

令和 6 年度 個別学力試験 問題

理 科

(医 学 科)

解答時間 120 分

配 点 各 100 点

科 目	ページ
物 理	1 ページ～ 11 ページ
化 学	12 ページ～ 18 ページ
生 物	19 ページ～ 27 ページ

問題冊子には上記の 3 科目の問題が載っていますが、2 科目を選択して解答してください。

注意事項

1. 解答開始の合図があるまで、この問題冊子及び解答冊子の中を見てはいけません。
2. 監督者の指示に従い、すべての解答冊子の所定の欄に受験番号をはっきり記入してください。ただし、表紙には氏名も必ず記入してください。
3. 監督者の指示に従い、選択する科目の解答冊子の選択科目確認欄に○印を記入してください。正しく○印が記入されていない解答は無効とすることがあります。
4. 試験開始の合図のあとで問題冊子のページを上記の表に基づいて確認してください。
5. 解答はすべて選択した科目の解答冊子の指定された解答欄に記入してください。
6. 解答冊子のどのページも切り離してはいけません。
7. 問題冊子及び解答冊子の印刷不鮮明、ページの落丁及び汚損等に気付いた場合は、手を挙げて監督者に知らせてください。
8. 問題冊子及び計算用紙は持ち帰ってください。

化 学

1. 化学は全部で3問題あり，合計7ページあります。
2. すべての問題に解答してください。
3. 解答冊子は□1と□3に1ページずつ，□2に2ページ，合計4ページあります。

1 次の文章を読んで、あとの問いに答えなさい。

分子間に働く力を分子間力^(a)といい、ファンデルワールス力や水素結合などがある。分子間力は、(ア)結合に比べてはるかに弱い。

無極性分子にも分子内の瞬間的な電荷の偏りに基づく引力があり、これをファンデルワールス力という。たとえば、窒素などの無極性分子の気体も低温になると凝集するようになる。一般に、性質や構造の似た無極性分子では、分子量が大きくなるほどファンデルワールス力は大きくなる^(b)。一方、塩化水素などの極性分子の間に働く引力は^(c)、静電気的な引力が加わり、分子量が同程度の無極性分子間の引力より大きくなる傾向がある。ファンデルワールス力は、極性の有無に関わらずあらゆる分子に働く。また、極性分子間に働く引力と無極性分子間に働く引力を合わせて、ファンデルワールス力ということもある。

フッ化水素、水、アンモニアのように、(イ)の大きな原子と水素原子が結合した分子には、一般の極性分子間に働く引力よりも大きな水素結合が働く。核酸のうち DNA^(d)の二本鎖は二重(ウ)構造をとっているが、一方の鎖中の塩基と、他方の鎖中の塩基との間で水素結合している^(e)。また、タンパク質の二次構造には分子内の水素結合が関与しており、骨格部分に(エ)形構造や(オ)形構造をもつものがあり、それぞれ α -ヘリックス、 β -シート構造(β 構造)^(f)という規則的な立体構造がつくられる。さらに、多糖類では水素結合がその性質に影響を及ぼすことがある。たとえば、セルロースは、デンプンとは異なる直鎖状の構造をとり、分子内および分子間の水素結合により部分的な(カ)構造を形成し、多くの溶媒に溶けにくくなっている。

問 1 下線部(a)は融点や沸点に影響するが、分子間力の大きさを比較するには、沸点の方が適していると考えられる。その理由を 90 字以内(句読点を含む)で説明しなさい。

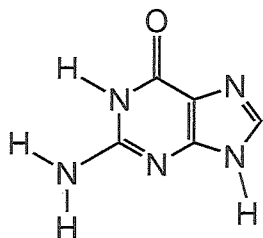
問 2 空欄(ア)～(オ)に適当な語句を記入しなさい。

問 3 下線部(b)について、非金属元素からなる適当な 4 つの非極性分子をあげ、それらの沸点の大小を不等号で示しなさい。また、分子量が大きくなるほどファンデルワールス力が大きくなる理由を 70 字以内(句読点を含む)で説明しなさい。

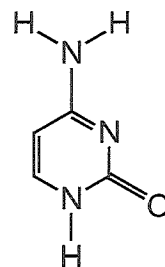
問 4 下線部(c)について、静電気的な引力の様子を模式的に図で示しなさい。

問 5 下線部(d)は、糖の部分、リン酸の部分、塩基の部分からなる重合体であるが、糖の部分に五角形、リン酸の部分に円形、塩基の部分に四角形を用いて、主鎖方向に引き延ばしたときの構造を模式的に図で示しなさい。

問 6 下線部(e)について，グアニン部分とシトシン部分は 3 本の水素結合により塩基対を形成している。グアニンとシトシンは下のような構造である。グアニンに対してシトシンを適切に配置して書き，水素結合を "/////" で表しなさい。



グアニン

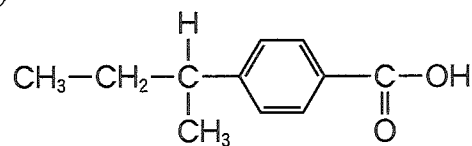


シトシン

問 7 下線部(f)には，タンパク質のペプチド結合が関与している。その結合が分かるようにタンパク質の構造を模式的に図で示すとともに，水素結合を "/////" で表しなさい。

- 2 脂肪族モノカルボン酸に関する以下の問いに答えなさい。なお、構造式は例にならって書きなさい。

(例)



