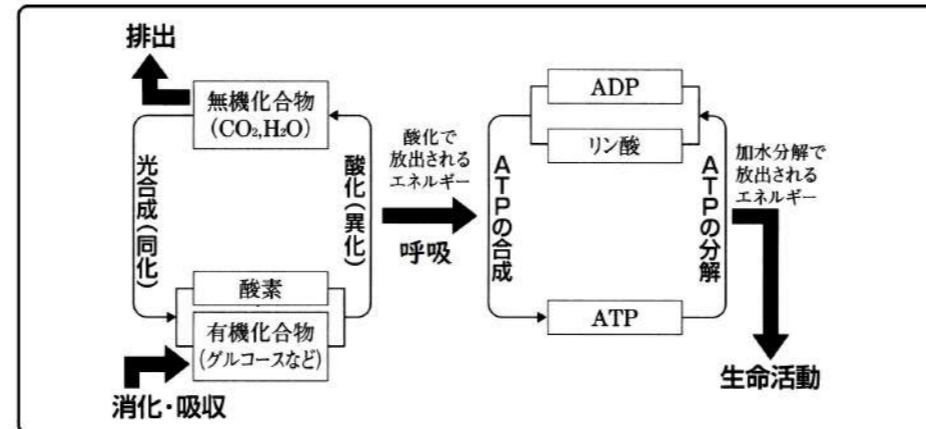


1. 次の文章を読み、問1～問5に答えよ。

生物は、外界から取り入れた物質を用いて、生体に必要な複雑な物質を合成したり、逆に、複雑な物質を簡単な物質に分解したりしている。前者の過程は「ア 同化」、後者の過程は「イ 異化」と呼ばれ、このような生体内での化学変化を代謝いう。生物の活動に必要なエネルギーも代謝によって蓄えられたり、取り出されたりしている。



葉緑体をもつ植物は、「ウ 光合成」によって、(1)簡単な物質である「エ 二酸化炭素」と水からグルコースを合成している。これは「ア 同化」の代表的な例である。

「ウ 光合成」の過程では「オ ADP」とリン酸から「カ ATP」を合成する反応が起こる。そして「カ ATP」に蓄えられたエネルギーがグルコースの合成に利用される。このように「カ ATP」は生物全般において、さまざまな生命活動に必要なエネルギーの供給源となっている。問2の解答 ➡ $6\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2$ (化学的表現)

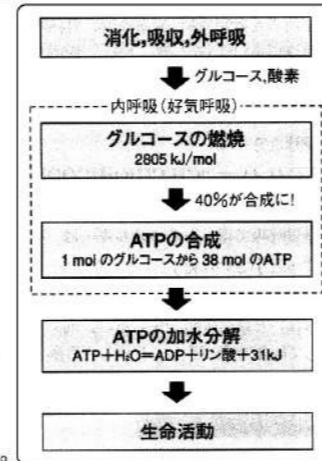
光合成は、より詳細には、光を必要とする過程(明反応)と光を必要としない過程(暗反応)とから成る。明反応では、水が分解されて酸素 O_2 と水素 [H] が生じ、次いで ATP が合成される。暗反応では、水素 [H] の還元剤としての働きや ATP の働きもあって、二酸化炭素からグルコースが合成される。また、これらの過程には多くの酵素が関与している。

