



入試問題研究

医学部への合格 *on the road*

埼玉医科大学/獨協医科大学・化学

2020年度 埼玉医科大学 入試問題[3]より抜粋

[3] 次の問いに答えよ。ただし、生理食塩水は、質量パーセント濃度0.90%の塩化ナトリウムNaCl水溶液で、その水溶液の密度は1.0g/cm³とし、またNaClの電離度を0.93とする。

問1 次の文章を読み、下の(1),(2)に答えよ。

ある牛乳100gには、4.8gの炭水化物、3.3gのタンパク質、3.8gの脂質が含まれている。また、この牛乳の浸透圧は生理食塩水と等しいとみなすことができる。

(1) 下線部アについて、この牛乳に含まれる炭水化物の主成分はラクトースである。ラクトースは [22] と [23] が脱水縮合した構造をもつ。ラクトースが示す還元性は [22] の部分構造によるものである。 [22] , [23] に当てはまる物質として最も適切なものを、次の①~⑧のうちからそれぞれ1つずつ選べ。同じものを繰り返し選んでもよい。

- ①グルコース ②スクロース ③マルトース ④マンノース
- ⑤ガラクトース ⑥セロビオース ⑦トレハロース ⑧フルクトース

(2) 下線部イについて、ラクトースによる浸透圧がこの牛乳全体の浸透圧に占める割合[%]はいくらか。 [24] には十の位の数字を、 [25] には一の位の数字をマークせよ。該当する位がない場合には⑩をマークせよ。小数第1位以下がある場合には四捨五入せよ。ただし、牛乳の密度は1.0g/cm³とし、牛乳に含まれる炭水化物はラクトースのみであるものとする。 [24] [25] %

解答

問1 (1) [22] ① [23] ⑤ (2) [24] ④ [25] ⑦

解説

問1 (1) ラクトースは、β-ガラクトースの1位のCにつく-OHとグルコースの4位のCにつく-OHが縮合してできた二糖類である。グルコース側のヘミアセタール構造がホルミル基(アルデヒド基)に変化して還元性を示す。
(2) 牛乳100g中にラクトース4.8gが含まれる。牛乳の密度が1.0g/cm³であるため、1L中では48gになる。ラクトース(非電解質)のモル濃度C[mol/L]は、

$$C = \frac{48}{342} \approx 0.140 \text{ (mol/L)}$$

一方、塩化ナトリウム水溶液(密度1.0g/cm³)のモル濃度C'[mol/L]と電離度αより、電離後における溶質粒子の総モル濃度C'(1+α)[mol/L]は、

$$C'(1+\alpha) = \frac{9.0}{58.5} \times (1+0.93) \approx 0.297 \text{ (mol/L)}$$

牛乳の浸透圧は生理食塩水と同じであるため、求める割合は、

$$\frac{0.140}{0.297} \times 100 \approx 47 \text{ (%)}$$

2020年度 獨協医科大学 入試問題[5]より抜粋

[5] 問2 次の文章を読み、下の(1),(2)に答えなさい。

図4のように、炭素間二重結合C=Cを有する炭素原子にヒドロキシ基が結合した構造は、水素原子の結合位置が変わることで、カルボニル基をもつ構造と相互変換する。この関係において、ヒドロキシ基をもつ形をエノール形、カルボニル基をもつ形をケト形といい、常温ではケト形が安定である。

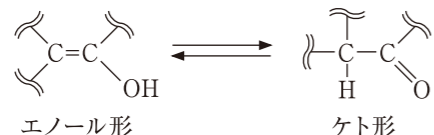


図4 エノール形とケト形の相互変換

アデニンを塩酸性の亜硝酸ナトリウム水溶液に加えると、アデニンのアミノ基はヒドロキシ基に変換されるが、ただちに相互変換して、対応するケト形の化合物に変化する。これを脱アミノ化という。