問 1 ある脂肪族モノカルボン酸の 0.20 mol/L 水溶液 100 mL を 0.20 mol/L 水酸化ナトリウム水溶液で滴定した。この脂肪族モノカルボン酸の電離定数 K_a は 3.0×10^{-5} mol/L であり、水のイオン積は 1.0×10^{-14} (mol/L)² とする。必要であれば常用対数 $\log 1.05 = 0.02$, $\log 2 = 0.30$, $\log 3 = 0.48$, $\log 9.52 = 0.98$ を用いなさい。

- (1) 滴定前の脂肪族モノカルボン酸水溶液の pH を小数第 1 位まで求めなさい。なお、計算過程も示しなさい。
- (2) 0.20 mol/L 水酸化ナトリウム水溶液を 50 mL 滴下した。このときの混合水溶液の pH を小数第 1 位まで求めなさい。なお、計算過程も示しなさい。
- (3) 0.20 mol/L 水酸化ナトリウム水溶液を 100 mL 滴下した。このときの混合水溶液は弱酸性、中性、弱塩基性のいずれか、丸で囲みなさい。また、その理由を、化学式や化学反応式を用いずに 70 字以内(句読点を含む)で述べなさい。
- (4) 0.20 mol/L 水酸化ナトリウム水溶液を 110 mL 滴下した。このときの混合水溶液の pH を小数第 1 位まで求めなさい。なお、計算過程も示しなさい。
- (5) 上記の(1)~(4)までの結果を考慮して、滴定曲線の概略を描きなさい。さらに、緩衝液として適当な領域を滴定曲線上に  印で示しなさい。

問 2 脂肪族モノカルボン酸である酢酸は、医薬品や合成繊維の製造に利用されている。酢酸を酸無水物に変換して、これをサリチル酸に作用させると(ア)が生じる。(ア)は医薬品として利用されている。

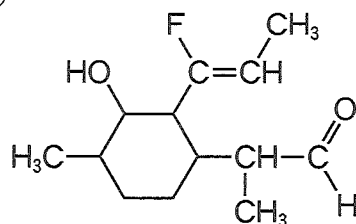
また、セルロースに酢酸、無水酢酸、少量の濃硫酸を十分に作用させると(イ)が得られる。続いて、部分的に加水分解すると(ウ)が生じる。これを(エ)に溶解して細孔から押し出し、(エ)を蒸発させると(オ)という繊維ができる。

(1) 空欄(ア)～(オ)に適切な語句を記入しなさい。

(2) 下線部(a)の化学変化を、構造式を用いた化学反応式で示しなさい。

- 3 有機化合物に関する次の文章を読んで、あとの問いに答えなさい。計算値はすべて有効数字3桁で答えなさい。なお、構造式は例にならって記しなさい。

(例)



鎖式飽和炭化水素はアルカンと総称される。アルカンは空気中で燃焼すると多量の熱を生じるため、燃料として広く利用されているが、不完全燃焼をすると、すすや(ア)が生じる。天然ガスの主成分であるメタンが低温、高圧の一定条件下で、複数の水分子によって形成されるカゴ状構造の中に取り込まれた氷状の物質を(イ)と呼ぶ。(イ)は日本近海にも豊富に存在しており、シェールガスと並び未来のエネルギーとして注目されている。メタンは実験室では(ウ)に強塩基を加えて加熱することで得られる。アルカンは安定で反応性に乏しく塩素と混合しただけでは反応しないが、光を照射するとアルカンの水素原子が塩素原子と置き換わり、塩素が十分にあれば水素原子はさらに塩素原子に置き換わっていく。環状構造を持つ飽和炭化水素をシクロアルカンといい、一般式では(エ)と表される。シクロヘキサンは立体異性体の関係にあるいす形と舟形の構造の平衡混合物であり、この2つの構造のうち(オ)形は不安定なためほとんど存在しない。シクロヘキサンは化学的に安定で反応性に乏しいが、最も炭素数の少ないシクロアルカンである(カ)は歪みが大きく不安定である。このため(カ)は室温で臭素と反応して開環する。アルカンはアルキンに白金や(キ)などの金属を触媒として用いて水を付加することでも得ることができる。アルキンの1つであるアセチレンは、アルミ箔に包んだ(ク)を水に浸すことで得られる。

問1 文章中の(ア)～(ク)において、(エ)には式を入れ、それ以外には適当な語句を入れなさい。

問 2 アルカンの燃焼に関する以下の問いに答えなさい。プロパン 1mol の完全燃焼による発熱量は Q kJ とする。

- (1) アルカンの一つであるプロパンは家庭用のガス燃料として用いられている。プロパンが完全燃焼するときの熱化学方程式を書きなさい。
- (2) プロパン 8.80 g が完全燃焼したときに消費される酸素の標準状態 (0°C , $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$, 気体定数 $R = 8.31 \times 10^3 \text{ Pa}\cdot\text{L}/(\text{K}\cdot\text{mol})$) での体積を計算式とともに答えなさい。なお、酸素は理想気体として考えなさい。
- (3) メタンとプロパンではどちらの方の燃焼熱が大きいか、大きい方を丸で囲みなさい。

問 3 下線部 (I) の操作でメタンを捕集する方法として、上方置換、下方置換、水上置換のうち最も適している方法を丸で囲みなさい。

問 4 炭素数が 5 のシクロアルカンの構造式をすべて書きなさい。ただし、立体異性体は区別しないものとする。

問 5 下線部 (II) の反応の生成物の構造式と化合物名を答えなさい。

問 6 アセチレンに関する以下の問いに答えなさい。

- (1) アンモニア性硝酸銀水溶液にアセチレンを通したところ、白色沈殿が生じた。この反応の化学反応式を答えなさい。
- (2) 赤熱した鉄触媒にアセチレンを触れさせたところ重合反応が起こり、特有のにおいをもつ無色の液体が得られた。この反応で得られた化合物の名称を答えなさい。

