

平成30年度入学試験（前期日程）

# 理 科（物理・化学）

（ 医 学 部 ）

————— 解答上の注意事項 —————

1. 「解答始め」の合図があるまで、この問題冊子を開いてはいけません。
2. この問題冊子は全部で10ページあります。落丁、乱丁又は印刷不鮮明の箇所があったら、手を挙げて監督者に知らせなさい。
3. 解答紙4枚と計算紙1枚は、糊付けされています。「解答始め」の合図があったら、初めにすべての用紙を丁寧に切り離しなさい。上手に切り離せない場合や誤って破いてしまった場合は、手を挙げて監督者に知らせなさい。
4. 問題は□1から□4まで4問あります。解答は、必ず解答紙の指定された箇所に記入しなさい。
5. 解答しない問題がある場合でも、解答紙4枚すべてを提出しなさい。
6. 試験終了後、問題冊子と計算紙は持ち帰りなさい。

# 化学

必要があれば、原子量は以下の値を使いなさい。

H 1.0

C 12

N 14

O 16

Cl 35.5

K 39

Ca 40

3

水溶液 a~c を次のように調製した。以下の問いに答えなさい。

水溶液 a：水 200 mL にグルコース 36.0 g を溶かした水溶液

水溶液 b：水溶液 a と同じ沸点を示す硝酸カリウム水溶液

水溶液 c：水 200 mL に塩化カルシウム二水和物 14.7 g を溶かした水溶液

ただし、水のモル沸点上昇は  $0.520 \text{ K} \cdot \text{kg/mol}$ 、水のモル凝固点降下は  $1.85 \text{ K} \cdot \text{kg/mol}$ 、硝酸カリウムの電離度は 0.800、塩化カルシウムの電離度は 1.00、水の凝固点は  $0.00 \text{ }^\circ\text{C}$ 、水の密度は  $1.00 \text{ g/cm}^3$  とする。計算においては計算過程も示しなさい。有効数字 3 桁で答えなさい。

- (1) 水溶液 a の沸点上昇度を求めなさい。
- (2) 水溶液 b の質量パーセント濃度を求めなさい。
- (3) 水溶液 c の凝固点は何  $^\circ\text{C}$  か求めなさい。
- (4) 図1のようにビーカーに入った水溶液 a と水溶液 c を密閉容器の中に入れ、平衡状態まで放置したところ、ビーカー内の水溶液の量が変化した。どちらの水溶液の量が放置前より増えたか答えなさい。またその増えた水の質量を求めなさい。ただし密閉容器内の蒸気圧の変化は無視できるものとする。

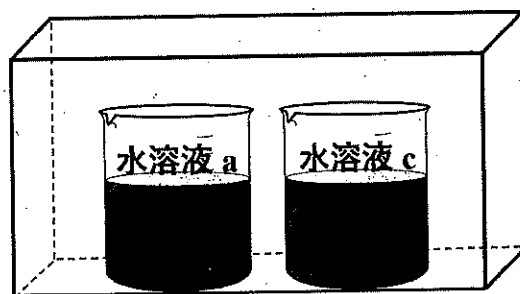


図 1

- (5) 純水と水溶液 a をゆっくり冷却しながら温度を精密に測定したところ、それぞれの温度変化は図 2 に示すような曲線になった。時間 A から B の間で水溶液 a の温度が下がり続ける理由を 50 字以内で答えなさい。