脱アミノ化は細胞内でもごくまれに起こり、中でも、シトシンはウラシルに変化することが知られている。この変化したDNAを鋳型として複製が生じるとすると、ポリヌクレオチドの該当部分で、 [ア] ではなく [イ] が挿入されることから、遺伝情報が変化する。しかし、健康な細胞内では酵素の働きにより修復される。

また、生化学の分野では、人為的に遺伝子変異を起こすために、化学的手法を用いる。図5は、変異誘発化合物(化合物Xとする)が糖に結合した構造を表す。この化合物は、ケト形とエノール形が常温で同程度に安定である。そのため、このDNAが複製されると、ポリヌクレオチドの該当部分(図5の [] の部分)で、化合物Xがケト形の場合は [ウ] と塩基対となるが、エノール形の場合は、 [エ] と塩基対となる。そのため、該当箇所の塩基が変化し、遺伝子変異が進行する可能性がある。

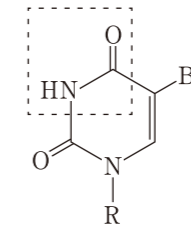


図5 変異誘発化合物Xが糖に結合した構造 (Rは糖鎖を表す)

(1) 文中の [ア] , [イ] に入る塩基の組合せとして最も適切なものを、次の①~⑨のうちから一つ選びなさい。 [3]

(1)	[ア]	[イ]	(2)	[ウ]	[エ]
①	アデニン	グアニン	①	アデニン	グアニン
②	アデニン	シトシン	②	アデニン	シトシン
③	アデニン	チミン	③	アデニン	チミン
④	グアニン	アデニン	④	グアニン	アデニン
⑤	グアニン	シトシン	⑤	グアニン	シトシン
⑥	グアニン	チミン	⑥	グアニン	チミン
⑦	チミン	アデニン	⑦	チミン	アデニン
⑧	チミン	グアニン	⑧	チミン	グアニン
⑨	チミン	シトシン	⑨	チミン	シトシン

(2) 文中の [ウ] , [エ] に入る塩基の組合せとして最も適切なものを、次の①~⑨のうちから一つ選びなさい。 [4]

解答

問2 (1) [3] ④ (2) [4] ①

解説

問2 (1) 通常、DNAのヌクレオチドはアデニン(A)、グアニン(G)、シトシン(C)、チミン(T)を持つ。RNAでは、Tのかわりに、ウラシル(U)を持つ。水素結合による塩基対の組み合わせは、AとT、AとU、GとCである。DNA複製において、鋳型DNAのCがUに変化すると、生成するポリヌクレオチドでは相補的な塩基がGからAに変化する。
(2) 化合物Xは、5-プロモウラシルである。ケト形が [] 部分でUやTと共通構造をもつため、その相補的な塩基はAになる。エノール形ではCと同様に3つの水素結合が可能になるため、相補的な塩基はGになる。

講評

2021年1月実施の「大学入学共通テスト」を考える上で、これまで2回の試行調査(プレテスト)や学習指導要領を反映している入試問題を取り上げた。この試行調査に見られる主な特徴をまとめると、次のようになる。

- ① 思考力、判断力、読解力が必要な問題が出題される。
- ② 大問がすべて必答になり、複数の分野を含む問題がある。
- ③ 測定結果を方眼紙にプロットしたグラフを用いて答えを求める。
- ④ 有効数字2桁など指数表示の各数字を答える形式がある。
- ⑤ 日常生活に由来する物質からの問題がある。

これらは、最近の医学部入試にも出題されている。今回の埼玉医科大学の問題に②、④、⑤、獨協医科大学に①の特徴がみられる。今後、共通テストや医学部入試では、知識だけでなく、思考力や読解力を求める形式、生活・社会に関する化学物質を扱う出題が増加していく。そのため、普段の学習を通して、化学的な見方を身につけていく必要がある。また、今回取りあげた高分子化合物の分野にも早めに取り組み、受験の準備をしておくよ。(メディカルラボ 化学科講師 早川泰之)