

理 科

平成 28 年 度

入 学 試 験 問 題

1. 注 意 事 項

(1) 試験開始の合図があるまで、この問題冊子の中を見てはいけません。

(2) この問題冊子は 60 ページあります。

物 理 1 ページから 18 ページまで

化 学 19 ページから 32 ページまで

生 物 33 ページから 60 ページまで

試験中に、問題冊子の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁および解答用紙の汚れなどに気づいた場合は、手を挙げて、監督者に知らせてください。

(3) 問題冊子の表紙の受験番号欄に受験番号を記入してください。

(4) 解答用紙は 2 枚あります。解答用紙には、氏名、受験番号と選択科目名の記入欄、および受験番号と選択科目のマーク欄があります。それぞれに正しく記入し、マークしてください。

(5) 問題冊子のどのページも切り離してはいけません。問題冊子の余白は計算用紙として使用してもかまいません。

(6) 計算機能や辞書機能、通信機能などをもつ機器等の使用は禁止します。使用している場合は不正行為とみなします。

(7) 試験終了後、解答用紙はもちろん、問題冊子も持ち帰ってはいけません。

2. 解答上の注意

解答上の注意は、裏表紙にも記載してあるので、この問題冊子を裏返して必ず読んでください。ただし、問題冊子を開いてはいけません。また、解答用紙の左下に記載してある「注意事項」も読んでください。

(1) 問題は物理、化学、生物の 3 科目あります。任意の 2 科目を選んで解答してください。

裏表紙につづく

2. 解答上の注意(つづき)

(2) それぞれの解答用紙の選択科目の欄に選んだ科目を記入し、該当する選択科目を1つマークしてください。

〔例〕 物理を選ぶときは

選択科目	科目名	物理		
	物	化	生	
	理	学	物	
		●	②	③

(3) 各問題文中の ア, イ, ウ, … などの には選択肢の番号あるいは符号(+, -)が入ります。選択肢の番号あるいは符号を解答用紙の ア, イ, ウ, … で示された解答欄の ①, ②, …, ⑩, ⊕, ⊖ にマークしてください。

(4) 数値の入れ方

(i) 問題文中の ア, イ, ウ, … に数字または符号を入れる場合、それぞれの には1, 2, …, 9, 0の数字または符号(+, -)のひとつが入ります。それらの数字または符号を解答用紙の ア, イ, ウ, … で示された解答欄にマークしてください。

(ii) 解答枠の桁数より少ない桁数を解答するときは、数字を右詰めで、その前を⑩でうめるような形で答えてください。

〔例〕 ア イ . ウ エ に1.8あるいは1.80と答えたいときは

ア	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	●	⊕	⊖
イ	●	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⊕	⊖
ウ	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	●	⑨	⑩	⊕	⊖
エ	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	●	⊕	⊖

ア, エ の⑩をマークしないままにしておくと間違いになります。

物理訂正

訂正 1

4 ページ (1) 問 2

問題文中と図 2 中の比熱をあらわす 大文字の C (C_0, C_1) は、

すべて 小文字の c (c_0, c_1) に訂正してください。

訂正 2

17 ページ 6 行目 (3)

(誤) は、 個のクォークからなる と考えられている。

(正) は、クォークと反クォーク合わせて 個からなる と考えられている。

化学訂正

訂正 1

31 ページ 13 行目 (6)

(誤) …… 右側に記すことなる。

(正) …… 右側に記すことになる。

化 学

計算に必要なら次の数値を用いよ。

原子量：H 1, C 12, N 14, O 16, F 19, Na 23, Mg 24, Al 27,
Si 28, P 31, S 32, Cl 35.5, Ar 40, K 39, Ca 40, Cr 52,
Fe 56, Cu 64, Zn 65, Br 80, Ag 108, I 127, Pb 207

アボガドロ定数： $6.0 \times 10^{23} / \text{mol}$ ファラデー定数： $9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$