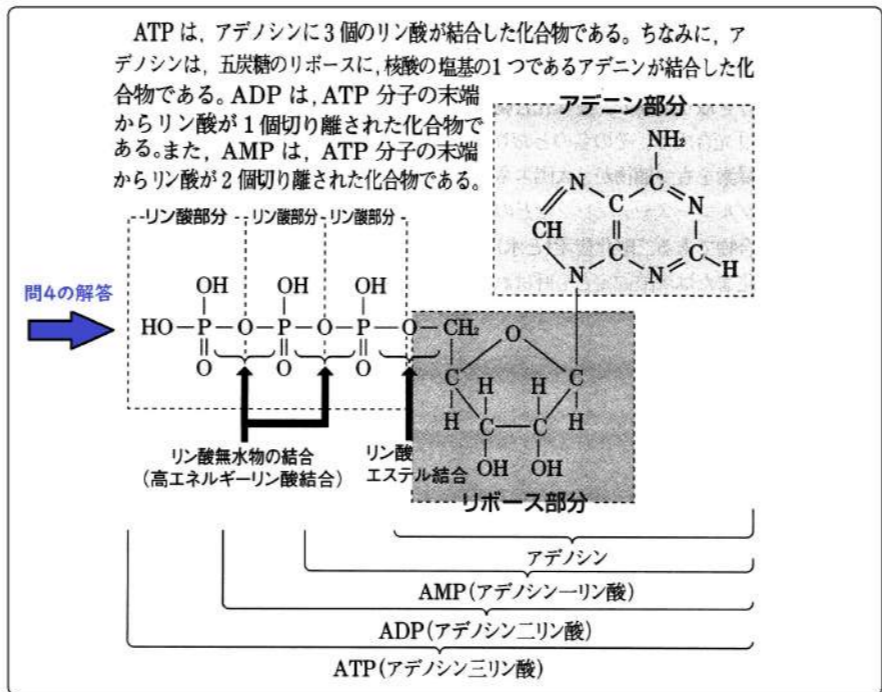
「カ ATP」は呼吸で生じたエネルギーによっても合成される。1分子のグルコースを利用してつくられる「カ ATP」の分子数は、好気呼吸の場合のほうが、嫌気呼吸の場合に比べてはるかに「キ 多い」。

「カ ATP」がエネルギーの供給源となり得るのは、(1)式のように「ク 加水分解」によって「カ ATP」から「オ ADP」が生じる際に大きなエネルギーが放出されるからである。

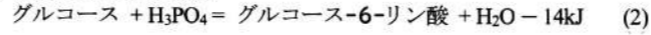
$\text{カ ATP} + \text{AH}_2\text{O} = \text{オ ADP} + \text{B H}_3\text{PO}_4 + 31\text{kJ}$ (1)

また、「ク 加水分解」によって「カ ATP」や「オ ADP」から「ケ AMP」が生じる際にも大きなエネルギーが放出される。



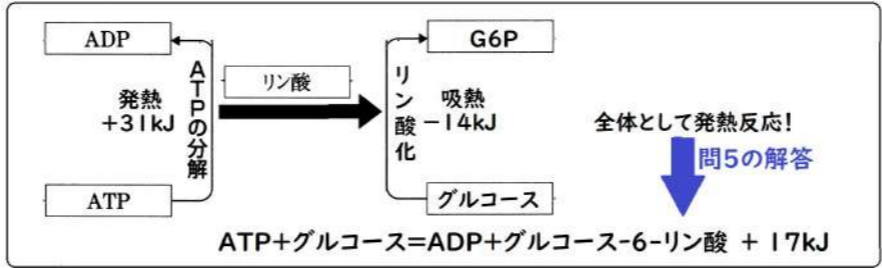


このようにして放出されるエネルギーが、生体内で本来起こりにくい化学反応を進行させるしくみを考えてみよう。たとえば、グルコースがリン酸化される反応を熱化学方程式で表すと(2)式ようになる。

