

# 選択科目

(医学部)

— 2月7日 —

物理  
化学  
生物

この中から1科目を選択して解答しなさい。

科目	問題のページ
物理	1～6
化学	7～11
生物	12～18

解答に必要があれば、つぎの値を用いて計算しなさい。

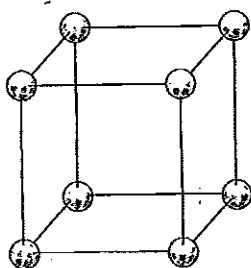
原子量：H = 1.0, C = 12.0, N = 14.0, O = 16.0, Na = 23.0, Cl = 35.5

気体定数： $R = 8.31 \times 10^3$  (Pa · L / (mol · K))

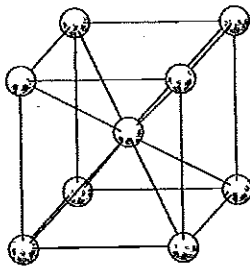
なお、体積を表すリットルの単位の記号は全てLで示している。

1

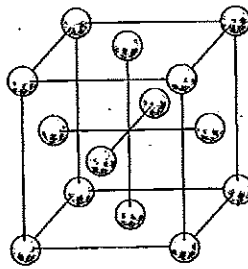
下図に示す三種類の立方体の単位格子に関する以下の各問いに答えなさい。ただし、いずれの単位格子も同じ大きさの球からできており、最も近い位置にある球どうしは接しているとする。



単純立方格子



体心立方格子



面心立方格子

問1 三種類の立方格子の中で、球が最も密に配列している単位格子をa～cの中から一つ選び、解答欄の記号にマークしなさい。

a : 単純立方格子      b : 体心立方格子      c : 面心立方格子

問2 単位格子の大きさを変えずに、単純立方格子の立方体の中心位置に入り得る最も大きな球の半径を解答欄に書きなさい。ただし、元々存在する球の半径は1であり、平方根は開かずに解答すること。

問3 問2において、元々存在する球をAイオンまたは原子、後から立方格子の中心に入れた球をBイオンまたは原子とした場合に、その結晶格子で表される化合物の組成式を解答欄に書きなさい。

問4 単位格子の大きさを変えずに、体心立方格子の各面の中心に入り得る最も大きな球の半径を解答欄に書きなさい。ただし、元々存在する球の半径は1であり、平方根は開かずに解答すること。

問5 問4において、元々存在する球をAイオンまたは原子、後から各面の中心に入れた球をBイオンまたは原子とした場合に、その結晶格子で表される化合物の組成式を解答欄に書きなさい。

問6 単位格子の大きさを変えずに、面心立方格子の立方体の中心に入り得る最も大きな球の半径を解答欄に書きなさい。ただし、元々存在する球の半径は1であり、平方根は開かずに解答すること。

問7 問6において、元々存在する球をAイオンまたは原子、後から立方体の中心に入れた球をBイオンまたは原子とした場合に、その結晶格子で表される化合物の組成式を解答欄に書きなさい。

2

つぎの文を読み、以下の各問いに答えなさい。

温度 27℃、圧力  $1.01 \times 10^5$  Pa に保たれた体積 3.0 L の反応容器があり、この反応容器内には酸素が満たされている。この反応容器に、体積が無視できるエタノールとシクロヘキサンの混合液 1.00 g を注入して密封した。その後、容器内でエタノールとシクロヘキサンを完全に燃焼させ、反応容器を冷却して 27℃にした。ただし、反応で生じた水はすべてが液体になり、その体積は無視できるものとする。また、エタノールとシクロヘキサンの燃焼熱は、それぞれ 1367 kJ/mol、および 3919 kJ/mol とする。

問 1 この実験で用いたエタノールとシクロヘキサンの混合液の見かけの分子量は 57.4 であった。この混合液中のエタノールとシクロヘキサンの物質量の割合 (エタノールの物質量/シクロヘキサンの物質量) として最も適切な数値を a～e の中から一つ選び、解答欄の記号にマークしなさい。

a :  $\frac{2}{8}$       b :  $\frac{3}{7}$       c :  $\frac{1}{1}$       d :  $\frac{6}{4}$       e :  $\frac{7}{3}$

