

2022年度私大医学部入試 解答速報(解説付き)

日本医科大学(後期)【化学】

解答速報 実施大学

- | | | |
|------------|---------------|------------|
| ◆杏林(医) | ◆昭和(医/ I 期) | ◇埼玉医科(後期) |
| ◆東北医科薬科(医) | ◆東京医科 | ◇日本医科(後期) |
| ◆関西医科(前期) | ◆埼玉医科(前期) | ◇昭和医科(II期) |
| ◆近畿(医/前期) | ◆東京慈恵会医科 | |
| ◆日本医科(前期) | ◆大阪医科薬科(医/前期) | |

私大医学部後期入試対策講座受付中！

後期入試対策講座 実施大学

講座詳細は下記まで
お問い合わせください

受講料
無料

【東京お茶の水校】

・金沢医科 ・久留米(医) ・埼玉医科 ・昭和(医) ・聖マリアンナ医科 ・日本医科

【大阪梅田校】

・大阪医科薬科 ・金沢医科 ・関西医科 ・近畿(医) ・久留米(医) ・藤田医科



医学部・医系 専門予備校

進学塾ビッグバン

東京お茶の水校

大阪梅田校



イ シ ャ ニ ナ ロウ
0120-148-276

www.bigbang-web.jp

進学塾ビッグバン

検索

講評

1	分子の極性, 鉛蓄電池, 金属イオン	難易度: やや易
<p>昨年度や今年度の前期試験同様に, 平均点を底上げするような平易な問題であった。完答が必要である。</p>		
2	電離平衡	難易度: やや易
<p>誘導に乗って空欄を埋めていくだけである。シスセ辺りで詰まっても, ソの計算はできる。</p>		
3	炭化水素の誘導体, ゴム	難易度: やや易
<p>基本知識の穴埋めと, 誘導に乗って生成物の構造を書いていくだけ。Jの2リン酸化を知らなくても, ATP から類推できたであろう。二重結合周りの構造を例に倣ってないと, 減点されている可能性が高く, 差がついてしまう。</p>		
4	医薬品, 核酸	難易度: 標準
<p>見た目はイカツイが, 基本知識で対応できる。生物選択者の方が有利ではあるが, すべて教科書記載事項である。間違い探しを全部見つけられなくても, 部分点があるだろう。</p>		
全体		難易度: やや易
<p>大問Ⅰ～Ⅲは前期日程よりも易しかった。大問Ⅳの医薬品や核酸は手薄な受験者もいたかもしれないが, 前期に染料が出たから, 日医受験生なら生命生活の分野を復習して臨んでいるはずである。大問Ⅳで多少取りこぼしても, 80%は必要であろう。</p>		

I

解答

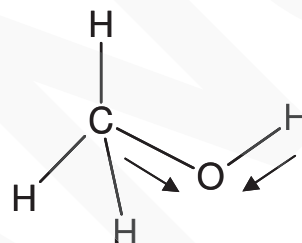
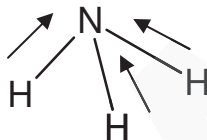
- 問 1 (1) 極性分子 : H_2O , NH_3 , CH_3OH 無極性分子 : H_2 , CO_2 , CH_4
 (2) HCl は電気陰性度の異なる 2 つの原子からなる分子なので、極性分子である。
 Cl_2 は同じ元素の原子からなる 2 原子分子なので、無極性分子である。
 (3) 正四面体形なので、各結合の極性が打ち消しあって、全体として無極性分子である。

問 2 ア 電気 イ 充電 ウ 正 エ 負 オ 左 カ H_2SO_4 キ PbSO_4

問 3 それぞれに硫化水素を通じて、白色沈殿が生成した水溶液が硝酸亜鉛水溶液，黑色沈殿が生成したのが硝酸鉛(II)水溶液，変化が見られないのが硝酸アルミニウム水溶液である。

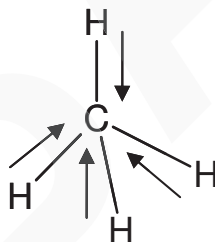
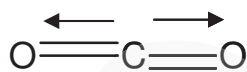
解説