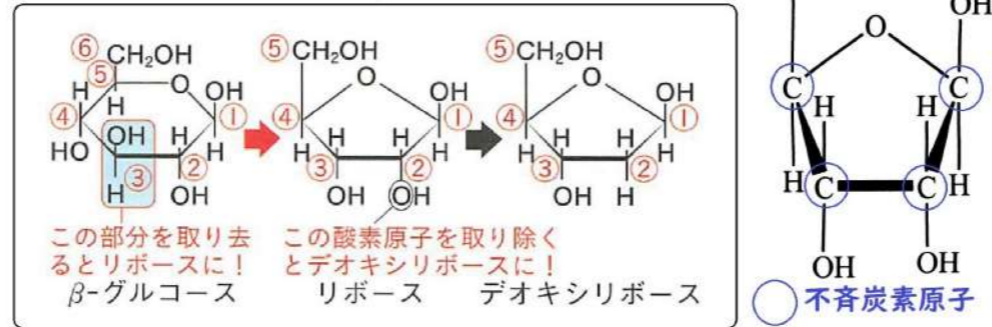


グルコースが細胞に取り込まれると直ちにリン酸化が起こるのは、これが拡散してしまうのを防ぐためである。リン酸化により電荷が導入されるので、G6Pは容易に細胞膜を通過することができない。

(2)式からわかるように、グルコースのリン酸化は熱化学的には「**吸熱**」反応であり、このような反応は単独では起こりにくい。しかし、「**ATP**」から「**ADP**」が生じる反応とグルコースのリン酸が連携(共役)して起これば、「**ATP**」からグルコースに1つのリン酸基が渡される反応となり、熱化学的には「**発熱**」反応となる。この反応を触媒する「**酵素**」であるヘキソキナーゼが存在すれば、反応の「**活性化エネルギー**」が小さくなるので、この反応は容易に進む。



2. 次に示したのはリボースという炭素数5個の糖の構造式であ

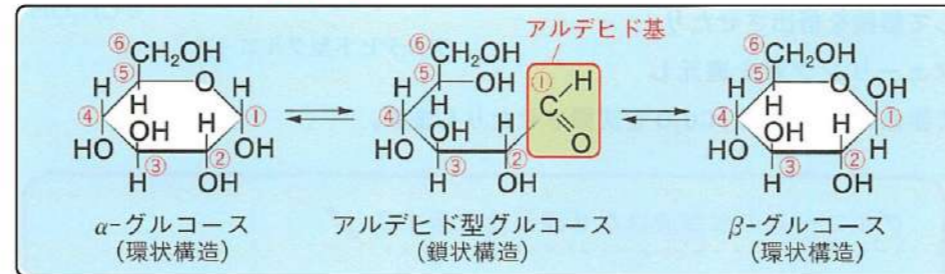


問1 上の構造には、不斉炭素原子は(ア **4**)個ある。

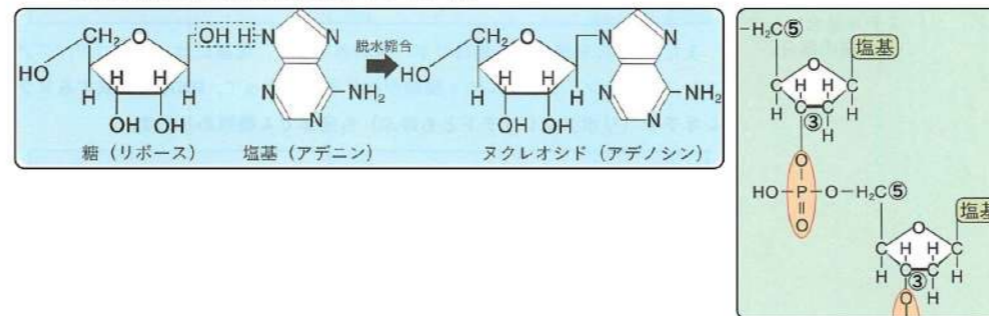
問2 1位の炭素原子についてのヒドロキシ基は(a **β**)型である。

α型とβ型の主な違いは、α型は1位の炭素原子に結合した-OH基が環平面に対して-CH₂OH基と同じ側にあり、β型は1位の炭素原子に結合した-OH基が-CH₂OH基と反対側にあることである。

問3 この糖を水に溶解すると、フェーリング反応が陽性を示すので、(b **アルデヒド**)基が存在すると推定される。しかし、上の構造式には(b **アルデヒド**)基はない。これは、この糖の構造が、水溶液中では上の(a **β**)型と、1位のヒドロキシ基が異なる配置の(c **α**)型、および鎖状(b **アルデヒド**)型の平衡状態にあるためと考えられる。