気体定数： $8.3 \times 10^3 \text{ Pa}\cdot\text{L}/(\text{K}\cdot\text{mol}) = 8.3 \text{ J}/(\text{K}\cdot\text{mol})$

対数： $\log_{10} 2 = 0.30$, $\log_{10} 3 = 0.48$, $\log_{10} 7 = 0.85$

体積の単位リットルの記号には大文字のLを用いている。

1 各問いに答えよ。

(1) それぞれあてはまるものを一つ選べ。

1) 質量保存の法則の発見者 **ア**

- ① アボガドロ ② ドルトン ③ ボルタ
④ ラボアジエ ⑤ ヘス

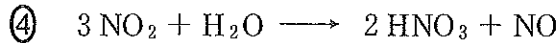
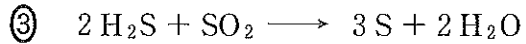
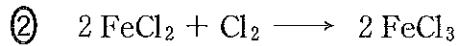
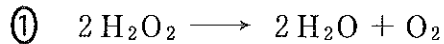
2) 陽子の数と中性子の数が同じである原子 **イ**

- ① $^{16}_8\text{O}$ ② $^{19}_9\text{F}$ ③ $^{23}_{11}\text{Na}$ ④ $^{35}_{17}\text{Cl}$ ⑤ $^{40}_{18}\text{Ar}$

3) イオン式とその名称の組合せが誤っているもの **ウ**

- ① Cl^- 塩素イオン ② Fe^{2+} 鉄(II)イオン
③ H^+ 水素イオン ④ NH_4^+ アンモニウムイオン
⑤ NO_3^- 硝酸イオン ⑥ OH^- 水酸化物イオン

(2) 酸化還元反応ではないものを一つ選べ。 エ



(3) a, b にそれぞれあてはまる元素の組合せが正しいのはどれか。一つ選べ。

オ

a N, O, P, S のうちで、最外殻に電子が 6 個ある元素

b Ca, F, K, Mg のうちで、アルゴンと同じ電子配置をもつイオンを生じる元素

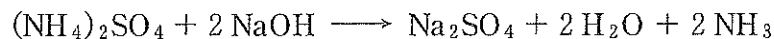
	a	b
①	N	Ca
②	O	Ca
③	P	K
④	P	Mg
⑤	S	F
⑥	S	Mg

(4) 十酸化四リン P_4O_{10} (式量 284) 1.42 g を水に溶かして加熱し、すべてリン酸 H_3PO_4 (式量 98) にした。これに水を加え全量で 500 mL の水溶液にした。この水溶液のリン酸のモル濃度はいくらか。 カ ~ ク に適する数値を入れ、有効数字 2 桁で示せ。

カ . キ $\times 10^{-\text{ク}}$ mol/L

- (5) 硫酸アンモニウム $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ (式量 132) と硫酸ナトリウム Na_2SO_4 (式量 142) の混合物 A がある。この混合物中に含まれる硫酸アンモニウムの質量を求めるために次の操作を行った。

混合物 A の 8.8 g を水に溶かして全量 1000 mL の水溶液 B にした。この水溶液 B 50.0 mL をとり、十分な量の水酸化ナトリウム水溶液を加えて加熱しアンモニアを発生させた。この操作では次式の反応によりアンモニアが発生する。



発生したアンモニアをすべて 0.200 mol/L の希硫酸 50.0 mL に吸収させて水溶液 C を得た。この溶液 C の全量を 0.500 mol/L 水酸化ナトリウム水溶液で中和したところ 30.0 mL を要した。

以上の結果から、8.8 g の混合物 A に含まれていた硫酸アンモニウムの質量を求めよ。ただし、反応はすべて完全に進むものとする。値は四捨五入して小数第 1 位まで求め、、 に数値を入れよ。. g