問 1 (1) 極性分子 : H_2O , NH_3 , CH_3OH は次のように、分子内の極性が打ち消し合わない (→で結合の極性を表す)。



無極性分子 : $\text{H}-\text{H}$ は結合に極性がない。

CO_2 , CH_4 は次のように、分子内の極性が打ち消し合う。



(2) (3)との対比から、ここでは結合の極性の有無について書けばよい。

(3) (2)との対比から、ここでは結合の極性が打ち消しあうことを書けばよい。

問 2 鉛蓄電池の放充電の化学反応式は次のようになる。正方向が放電，逆方向が充電である。



問 3 Al^{3+} , Zn^{2+} , Pb^{2+} を区別するには、硫化物の液性による沈殿生成の違いを利用するのが簡便である。

硝酸塩の水溶液は弱酸性なので、硫化水素を通じると、 ZnS の白色沈殿， PbS の黑色沈殿が生成し， Al_2S_3 は溶解度が大きくこの条件で沈殿は生成しない。溶液を強酸性にしてから硫化水素を通じると， PbS だけ生成し， ZnS は生成しないので，そこで区別もできるが，塩酸や硫酸で酸性にすると， PbCl_2 や PbSO_4 の白色沈殿が生成するので，硫化物で区別する話にならない。硝酸で酸性にすると硫化水素が酸化されて硫黄の沈殿が生成するので好ましくない。

(別解) それぞれに希塩酸または希硫酸を加えて， PbCl_2 または PbSO_4 の白色沈殿が生成した水溶液が硝酸鉛(II)水溶液である。他の二つにアンモニア水を加えると水酸化物が生成して白濁するが，過剰にアンモニア水を加えると，亜鉛イオンはアンモニアと錯イオン $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ を形成するので，水酸化物が溶解して水溶液が透明になったのが，硝酸亜鉛水溶液である。残る一つが硝酸アルミニウム水溶液である。

II

解答

問1 水溶液中のアンモニウムイオン濃度が増加して、(1)式の平衡が左に移動するため、水酸化物イオン濃度が低下するから。

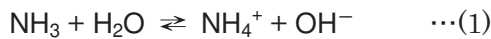
問2 ア 0.020 イ 10.80 ウ 0.12 エ 0.10 オ $[\text{NH}_4^+]$ カ $[\text{CH}_3\text{COO}^-]$

キ $\frac{\alpha_B}{\alpha_A}$ ク $C_B\alpha_A$ ケ $[\text{H}_3\text{O}^+]$ コ 2.0×10^2 サ 1.0 シ C_B

ス α_B セ $\frac{K_b}{[\text{OH}^-] + K_b}$ ソ 8.60

解説

問1 酢酸アンモニウムを加えると、完全電離して、水溶液中のアンモニウムイオン濃度が大きくなる。共通イオン効果によって(1)式の平衡が左に移動し、水酸化物イオン濃度が小さくなるので、pHが大きくなる。



問2 溶液の体積変化によって、アンモニアの濃度は、 $4.0 \text{ mol/L} \times \frac{3 \times 0.050 \text{ mL}}{30.0 \text{ mL}} = 0.020 \text{ mol/L}$ になる。

ここから電離で減少する分は無視できるから、溶液中の $[\text{NH}_3] \doteq 0.020 \text{ mol/L}$ …ア

$$\text{水酸化物イオン濃度} [\text{OH}^-] = \sqrt{0.020 \times 2.0 \times 10^{-5}} = \sqrt{2.0^2 \times 10^{-7}} \text{ mol/L,}$$

$$\text{pOH} = \frac{1}{2}(7 - 2\log_{10} 2.0) = 3.5 - 0.30 = 3.20, \quad \text{pH} = 14 - 3.20 = 10.80 \dots \text{イ}$$

有効数字の指定はないが、有効数字2桁まで求められる。対数の有効数字は小数部分である。

溶液中のアンモニウムイオン濃度は、酢酸アンモニウム濃度に等しいと近似できる。式量 77.0

$$\text{より, } [\text{NH}_4^+] \doteq [\text{CH}_3\text{COONH}_4] = \frac{0.23 \text{ g}}{77.0 \text{ g/mol}} \times \frac{1}{30.0 \text{ mL}} = 0.09956 \doteq 0.100 \text{ mol/L}$$