問4 リボースの(イ **1**)位の炭素にプリンやピリミジンと呼ばれる塩基が結合し、さらに、リボースの3位と(ウ **5**)位のヒドロキシ基にリン酸が(d **エステル**)結合して高分子となった化合物は、(e **RNA**)と呼ばれる。(e **RNA**)は(f **DNA**)とともに、遺伝情報の発現に大切な役割を担っている。



3. 次の文章を読んで下記の設問に答えよ。必要ならば原子量はH=1.0, C=12.0, O=16.0を用いよ。

炭素, 水素, 酸素のみからなる化合物Aの成分元素の質量百分率は, 炭素が42.1%, 水素が6.4%, 酸素が51.5%であり, 分子量は342であった。

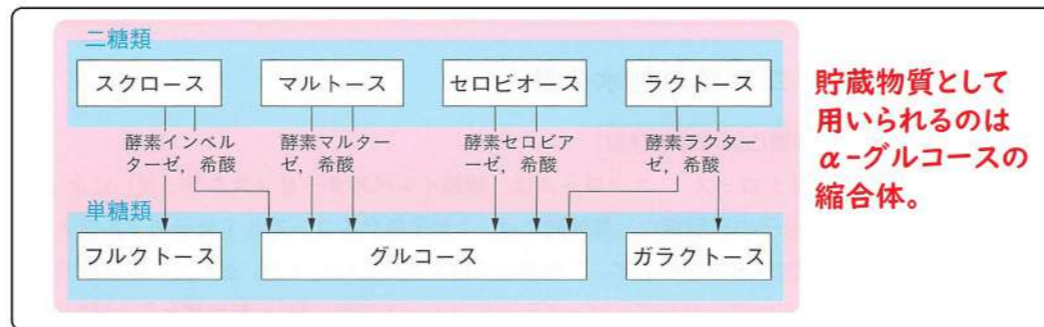
分子量と、後述の文章の流れから、ほぼ二糖類だと推察できますね。

確認⇒C: $342 \times \frac{42.1}{100} \times \frac{1}{12} = 12$ 化合物Aの分子式はC₁₂H₂₂O₁₁ 問1

↓ マルトース

↓ グルコース

化合物Aを酵素アマルターゼで分解すると2分子の化合物Bを生じる。化合物Bは、動物の筋肉などの組織にイガラクトースとして貯蔵されている。化合物Bは、体内で呼吸作用によって分解され、エネルギーに変換される。



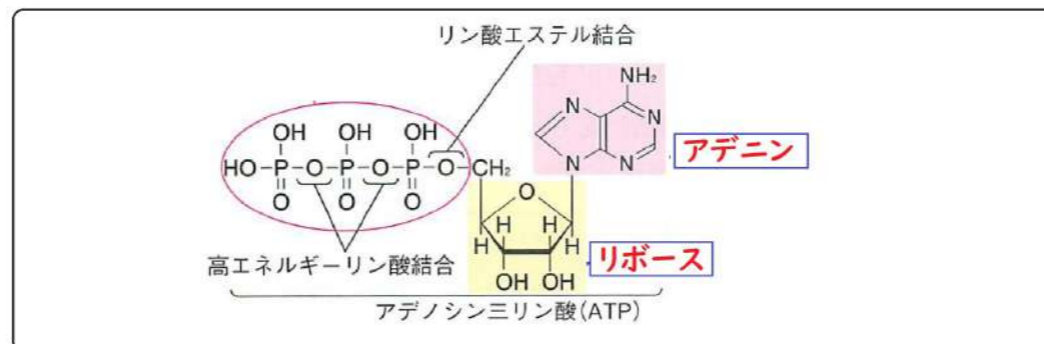
一方、植物は太陽エネルギーを利用した光合成によって、二酸化炭素をウ同化して、化合物Bなどを合成している。また、光合成の反応過程の一つとして光リン酸化反応がある。