(6) 次の文章を読み、1)~3)に答えよ。

水分子のO—H結合のように、異なる原子間で形成された共有結合では、共有電子対はどちらか一方の原子側にかたよっている。これは、元素によって原子が共有電子対を引きつける強さに差があるためである。この電子対を引きつける強さを数値で表したものを(a)という。O—H結合の共有電子対は(a)の大きい(b)原子側にかたよっている。そのため、(c)原子はわずかに負の電荷を帯び、(d)原子はわずかに正の電荷を帯びている。このように共有電子対がどちらかの原子にかたよっているとき、結合に極性があるという。水分子は分子の形が折れ線形であるため、二つのO—H結合の極性は打ち消しあわず、分子全体で電荷のかたよりのある極性分子である。しかし、分子をつくる共有結合に極性があっても、その分子の形によっては無極性分子になるものがある。

1) (a)に適する語はどれか。一つ選べ。 **サ**

- ① イオン化傾向 ② イオン化エネルギー ③ 電離度
④ 電気陰性度 ⑤ 電子親和力

2) (b)~(d)に適する語の組合せで正しいのはどれか。一つ選べ。

シ

	b	c	d
①	水素	水素	酸素
②	水素	酸素	水素
③	酸素	水素	酸素
④	酸素	酸素	水素

3) 下線に該当する分子の組合せとして正しいのはどれか。一つ選べ。 **ス**

- ① アンモニア、クロロメタン
② アンモニア、臭化水素
③ ヨウ素、臭化水素
④ ヨウ素、二酸化炭素
⑤ テトラクロロメタン、二酸化炭素
⑥ テトラクロロメタン、クロロメタン

(7) 【選択肢A】にある操作のうち、弱酸の塩と強酸との反応によって気体が発生するものはどれか。一つ選べ。 セ

また、その操作で発生する気体はどれか。【選択肢B】から一つ選べ。 ソ

【選択肢A】

- ① 希硝酸に銅片を加える。
- ② ギ酸に濃硫酸を加えて加熱する。
- ③ 希塩酸に石灰石の小片を加える。
- ④ 過酸化水素の水溶液に少量の酸化マンガン(IV)を加える。
- ⑤ 塩化アンモニウムと水酸化カルシウムの混合物を加熱する。

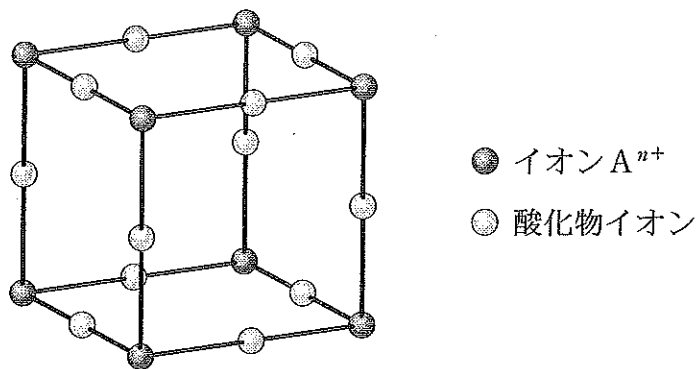
【選択肢B】

- ① 酸素
- ② 一酸化炭素
- ③ 二酸化炭素
- ④ 一酸化窒素
- ⑤ アンモニア

2 次の各問いに答えよ。

(1) 次の文章を読み, 1), 2)に答えよ。

n 価の陽イオン A^{n+} と酸化物イオンからなる化合物がある。この化合物の単位格子は図に示すようになっている。この単位格子は立方体で, イオン A^{n+} が各頂点に, 酸化物イオンが各辺の中央に配置されている。



1) イオン A^{n+} を最も近い距離で取り囲む酸化物イオンの数(配位数)はいくらか。適するものを一つ選べ。 ア

- | | | | |
|-----|-----|------|------|
| ① 2 | ② 3 | ③ 4 | ④ 6 |
| ⑤ 8 | ⑥ 9 | ⑦ 10 | ⑧ 12 |