溶液中の NH_3 と NH_4^+ の合計濃度は、 $C_B = 0.020 + 0.100 \doteq 0.12 \text{ (mol/L)}$ …ウ

溶液中の CH_3COOH と CH_3COO^- の合計濃度は、酢酸アンモニウム濃度に等しいと近似できるので、 $C_A \doteq 0.10 \text{ (mol/L)}$ …エ

この水溶液中の電荷均衡は次の式で表される。

$$[\text{H}_3\text{O}^+] + [\text{NH}_4^+]_{\text{オ}} \doteq [\text{OH}^-] + [\text{CH}_3\text{COO}^-]_{\text{カ}} \quad \dots(3)$$

問題文に与えられた電離度の定義より、 $[\text{CH}_3\text{COO}^-] = C_A\alpha_A$ 、 $[\text{NH}_4^+] = C_B\alpha_B$ だから、(3)式に代入して、 $[\text{H}_3\text{O}^+] + C_B\alpha_B = [\text{OH}^-] + C_A\alpha_A$ となる。移項して、 $[\text{H}_3\text{O}^+] - [\text{OH}^-] + C_B\alpha_B = C_A\alpha_A$

$$\text{両辺を } C_B\alpha_B \text{ で割って, } \frac{C_A}{C_B} \frac{\alpha_B}{\alpha_A} + \frac{[\text{H}_3\text{O}^+] - [\text{OH}^-]}{C_B\alpha_B} \dots \text{キ, ク}$$

溶液が塩基性であるから、 $[\text{H}_3\text{O}^+] \ll [\text{OH}^-]$ とできるので、 $\frac{C_A}{C_B} \frac{\alpha_B}{\alpha_A} = \frac{[\text{OH}^-]}{C_B\alpha_B}$

$$\text{pH} = 7 \text{ のとき, } \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} = \frac{K_a}{[\text{H}^+]} = \frac{2.0 \times 10^{-5}}{1.0 \times 10^{-7}} = 2.0 \times 10^2 \dots \text{コ}$$

であるので、アルカリ性下では完全電離しているとみなしてよく、 $\alpha_A \doteq 1.0$ …サ

さらに、弱アルカリ性であるので、(3)式の右辺について、 $[\text{OH}^-] \ll [\text{CH}_3\text{COO}^-]$ と近似できるが、他に $[\text{OH}^-] \ll C_A$ や $[\text{OH}^-] \ll C_B$ も成り立つ。その中で続く近似に資するのは、 $[\text{OH}^-] \ll C_B$ …シ

$$\text{サ, シより, } \frac{C_A}{C_B} = \frac{\alpha_B}{\alpha_A} - \frac{[\text{OH}^-]}{C_B \alpha_A} \doteq \frac{\alpha_B}{1.0} - \frac{[\text{OH}^-]}{C_B \times 1.0} \doteq \alpha_B \dots \text{ス}$$

$$\text{アンモニアの電離定数より, } \frac{K_b}{[\text{OH}^-]} = \frac{[\text{NH}_4^+]}{[\text{NH}_3]} = \frac{C_B \alpha_B}{C_B(1-\alpha_B)} = \frac{\alpha_B}{1-\alpha_B},$$

$$K_b - K_b \alpha_B = [\text{OH}^-] \alpha_B, \quad \alpha_B = \frac{K_b}{[\text{OH}^-] + K_b} \dots \text{セ}$$

$$C_A, C_B, K_b \text{ の数値を代入すると, } \frac{0.10}{0.12} = \frac{2.0 \times 10^{-5}}{[\text{OH}^-] + 2.0 \times 10^{-5}}, \quad [\text{OH}^-] = 4.0 \times 10^{-6} \text{ mol/L}$$

$$\text{pOH} = 6 - 2 \log_{10} 2.0 = 5.40, \quad \text{pH} = 14 - 5.40 = 8.60 \dots \text{ソ}$$

$$\text{(別解) アンモニア緩衝液の } [\text{OH}^-] = K_b \times \frac{[\text{NH}_3]}{[\text{NH}_4^+]} \doteq 2.0 \times 10^{-5} \times \frac{0.020}{0.100} = 4.0 \times 10^{-6} \text{ mol/L} \quad \text{以下同}$$