↓ ATP

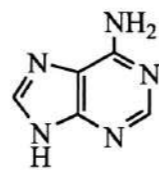
この反応により、高エネルギーリン酸結合を2つ含む化合物Cが合成される。化合物

↓ リボース ↓ アデニン

Cは、リン酸のほかに化合物Dと塩基Wからなる構造をもつ。この塩基Wは、遺伝子の本体である核酸エDNAに含まれている。

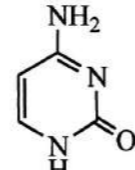


問3 下図に示す構造式は、核酸 エ を構成する塩基4種（塩基 W、X、Y、Z）である。構造式に対応する塩基の名称を答よ。



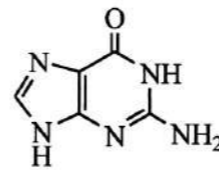
W

アデニン



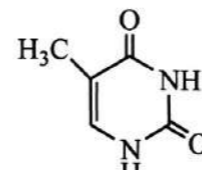
X

シトシン



Y

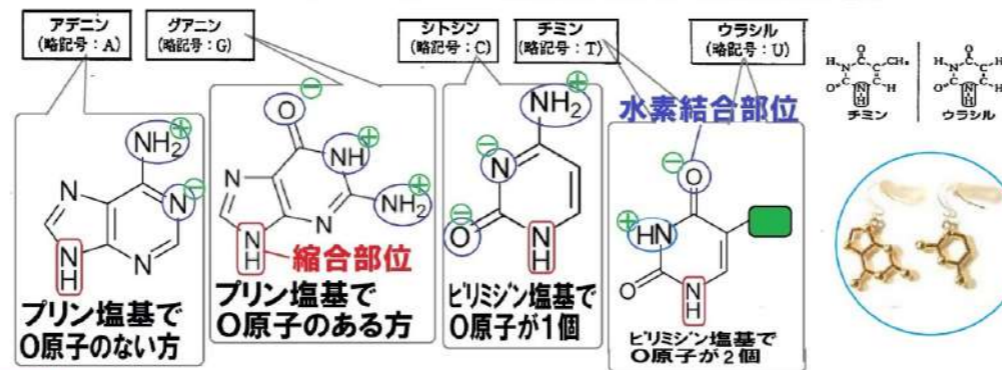
グアニン



Z

チミン(メチルウラシル)

⇒ 構造式は覚える？う～ん、僕なら、step1 構造式を見て、名前が言える。



step2 糖との結合部位は端っこのNH基だと覚える。

step3 例えば、水素結合する部位は、ATでは結合部位から最も遠い2か所、GCでは結合部位から最も遠い3か所だと覚える。

なんていう風に覚えていたことを思い出します('◇')ゞ。

あるいは、

アット 2, 3 グッドチャンスで塩基対と水素結合数を覚え、
(AT23GC)

A T G C

ついでに、大 小 大 小

0 2 1 1 ←O原子の数

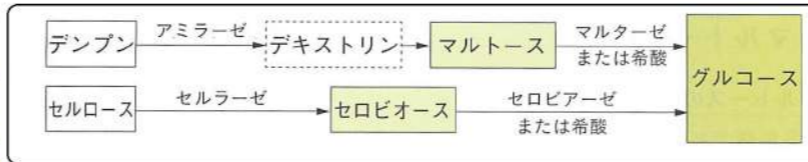


重くもなんともない問題で、いかに丁寧に得点するかが一つの鍵ってことかな。
繰り返しの問も、それなりに意味はあるよね。

4. 次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

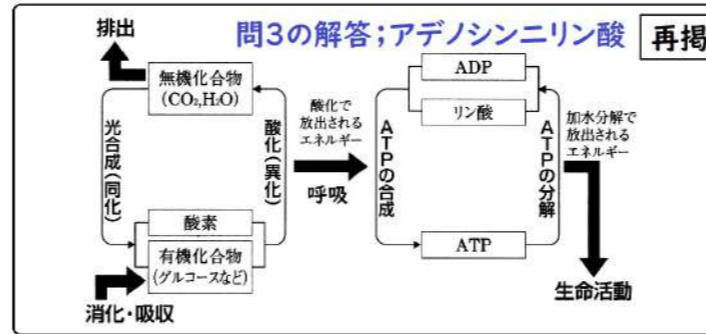
生体内では、食物として摂取した a)デンプンは、複数の酵素によってグルコースに加水分解された後、