2) イオン A^{n+} の n の値はいくらか。 イ に適する数値を入れよ。 イ

(2) 温度 T で $2.4 \times 10^5 \text{ Pa}$ のアルゴン 1.0 L 、 $1.8 \times 10^5 \text{ Pa}$ の窒素 4.0 L および $1.6 \times 10^5 \text{ Pa}$ の酸素 3.0 L がある。温度を T に保った状態で、これらの気体を 8.0 L の密閉容器に入れて混合した。1), 2) に答えよ。ただし、気体はすべて理想気体とする。

1) 混合気体の全圧は何 Pa か。最も近いものを一つ選べ。 ウ

- ① $1.4 \times 10^5 \text{ Pa}$ ② $1.6 \times 10^5 \text{ Pa}$ ③ $1.8 \times 10^5 \text{ Pa}$
④ $2.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ ⑤ $2.2 \times 10^5 \text{ Pa}$

2) 混合気体の平均分子量はいくらか。最も近いものを一つ選べ。 エ

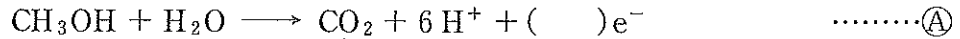
- ① 29 ② 31 ③ 33
④ 35 ⑤ 37 ⑥ 39

(3) 下線部が誤っているのはどれか。一つ選べ。 オ

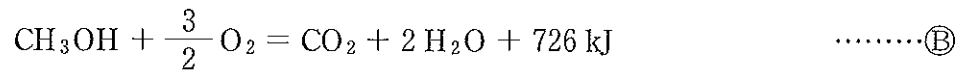
- ① コロイド溶液が流動性を失い、全体がゼリー状に固まった状態をゲルという。
② セッケンを水に溶かすと、ある濃度以上でミセルコロイド溶液になる。
③ 透析は、半透膜を用いてコロイド溶液から小さい分子やイオンを分離する操作である。
④ 親水コロイドに多量の電解質を加えるとコロイド粒子が集まって沈殿する。
⑤ 疎水コロイドを凝析させるには、コロイド粒子のもつ電荷と同じ符号で価数の大きいイオンが有効である。

(4) 次の文章を読み、1)～3)に答えよ。

携帯用の電子機器の電源として用いる電池として、メタノール水溶液と空気中の酸素の反応を利用した燃料電池の開発が進められている。この電池の負極での反応は次のイオン反応式で表される。



正極での反応もあわせた全体の反応は、メタノールの燃焼に相当する反応であり、熱化学方程式で表すと③式のようなになる。



④式においてメタノール、水の係数がいずれも1であることから、この電池の負極に用いるメタノール水溶液は、メタノールと水を物質量の比1：1で混合した溶液にすると都合がよい。

1) ④式の()に適する係数はいくらか。 に数値を入れよ。

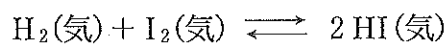
2) 下線部のメタノール水溶液におけるメタノールの質量百分率は何%か。
, に数値を入れよ。 %

3) この燃料電池で、1 mol のメタノールから取り出すことのできる電気エネルギーが式③の反応熱と等しいと仮定すると、この電池の起電力は何 V になるか。四捨五入により、小数第2位まで求め、 ~ に数値を入れよ。なお、エネルギー、起電力、電気量の間には、次の関係がある。