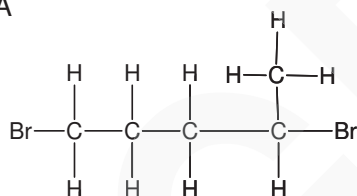
III

解答

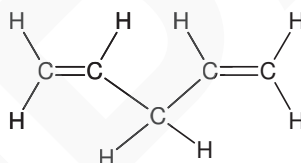
問1 ア シクロプロパン イ 60 ウ 四 エ 90 オ イソプレン
カ シス キ トランス ク 硫黄 ケ 加硫

問2 10.3 cm³

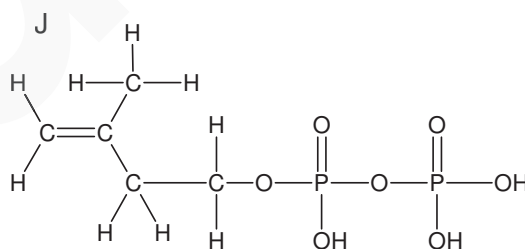
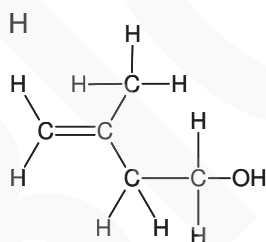
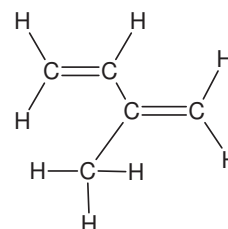
問3 A



E

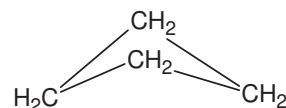


F



解説

問1 ア～エ シクロブタンは炭素原子について正方形ではなく、結合角も90°ではなく109°である。したがって、空欄エは約109°や約110°がむしろ正確である。しかし、シクロプロパンが結合角60°で不安定であるという問題文の流れで、空欄エにアルカンと同じ約110°では文章が成り立たない。出題者は90°を想定していると思われる。