問2の解答
アミラーゼ
マルターゼ

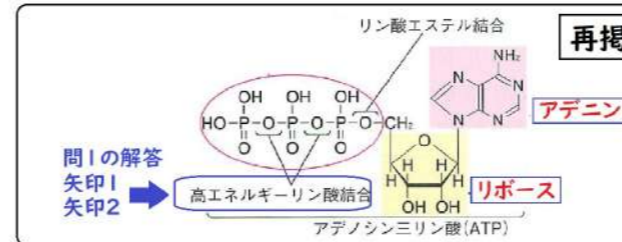


細胞内で多段階の反応によって最終的には b)二酸化炭素と水にまで酸化される。この間に発生するエネルギーの一部はATPに蓄えられる。

一方、エネルギーを必要とするときは、ATPに蓄えられたエネルギーを加水分解によって取り出して利用する。

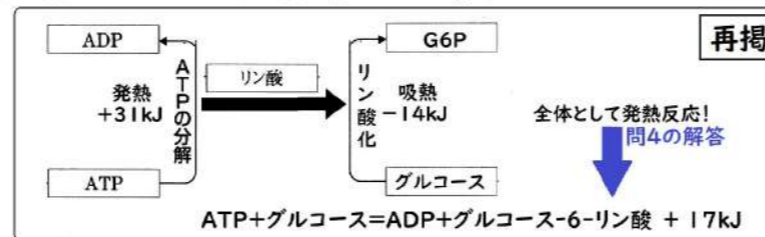


ATPの構造を図Aに示す。



生体には、グルコースからグルコース6-リン酸をつくる反応があり、この反応を熱化学方程式で表すと①式のように書ける。c)この反応は吸熱反応であるが、ATPの加水分解反応(②式)と連携して起これば進行しやすい反応になると考えられる。

グルコース+リン酸=グルコース6-リン酸+H₂O-14kJ ①式 ATP+H₂O=ADP+リン酸+31kJ ②式



問5 下線部 a)や下線部 c)の反応には、酵素が関与している。一般に、酵素はどのような働きをするか。次のうちから当てはまるものを選び記号で答えよ。

- ア 反応熱を小さくする。イ 反応熱を大きくする。

触媒は、活性化エネルギーを下げるが、反応熱にはかかわらない！

- オ 平衡定数を小さくする。カ 平衡定数を大きくする。

$K_{\text{平衡定数}} = \frac{k_{\text{速度定数(正)}}}{k_{\text{速度定数(逆)}}$ 平衡定数は触媒の存在とは無関係。
平衡定数と速度定数の関係式

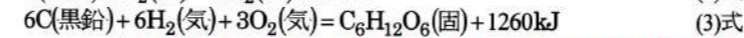
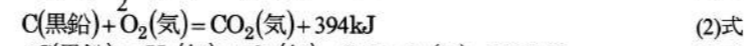
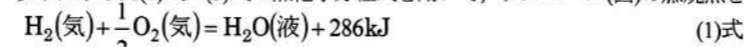
代入すると $k_{\text{速度定数(正)}} \propto e^{-\frac{E_{\text{正}}}{RT}}$ アレーニウスの式
 $k_{\text{速度定数(逆)}} \propto e^{-\frac{E_{\text{逆}}}{RT}}$ アレーニウスの式

$K_{\text{平衡定数}} = \frac{k_{\text{速度定数(正)}}}{k_{\text{速度定数(逆)}} \propto \frac{e^{-\frac{E_{\text{正}}}{RT}}}{e^{-\frac{E_{\text{逆}}}{RT}}} = e^{\frac{E_{\text{逆}} - E_{\text{正}}}{RT}}$