$$\text{エネルギー [J]} = \text{起電力 [V]} \times \text{電気量 [C]}$$

V

- (5) 容積を変化させることができる容器に水素とヨウ素を入れ、気体状態で反応させた。



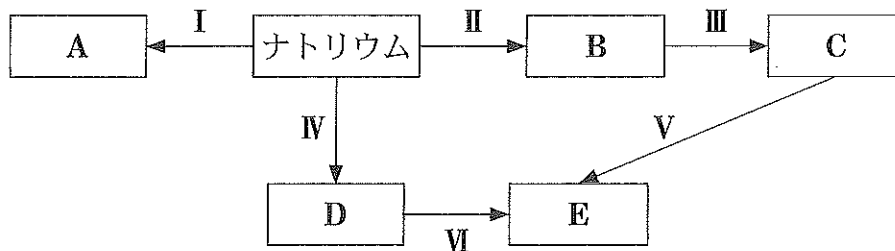
気体の体積を V 、温度を T に保って平衡状態に到達させたとき、ヨウ化水素の濃度は C_0 [mol/L] であった。温度を T に保ったまま、気体の体積を $2V$ に変化させた後の平衡状態において、ヨウ化水素の濃度 C [mol/L] はどうなるか。 C と C_0 の関係を表す式として最も適当なものを一つ選べ。ただし、気体はすべて理想気体とする。 シ

- ① $C < \frac{1}{2} C_0$ ② $C = \frac{1}{2} C_0$ ③ $\frac{1}{2} C_0 < C < C_0$
④ $C = C_0$ ⑤ $C_0 < C < 2C_0$ ⑥ $C = 2C_0$
⑦ $2C_0 < C$

3

各問いに答えよ。

- (I) 下図はナトリウムの単体とナトリウムを含む化合物(A~E)の関係を示している。また、I~VIはA~Eが生成する操作を示している。A~Eについて1)~3)に答えよ。



- I ナトリウムの単体を空気中に放置する
 II ナトリウムの単体に塩素を反応させる
 III Bの飽和水溶液にアンモニアを十分吸収させ、二酸化炭素を吹き込む
 IV ナトリウムの単体を水と反応させる
 V Cを熱分解する
 VI Dを二酸化炭素と反応させる

- 1) 水溶液が塩の加水分解によって塩基性を示す化合物はどれか。二つ選べ。

ただし、解答の順序は問わない。 ア, イ

- ① A ② B ③ C ④ D ⑤ E

- 2) 塩基性酸化物はどれか。一つ選べ。 ウ

- ① A ② B ③ C ④ D ⑤ E

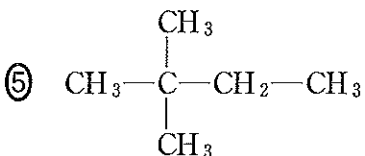
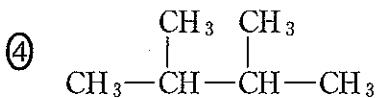
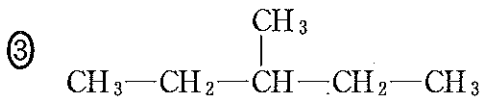
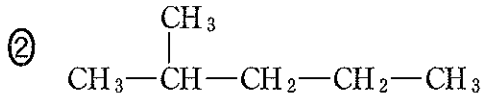
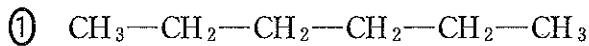
- 3) Bを原料にしてDを工業的に製造するためにとられる方法はどれか。一つ選べ。 エ

- ① アンモニアソーダ法 ② イオン交換膜法 ③ 接触法
 ④ ハーバー・ボッシュ法 ⑤ 融解塩電解

(2) 炭素、水素からなる芳香族化合物 A 53 mg を完全燃焼させたとき、二酸化炭素が 176 mg、水が 45 mg 生じた。また、化合物 A の分子量を測定すると 100~110 であることがわかった。化合物 A の分子式を C_xH_y としたとき、 y にあてはまる整数はいくらか。 **オ** **カ** に数値を入れよ。 **オ** **カ**

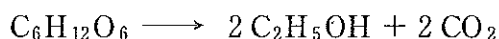
(3) 次の文章中の **キ** にあてはまる化合物を下の①~⑤のうちから一つ選べ。また、**ク** にあてはまる数値を入れよ。

次の化合物の水素原子 1 個を塩素原子に置換した化合物が何種類存在するかについて考える。光学異性体を区別せず、1 種類の化合物として扱うとき、水素原子 1 個を塩素原子に置換した化合物の種類が最も少ないものは **キ** で、その数は **ク** 種類である。