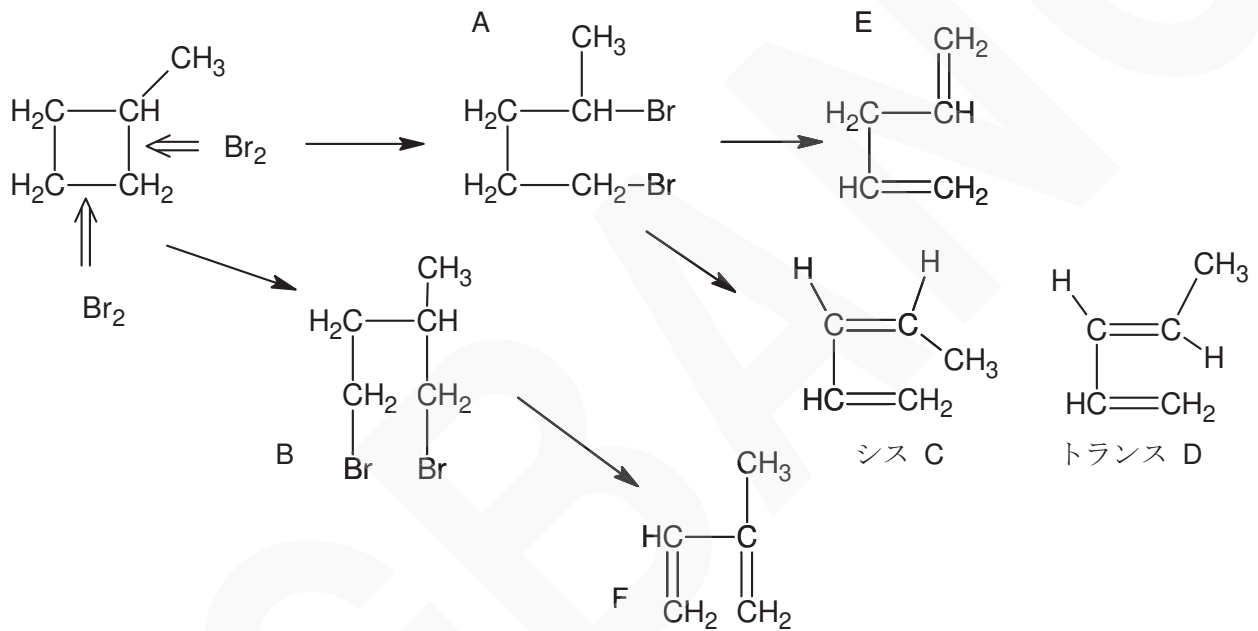


オ～ケ 天然ゴムの主成分はポリイソプレンなので、単量体 **イソプレン** が炭化水素 **F** である。天然ゴムは **シス** 型で弾性に富むが、**トランス** 型の重合体は弾性に乏しい。グッタペルカといひ、ゴルフボールの外皮などに用いられている。ゴム弾性を高めるために **硫黄** を加えて架橋構造を導入する。この操作を **加硫** という。

問 2 シクロブタンと臭素は一対一で反応するから、求める体積は、

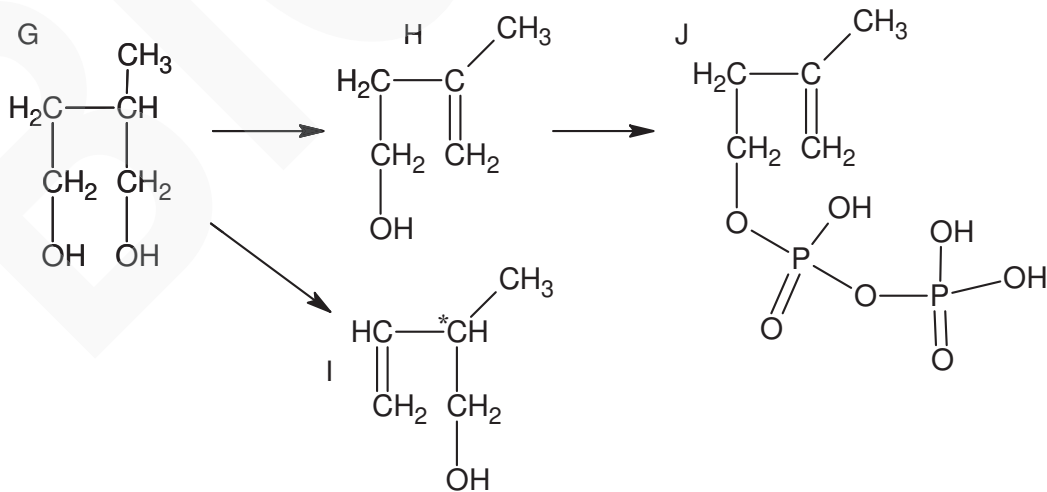
$$\frac{11.2\text{g}}{56.0\text{g/mol}} \times 160\text{g/mol} \times \frac{1}{3.10\text{g/cm}^3} = 10.32 \div 10.3 \text{ cm}^3$$

問 3 メチルシクロブタンと臭素の反応では、2 種類の化合物が生成する。それぞれから 2 分子の臭化水素を脱離させると、計 4 種類のアルカジエンが生成する。シス型が **C**、トランス型が **D** であることから、**A**～**F** が定まる。**F** がイソプレンであることも確かめられる。



構造式は例に倣って価標を省略せずを書く。

B の臭素原子をヒドロキシ基に変えた化合物 **G** から、片方のヒドロキシ基を脱水させると、2 つの化合物が生成するが、不斉炭素原子を持たない方が **H** で、**H** を 2 リン酸化させたのが **J** である。リン酸化はリン酸エステル化であるが、さらに酸無水物結合でリン酸をつなぐのが 2 リン酸化。