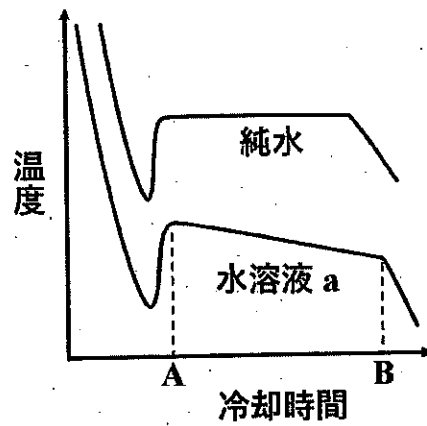


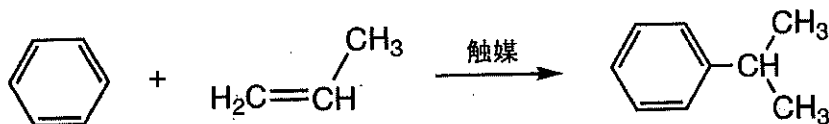
図 2

4

次の文章を読んで、以下の問いに答えなさい。

化合物 A およびこれより分子量の大きい化合物 B に水を付加させるとそれぞれ化合物 C および化合物 D ができる。化合物 C と化合物 D のどちらもヨードホルム反応を示し、同じカルボン酸（塩）E を生じる。これを酸無水物の形にしたものが化合物 F である。化合物 F はアミノ基と反応できるが、塩基性アミノ酸であるリシン（あるいはリジン：分子式  $C_6H_{14}N_2O_2$ ）と反応させると、このアミノ酸は分子式  $C_{10}H_{18}N_2O_4$  という物質になり双性イオンを生じなくなる。なお、アミノ酸やタンパク質の分子量や分子式はアミノ基やカルボキシ基などが電離していない状態で考えること。また、構造式と化学反応式は例にならって示しなさい。

（構造式と反応式の例）



- (1) 化合物 A の構造式を書きなさい。
- (2) 化合物 B の名称を答えなさい。
- (3) 化合物 C は、アルケンである化合物 G を酸性条件下において過マンガン酸カリウムで酸化することによっても生じるが、その際、二酸化炭素と水も同じ物質生成する。化合物 G の構造式を書きなさい。
- (4) 化合物 F とアミノ酸の反応にはアミノ基窒素の非共有電子対が必要である。たとえば、グリシンのアミノ基の塩基電離定数を  $K_b$ 、水のイオン積を  $K_w$  とすると、水溶液中でアミノ基に非共有電子対があるものとないものの存在比が 1:1 となる pH は ( ① ) と表すことができる。この pH における反応速度に対し、それよりも 1.0 高い pH の場合、反応速度は ( ② ) 倍になると考えられる。①および②に適切な答えを書きなさい。ただし、速度は反応のごく初期で測定し、化合物 F の加水分解による濃度変化の影響は考えなくてよいものとする。数字の場合は小数第 1 位まで答えなさい。

- (5) ヒト組織から調製したリゾチームというタンパク質に化合物Fを適当な時間反応させた後、平板状のゲルを使った電気泳動により分析した結果、下図のようになった。タンパク質もアミノ酸と同様にpHに応じて双性イオンとしてふるまい、電離状態の違いにより電気泳動で分離することができる。ここで用いた電気泳動法は電荷の違いによって分離を行うものであり、分子量の違いによる影響は受けない。図の上方が陽極側、下方が陰極側、レーン1は反応を行っていない対照のリゾチーム、レーン2が化合物Fを反応させたリゾチームである。泳動後に適当な方法でタンパク質の染色を行うと、分離したタンパク質は、図で灰色～黒で示されるような、量に応じた濃さの“染み”として検出できる。この染みをバンドという。未反応のリゾチームは矢印aの位置に泳動され、反応させたリゾチームはそれよりも陽極側で複数のバンドとして観察された。反応の際、用いる化合物Fの量をさらに増加させても、矢印cの位置のものより陽極側に泳動されるバンドは見られなかった。量が比較的多いレーン2の矢印bのバンドからタンパク質を抽出し分子量を測定したところ14862であった。一方、レーン1の矢印aのバンドのものも同様に分子量を測ってみると14691であった。以上のような結果から、リゾチームのポリペプチド鎖にはリシンは何個含まれると考えられるか、答えに至る過程とともにもっとも近い整数で答えなさい。なお、ここで用いたリゾチームは、アミノ酸のみを成分として重合した直鎖ポリペプチドである。また、化合物Fとの反応は、アミノ基だけが反応する条件で行っている。