(4) 次の文章中の **ケ**, **コ** に適する最も近い数値を【選択肢】から一つずつ選べ。

デンプンはアミラーゼなどの酵素の働きでグルコース(分子量 180)に加水分解される。グルコースは酵母のもつ酵素群の働きでエタノール(分子量 46)と二酸化炭素に分解され、この反応は次式で表される。



30 g のデンプンを完全に加水分解して得られるグルコースの質量は **ケ** g である。このグルコースが上式の反応ですべて分解されるとき、生じるエタノールの質量は **コ** g である。

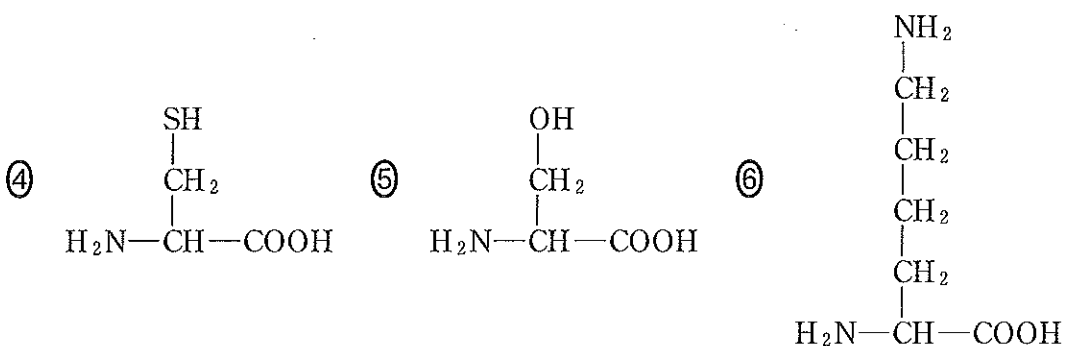
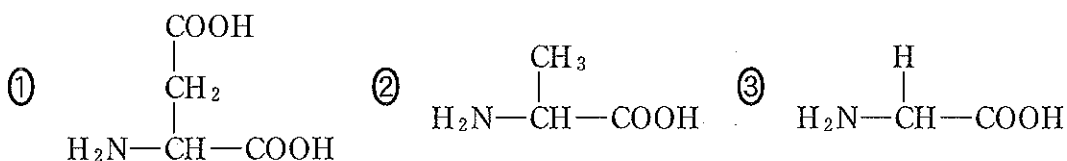
【選択肢】

- ① 9 ② 17 ③ 23 ④ 27 ⑤ 30
 ⑥ 33 ⑦ 38 ⑧ 42 ⑨ 48

(5) 1), 2) にあてはまるものをそれぞれ一つずつ選べ。

1) 塩基性アミノ酸 **サ**

2) 酸性アミノ酸 **シ**



(6) 次の文章を読み、1), 2)に答えよ。

図1は α -グルコースを環状構造で、グルコースの鎖状構造をフィッシャー投影式と呼ばれる方法でそれぞれ表している。ともに不斉炭素原子に結合した置換基の立体的な配置(絶対配置)を反映している。破線で囲った3位の炭素原子(図中では③で示す)に結合したOH基は環状構造では上に、フィッシャー投影式では左に記されている。3位のOH基の絶対配置がグルコースと異なる糖を表すためには、図1の環状構造では3位のOH基を下に記せばよい。このとき、フィッシャー投影式では右側に記すこととなる。