IV

解答

問 1 ア 対症 イ 原因 (化学も可) ウ サルファ剤 エ 抗生物質 オ 選択
カ グアニン キ 2 ク 2 ケ 1

問 2 デオキシリボースの代わりにアシクロビルやアジドチミジンが結合すると、3'位のヒドロキシ基がないので、ヌクレオチド鎖を伸ばすことができないから。

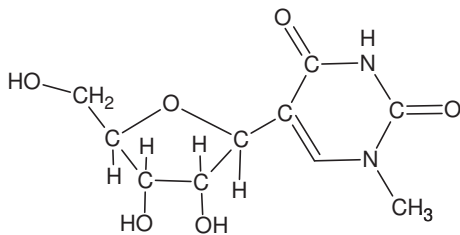
問 3 tRNA, rRNA

問 4 グアニンの一つがメチル化されている。

メチル化されたグアニンが結合しているリボースが、5'位でリン酸化して、末端となっている。通常の RNA には含まれないリン酸結合が含まれている。

リボースのヒドロキシ基がメチル化されているところが 2 箇所ある。

問 5

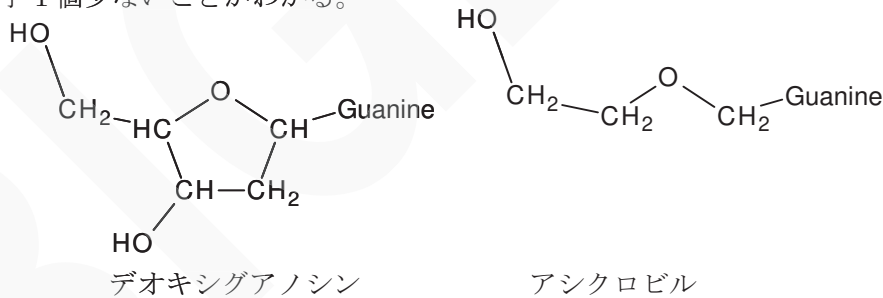


解説

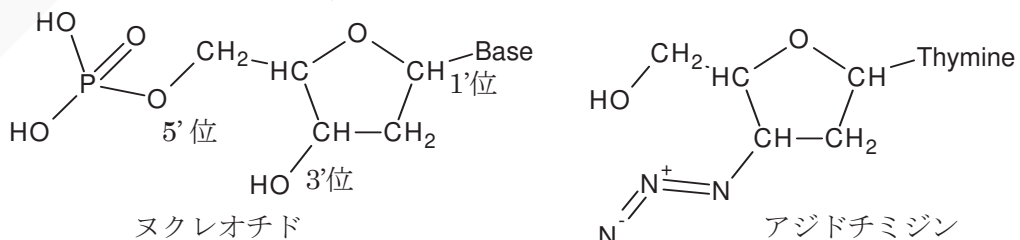
問 1 ア～オ 病気の原因を治療するのではなく、症状を緩めたり治めたりするのが対症療法役である。

これに対して、病気や症状の原因を治療する薬を原因療法薬といい、病原菌を攻撃する抗生物質などが当たる。そのうち、化学的に合成されたものを化学療法薬というが、現在の高校教科書では、同義に扱われている。病原微生物に対して殺菌作用または発育抑制作用をもつ化合物のうち、微生物が産生するものを抗生物質という。ただし、現代では化学合成された抗生物質もある。