すなわち **$K_{\text{平衡定数}} \propto e^{\frac{E_{\text{逆}} - E_{\text{正}}}{RT}} = e^{\frac{Q(\text{反応熱})}{RT}}$**

- ウ 活性化エネルギーを小さくする。エ 活性化エネルギーを大きくする。

問6 以下に示した(1)式~(3)式の熱化学方程式を用いて、グルコース(固)の燃焼熱を求めよ。



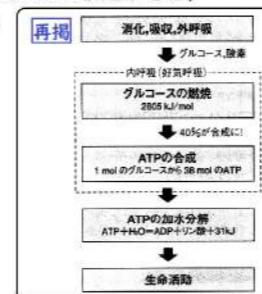
【求める方程式】 $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6(\text{固}) + 6\text{O}_2(\text{気}) = 6\text{CO}_2(\text{気}) + 6\text{H}_2\text{O}(\text{液}) + Q \text{ kJ}$

【用いる考え方】 反応熱=(右辺の全生成熱の和)-(左辺の全生成熱の和)

【反応熱の算出】 $Q = (6 \times 394 + 6 \times 286) - (1260 + 6 \times 0) = 2820 \text{ (kJ)}$

問7 下線部 b)のように、1モルのグルコースが細胞内で完全燃焼する時に発生するエネルギーがすべてADPからATPが合成されるのに使われると仮定すると、何モルのATPの合成が可能と考えられるか。整数で答えよ。

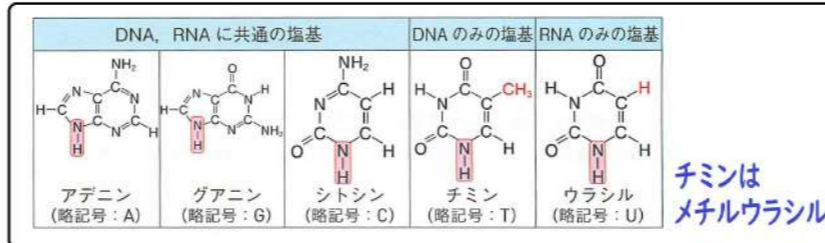
理論的には $\frac{2820}{31} \approx 91$ であるが、
 実際には効率は100%ではない。



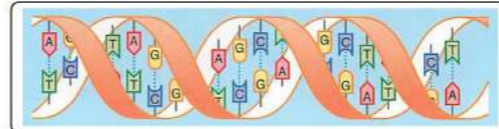
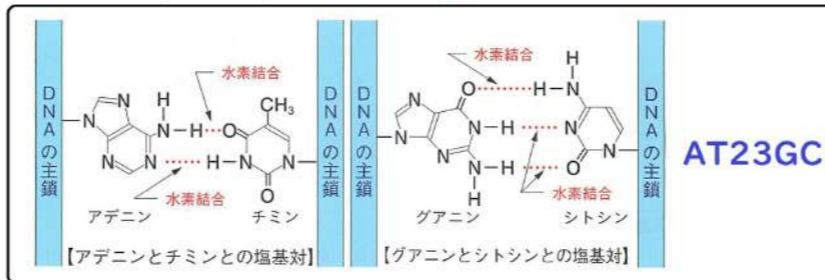
5. 次の文章を読んで設問に答えよ。