問 2 混合液 1.00 g の完全燃焼によって発生する熱量 [kJ] として最も適切な値を a～e の中から一つ選び、解答欄の記号にマークしなさい。

a : 21.0      b : 32.7      c : 37.2      d : 52.9      e : 54.9

問 3 燃焼後、反応容器を 27℃まで冷却した際の反応容器内の圧力に関する最も適切な記述を a～e の中から一つ選び、解答欄の記号にマークしなさい。

- a : 燃焼前の 3 倍以上になる。
- b : 燃焼前より、わずかに増加する。
- c : 燃焼前後で変化しない。
- d : 燃焼前より、わずかに減少する。
- e : 燃焼前の  $\frac{1}{10}$  以下になる。

化 学

3

不純物として塩化ナトリウムが混じっている塩化アンモニウムがある。この塩化アンモニウム 0.20 g にある試薬を混ぜて加熱し、すべての塩化アンモニウムを分解してアンモニアを発生させた。このとき発生したアンモニアを濃度 0.10 mol/L の塩酸 100 mL に吸収させた後、この塩酸を濃度 0.10 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液で中和した。以下の各問に答えなさい。

問1 下線部①の試薬として最も適切な化合物名を a～d の中から一つ選び、解答欄の記号にマークしなさい。

a : 十酸化四リン      b : 塩化カリウム      c : 水酸化カルシウム      d : 炭酸リチウム

問2 下線部②において、中和に要した水酸化ナトリウム水溶液は 70.0 mL であった。塩酸に吸収されたアンモニアの物質質量 [mol] として最も適切な値を a～e の中から一つ選び、解答欄の記号にマークしなさい。

a :  $1.6 \times 10^{-3}$       b :  $3.0 \times 10^{-3}$       c :  $5.0 \times 10^{-3}$       d :  $7.0 \times 10^{-3}$       e :  $1.0 \times 10^{-2}$

問3 下線部②の中和滴定において、水酸化ナトリウム水溶液を滴下する際に用いる器具として最も適切なものを a～d の中から一つ選び、解答欄の記号にマークしなさい。

a : ビュレット      b : ホールピペット      c : こまごめピペット      d : メスピペット

問4 この実験に用いた塩化アンモニウムの純度 [質量パーセント] として最も適切な値を a～e の中から一つ選び、解答欄の記号にマークしなさい。

a : 60      b : 80      c : 85      d : 96      e : 99

4

五種類の金属元素ア～オの単体の性質を (1)～(5) に示す。これらの記述から、元素ア～オとして適切な金属元素を a～e の中から一つずつ選び、解答欄の記号にマークしなさい。

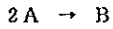
- (1) 元素ア、イ、ウは希塩酸と反応するが、元素エと元素オは反応しない。
- (2) 常温で水と反応するのは、元素アのみである。
- (3) 元素イと元素ウは高温の水蒸気と反応するが、元素エと元素オは反応しない。
- (4) 元素アと元素イは、空气中で簡単に酸化される。強熱で酸化されるのは元素オであるが、元素エは酸化されない。
- (5) 元素ウは、電池の負極や合金の原料、還元剤などに用いられる。

a : Mg      b : Ca      c : Cu      d : Zn      e : Au

5

つぎの文を読み、以下の各問いに答えなさい。

物質 A は、下の化学反応式で表される反応によって物質 B に変化する。また、A からは B 以外の物質は生じない。



いま、反応温度 50℃ でこの反応の反応時間 [s] と A の濃度 [A] (mol/L) の関係について、つぎの実験結果が得られた。

反応時間 [s]	0	30	60	120	240	300
A の濃度 [mol/L]	1.000	0.604	0.370	0.134	0.020	0.007

ここで平均の反応の速さ  $\bar{v}$  (mol/(L·s)) は、反応時間  $t_1$  [s] および  $t_2$  [s] における A の濃度をそれぞれ  $[A]_1$  (mol/L) および  $[A]_2$  (mol/L) で表すと、次式で定義される。

$$\bar{v} = -\frac{\Delta[A]}{\Delta t} \text{ (mol/(L·s))}, \text{ ただし } \Delta[A] = [A]_2 - [A]_1 \text{ (mol/L)}, \Delta t = t_2 - t_1 \text{ (s)}$$

また、 $t_1$  と  $t_2$  の間隔  $\Delta t$  [s] を十分小さくすることで、瞬間の反応の速さ  $v$  (mol/(L·s)) を定義できる。

