。

(1) 沈殿Aの化合物名を記せ。

(2) 沈殿Aが生じる反応の化学反応式を記せ。

問6 以下の実験事実ア~オの中で, 下線部②で高温に加熱する理由として不適切なものを1つ選び, 記号で記せ。

ア 温度が高くなると, 反応速度定数が大きくなる。

イ チタン酸バリウムが生成する反応は, 発熱反応である。

ウ 高温に加熱すると, 沈殿Aが分解する。

エ 固体中をイオンが移動するためには, 大きな活性化エネルギーが必要である。

オ 温度が高くなると, 原子やイオンの熱運動が激しくなる。

## 第4問

問1は共通問題で、問2と問3は選択問題である。問1および問2、または、問1および問3に答えよ。問2と問3の両方を解答した場合は、選択問題である問2と問3のいずれも採点の対象とならないので注意すること。

問1(共通問題) 次の文章を読み、(1)～(4)に答えよ。

炭素原子間に三重結合を有する炭化水素をアルキンといい、多様な反応性を示す。アセチレンは、工業的には石油を高温で熱分解することにより製造され、実験室では(ア)に水を作用させることで得られる。適当な触媒存在下、アセチレンに水を付加させると、(イ)が中間生成物として生じ、アセトアルデヒドが生成する。同様に、アルキンである(ウ)に水を付加させると、アセトンが生成する。

- (1) (ア)に適切な化合物名を記せ。また、(ア)と水との反応を化学反応式で記せ。
- (2) (イ)と(ウ)に適切な化合物名を記せ。さらに、それぞれの構造式を記せ。
- (3) 以下の反応A～Eについて、(i)～(iii)に答えよ。

反応A アセチレンに水が付加すると、アセトアルデヒドが生成する。

反応B アセチレンに2分子の水素が付加すると、エタンが生成する。

反応C 3分子のアセチレンが付加重合すると、ベンゼンが生成する。

反応D アセチレンに2分子の臭素が付加すると、1,1,2,2-テトラブロモエタンが生成する。

反応E アセチレンに酢酸が付加すると、酢酸ビニルが生成する。

- (i) 反応Bでよく用いられる触媒を1つ記せ。ただし、元素記号で記すこと。
- (ii) 反応A～Eの中から、アセチレンが酸化されている反応を選び、記号で記せ。
- (iii) 反応A～Eの中から、アセチレンが還元されている反応を選び、記号で記せ。
- (4) アセチレンに対する付加反応の中で、アクリロニトリルが生成する反応の化学反応式を記せ。ただし、化学反応式中の化合物は、構造式を用いて記すこと。

問2 (選択問題) 本問を選択した場合は、解答用紙(その5)の問題選択欄の  
問2に○を記すこと。

次の文章を読み、(1)～(3)に答えよ。

合成樹脂の分別回収は、リサイクルにとって重要であり、そのためには、合成樹脂の種類を知る必要がある。いま、合成樹脂A～Dの種類を調べるために、以下の実験を行った。A～Dは、ポリエチレン、ポリスチレン、ポリ塩化ビニル、フェノール樹脂のいずれかであることはわかっている。銅線をガスバーナーで赤熱したのち、A～Dのそれぞれに押し付けたところ、Aのみが溶けなかった。Bが付着した銅線をバーナーの炎の中に入れたところ、青緑色の炎色が観察され、CやDの場合には、青緑色の炎色が観察されなかった。次に、CおよびDの小片をとり、ピンセットでガスバーナーの炎の中に入れ、燃え方を観察したところ、CはDに比べて多くのすすを発生した。

- (1) 合成樹脂BおよびCを合成する際に用いる単量体の構造式をそれぞれ記せ。
- (2) 合成樹脂A～Dについての記述のうち、正しいものを以下のア～エからすべて選び、記号で記せ。

ア 合成樹脂Aの合成に用いられるホルムアルデヒドは、ビニロンの合成にも用いられる。

イ 合成樹脂Bに発泡剤を加えて加工したものは、軽くて断熱性が高い容器やこん包材として広く用いられている。

ウ 合成樹脂Cは、耐溶剤性にすぐれるが、光で徐々に黄変し、弱くなる性質があるので、光を遮断するために顔料が加えられ、灰色をしていることが多い。

エ 合成樹脂Dは、燃焼しても有毒ガスを発生しにくいものの、燃焼熱が大きく炉を損傷するなどの問題を生じる場合がある。

(3) 以下の文章中の ( a ) および ( b ) にあてはまる適切な語句の組み合わせをア～エから選び、記号で記せ。

ポリエチレンには、分子が規則正しく配列した結晶領域と、不規則に配列した非晶領域が存在する。一般に、( a ) 領域が多いほど硬くなる。また、( b ) 領域が多いほど不透明になることが知られている。

ア a : 結晶 b : 結晶

イ a : 結晶 b : 非晶

ウ a : 非晶 b : 結晶

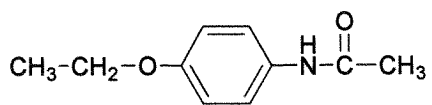
エ a : 非晶 b : 非晶

問3（選択問題） 本問を選択した場合は、解答用紙（その5）の問題選択欄の問3に○を記すこと。

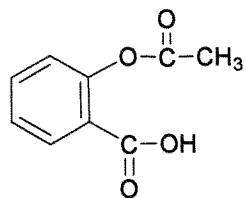
次の文章を読み、(1)～(4)に答えよ。

医薬品は、作用の増強や副作用の軽減等の改良が加えられ、絶えず進化している。  
①スルファニルアミドは、プロントジルという赤色のアゾ染料を医薬品に改良したサルファ剤である。②アンピシリンは、アオカビの中から発見されたペニシリンGを、より多くの細菌に効くように改良し、さらに、飲んで効くように改良した抗生物質である。③アセチルサリチル酸は、化合物（ A ）の副作用である胃腸障害の軽減を目的に、また、④フェナセチンは、化合物（ B ）の副作用である肝毒性の軽減を目的に改良した解熱鎮痛薬である。

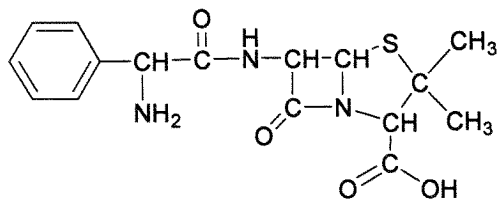
- (1) 化合物（ A ）は、サリチル酸メチルの加水分解によって得られるカルボン酸である。化合物（ A ）の構造式を記せ。
- (2) 化合物（ B ）は、アニリンと無水酢酸との反応によって得られるアミドである。化合物（ B ）の構造式を記せ。
- (3) 医薬品①～④の構造式を次ページのア～エから選び、記号で記せ。
- (4) 次ページの構造式ア～エから、不斉炭素原子を持つものを1つ選び、構造式の記号と不斉炭素原子の数を記せ。



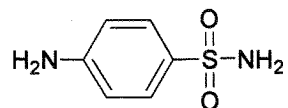
ア



イ



ウ



エ