カ～ケ デオキシグアノシンとアシクロビルの部分構造を比べると、C 原子 2 個、H 原子 2 個、O 原子 1 個少ないことがわかる。



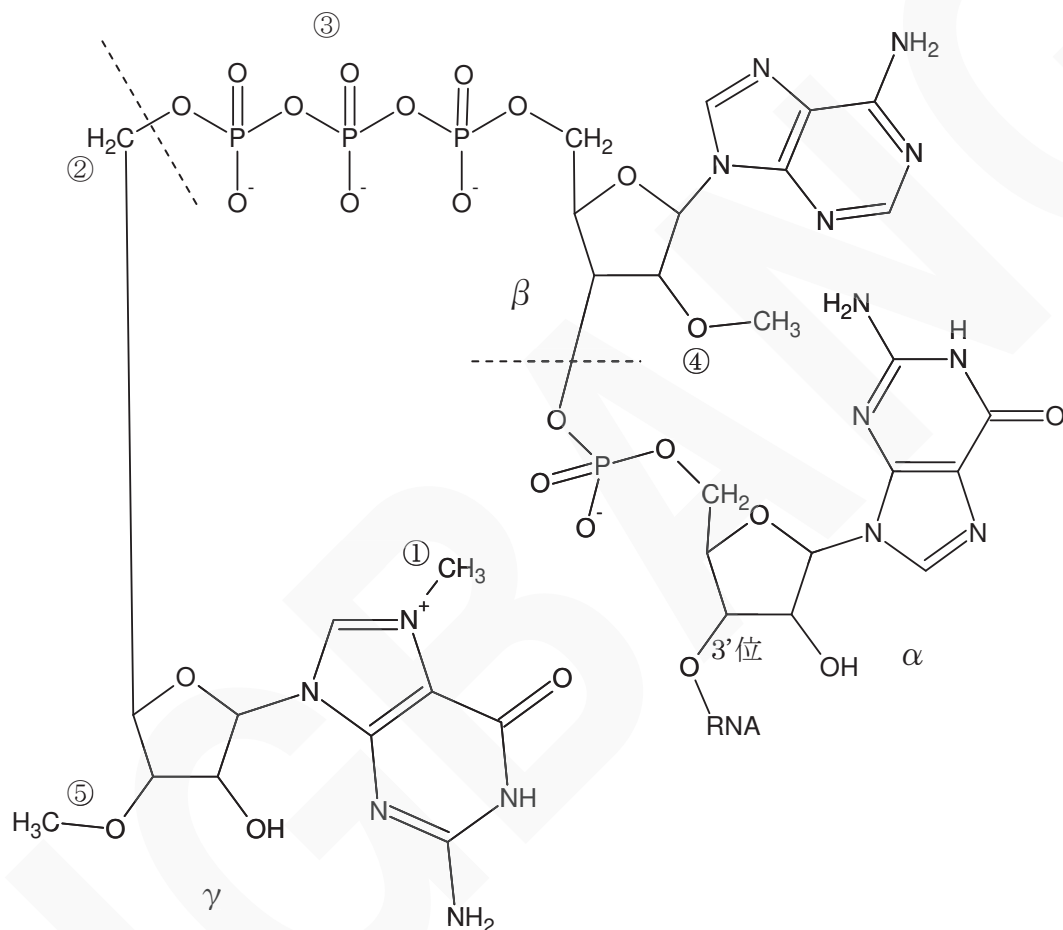
問 2 核酸において、糖の炭素は 1' 位 (プライム) ~5' 位とよぶ。1' 位で塩基と結合してヌクレオチド、さらに 5' 位でリン酸と結合してヌクレオチドになる。ヌクレオチドの 3' 位のヒドロキシ基とリン酸のヒドロキシ基で縮合して、(リン酸) エステル結合で重合した高分子が核酸である。



アシクロビルやアジドチミジンは、5'位（に相当するヒドロキシ基）でリン酸化して、そのリン酸のヒドロキシ基が一つ前のヌクレオチドの3'位のヒドロキシ基と縮合し、鎖の末端となる。しかし、アシクロビルやアジドチミジンには3'位（に相当するヒドロキシ基）が無いので、それ以上鎖を伸ばすことができない。こうして、ウイルスのDNAが完成しないので、ウイルスの増殖を阻害できる。

問3 RNAには、mRNA（伝令RNA）、tRNA（運搬RNA、転移RNA）、rRNA（リボソームRNA）がある。

問4



以下、RNA鎖に結合しているヌクレオチドを α 、これにつながるのを β 、末端を γ とする。 α は通常のRNA中のものと同じである。

- ① グアニンの=N-がメチル化されている。
- ② γ は3'位がメチル化されているので、そこでリン酸エステル結合できない。代わりに5'位でエステル結合している。つまり、ここだけ「ヌクレオチドの向き」が異なっている。これ以上鎖を伸ばすことができず、蓋（キャップ）をしたことになる。
- ③ リン酸結合によってリン酸が3個導入されている。 β はATPの2'位をメチル化した化合物だとも言えるし、2つのヌクレオチドのリン酸部位がリン酸1分子で架橋されたとも言える。
- ④ β の2'位のヒドロキシ基がメチル化（メトキシ化）されている。
- ⑤ γ の3'位のヒドロキシ基がメチル化（メトキシ化）されている。

問 5 ウラシルの 1 位と 5 位は右図の位置である。

5 位の H 原子とリボースの 1' 位のヒドロキシ基で脱水縮合すると、シュードウリジン、さらに 1 位の NH をメチル化させたものが、下図の N_1 -メチルシュードウリジンである。