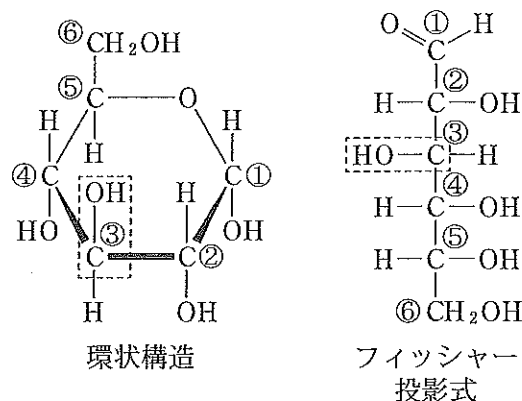


図1 グルコース

丸数字①~⑥は炭素原子の番号である。

図2は、フィッシャー投影式で表したフルクトースの鎖状構造である。フルクトース、グルコースはともに分子式 $C_6H_{12}O_6$ の六炭糖(ヘキソース)で、これらは構造異性体の関係にある。グルコースのようにアルデヒド基を持つ六炭糖をアルドヘキソース、フルクトースのようにケト基をもつ六炭糖をケトヘキソースと分類する。これらは構造に違いがあるが、ともにフェーリング液を還元することができる。

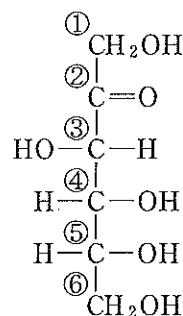


図2 フルクトース

鎖状構造のアルドヘキソースの2, 3, 4, 5位の炭素原子は不斉炭素原子であり、それぞれの炭素原子に結合したOH基の向きにより16個の立体異性体が存在する。図3のL-グルコースとD-グルコースのように、2, 3, 4, 5位すべてのOH基の絶対配置が逆で、鏡像異性体の関係にある異性体の対が8対できる。対の異性体のうち、5位のOH基が左側のものをL型、右側のものをD型と分類する。天然ではほとんどがD型である。代表的なアルドヘキソースには、グルコースのほか、乳糖の構成分子のガラクトースがある(図3)。D-ガラクトースとD-グルコースの構造を比較すると、違いは「4位

のOH基の絶対配置が異なる」
 この一点だけである。複数の不
 斉炭素原子をもつ化合物の立体
 異性体の中で、置換基の絶対配
 置が1か所のみ異なるものをエ
 ピマーと呼ぶ。すなわちD-ガ
 ラクトースはD-グルコースの
 4位エピマーである。

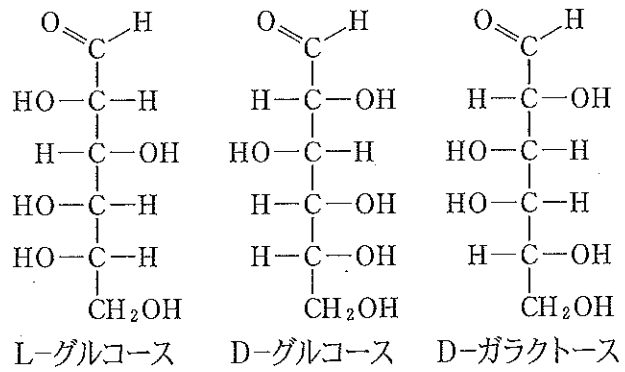


図3 グルコースとガラクトース

鎖状構造のケトヘキソースの3, 4, 5位の炭素原子もまた不斉炭素原子で
 あり、8個の立体異性体が存在する。ケトヘキソースの一つであるプシコース
 はフルクトース(図2)の3位エピマーである。このプシコースは、動物実験か
 ら血糖値の上昇を緩やかにする、内臓脂肪の蓄積を抑えるなど様々な効果が報
 告されている。少し甘味は弱いものの、新しい甘味料として期待されている。
 また、酵素を用いた大量製造法が確立され、プシコースを使用した様々な商品
 が販売されている。

1) フェーリング液が還元されて生じる沈殿は何か。正しい組成式を一つ選
 べ。 ス

- | | | |
|------|-------|---------------------|
| ① Ag | ② AgO | ③ Ag ₂ O |
| ④ Cu | ⑤ CuO | ⑥ Cu ₂ O |

2) ガラクトースとグルコースの関係から推測して、プシコースの鎖状構造を
 一つ選べ。 セ