ATP に含まれる塩基を(ア) アデニン という。

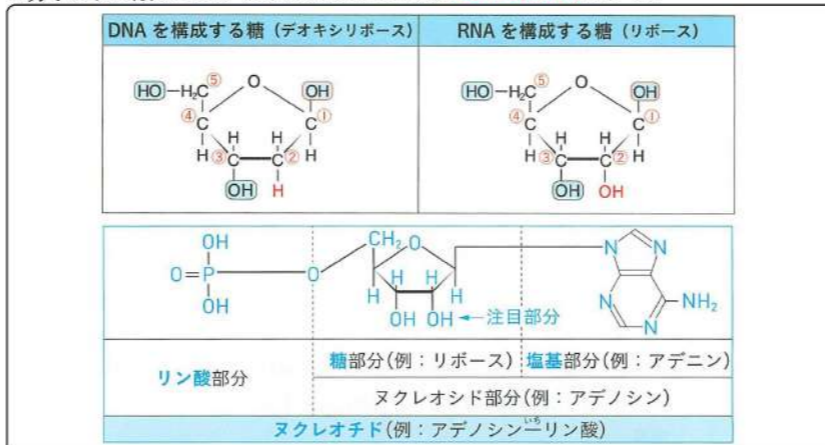
DNA は、(ア) アデニン、(イ) グアニン、(ウ) シトシン、(エ) チミン の4種類の塩基をもつ。(ア) アデニン、(イ) グアニンはプリンと呼ばれる共通の基本骨格を、(ウ) シトシン、(エ) チミンはピリミジンと呼ばれる共通の基本骨格を持つ。



2本鎖 DNA では、(ア) アデニン と (エ) チミン は (イ) 2 個の (ウ) 水素 結合により、(イ) グアニン と (ウ) シトシン は (エ) 3 個の (ウ) 水素 結合により塩基対を形成している。このような塩基どうしの関係を(オ) 相補 性という。



DNA の糖部分は(カ) デオキシリボース, RNA の糖部分は(キ) リボース で構成される。塩基と五炭糖が結合した化合物を(ク) ヌクレオシド, (ク) ヌクレオシド の糖部分にさらに1分子のリン酸がエステル結合したものを(ケ) ヌクレオチド という。



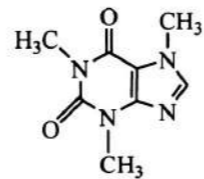
問2 (ア), (イ), (ウ), (エ)の構造式を以下より選び記号で答えよ。

問3 RNAには(ア), (イ), (ウ), (エ)以外の塩基が一つある。この塩基の名称を記せ。またその構造式を問2の選択肢から選び記号で答えよ。

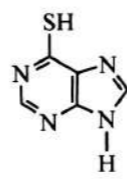
アット 2,3 グッドチャンス(AT23GC)で塩基対と水素結合数を覚え、
A T G C
 ついでに、 **大 小 大 小**
0 2 1 1 ←O原子の数 を押さえ、
 チミンの構造がメチルウラシルであることを知っておく。

これらの有機塩基はC, H, O, N以外の原子をもたない; [b]、[i]は除外。
 これらの有機塩基は加水分解される構造をもたない; [j]は除外。
 プリン塩基はCH₃をもたない; [a]は除外。
 チミン(メチルウラシル)はピリミジン塩基でCH₃をもつ; [g]である。
 すると上記からCH₃をHに置き換えた [f]がウラシル(問3の正解)である。
 シトシンもピリミジン塩基であり、残る [h]である。
 アデニンはプリン塩基でO原子をもたない; [c]
 グアニンはプリン塩基で連続した3ヶ所で水素結合を3本もつ; [e]
 N、N間、N、O間でHを挟む

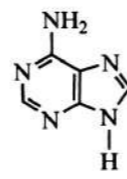
Ⓐ



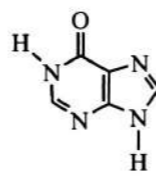
Ⓑ



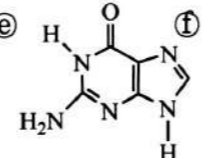
Ⓒ



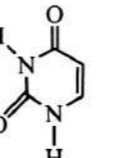
Ⓓ



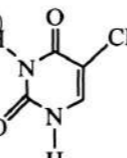
Ⓔ



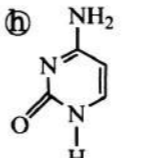
Ⓕ



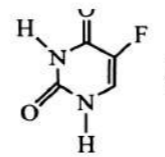
Ⓖ



Ⓗ



Ⓘ



Ⓚ