問1 反応時間 120 s における B の濃度 [B] (mol/L) として最も適切な値を a～f の中から一つ選び、解答欄の記号にマークしなさい。

a : 0.134      b : 0.268      c : 0.402      d : 0.493      e : 0.866      f : 1.72

問2 反応時間 [s] と A の濃度 [A] (mol/L) の関係から、瞬間の反応の速さ  $v$  (mol/(L·s)) を表す式を a～e の中から一つ選び、解答欄の記号にマークしなさい。ただし、 $k$  は反応の速度定数である。また、この反応の速度定数  $k$  の単位を解答欄に書きなさい。

a :  $v = k[A]^{\frac{1}{2}}$       b :  $v = k[A]$       c :  $v = k[A]^2$       d :  $v = k\frac{1}{[A]}$       e :  $v = k$

問3 反応時間 [s] と瞬間の反応の速さ  $v$  (mol/(L·s)) との関係を選択している記述を a～c の中から一つ選び、解答欄の記号にマークしなさい。

a : 反応時間 [s] が増すにつれて、瞬間の反応の速さ  $v$  (mol/(L·s)) は小さくなる。  
 b : 反応時間 [s] が増すにつれて、瞬間の反応の速さ  $v$  (mol/(L·s)) は大きくなる。  
 c : 瞬間の反応の速さ  $v$  (mol/(L·s)) は反応時間 [s] に無関係で一定である。

問4 A の初濃度を 0.500 mol/L として、温度 50℃ で反応させた。この時の反応時間 180 s における A の濃度 [A] (mol/L) として最も適切な値を a～f の中から一つ選び、解答欄の記号にマークしなさい。

a : 0.013      b : 0.018      c : 0.025      d : 0.040      e : 0.060      f : 0.082

6

つぎの文を読み、以下の各問いに答えなさい。

ポリエチレンテレフタレートと呼ばれる高分子化合物は、合成繊維や合成樹脂などとして広く使用されている。その合成方法は、つぎのとおりである。

I p-キシレンを酸化して中間体 A を合成する。

II 中間体 A とエチレングリコール (1,2-エタンジオール) を反応させて、ポリエチレンテレフタレートを生成させる。

問1 中間体 A の構造式を解答欄(a)、名称を解答欄(b)にそれぞれ書きなさい。

問2 中間体 A とエチレングリコールを、それぞれ n 分子ずつ反応させた。この時に生成するポリエチレンテレフタレートの構造式を解答欄に書きなさい。

問3 問2において、n = 100 である場合に生成するポリエチレンテレフタレートの分子量を、有効数字 3 桁で解答欄に書きなさい。

7

つぎの文を読み、以下の各問いに答えなさい。

油脂は、高級脂肪酸と ア のエステルであり、動植物に含まれる。いま、油脂 A に水酸化ナトリウムの溶液を加え、完全に加水分解した。これに十分量の塩酸を加えて酸性にした後、<sup>①</sup>エーテルを加えて激しくかきまぜ、脂肪酸の混合物を得た。この脂肪酸の混合物について調べたところ、この混合物中には、<sup>②</sup>二種類の脂肪酸 B ( $C_{18}H_{32}O_2$ ) と C ( $C_{18}H_{30}O_2$ ) が物質量比 2 : 1 の割合で含まれていた。

問1 文中の ア に入る化合物名を解答欄に書きなさい。

問2 下線部①のように、塩基によってエステルを加水分解する時の反応の総称を解答欄に書きなさい。

問3 下線部②で認められる現象を a ~ e の中から一つ選び、解答欄の記号にマークしなさい。

a : 水溶液にエーテルを加えると脂肪酸が沈殿する。

b : 水溶液にエーテルを加えると水層とエーテル層の二層に分離し、気体が発生する。

c : 水溶液にエーテルを加えると水層とエーテル層の二層に分離し、脂肪酸は水層に移動する。

d : 水溶液にエーテルを加えると水層とエーテル層の二層に分離し、脂肪酸はエーテル層に移動する。

e : 水溶液にエーテルを加えると水層とエーテル層の二層に分離せず、均一な水溶液となる。

問4 脂肪酸 B、および C として適切な化合物名を a ~ e の中から一つずつ選び、解答欄の記号にマークしなさい。

a : オレイン酸

b : ステアリン酸

c : パルミチン酸

d : ミリスチン酸

e : リノール酸

問5 35 g の油脂 A を完全に加水分解するために必要な水酸化ナトリウムの質量 (g) を、有効数字 2 桁で解答欄に書きなさい。