

平成26年度

14時10分～16時40分

理 科 問 題 用 紙

科目名	頁
物 理	1 ～ 6
化 学	8 ～ 11
生 物	12 ～ 17

注 意 事 項

1. 試験開始の合図〔チャイム〕があるまで、この注意をよく読むこと。
2. 試験開始の合図〔チャイム〕があるまで、この問題の印刷されている冊子を開かないこと。
3. 試験開始の合図〔チャイム〕の後に問題用紙ならびに解答用紙の定められた位置に受験番号、氏名を記入すること。
4. 解答はかならず定められた解答用紙を用い、それぞれ定められた位置に問題の指示に従って記入すること。
5. 解答はすべて黒鉛筆を用いてはっきりと読みやすく書くこと。
6. 解答用紙のホチキスははずさないこと。
7. 質問は文字に不鮮明なものがあるときにかぎり許される。
8. 問題に、落丁、乱丁の箇所があるときは手をあげて交換を求めること。
9. 試験開始後60分以内および試験終了前10分間は、退場を認めない。
10. 試験終了の合図〔チャイム〕があったとき、ただちに筆記用具を置くこと。
11. 試験終了の合図〔チャイム〕の後は、問題用紙および解答用紙はすべて本表紙を上にして、通路側から解答用紙、問題用紙の順に並べて置くこと。いっさい持ち帰ってはならない。
なお、途中退場の場合は、すべて裏返しにして置くこと。
12. 選択科目の変更は認めない。
13. その他、監督者の指示に従うこと。

受験番号		氏 名	
------	--	-----	--

化 学

[注意] 必要があれば、次の値を用いよ。 $\log_{10} 2.0 = 0.30$ $\log_{10} 3.0 = 0.48$

原子量：H=1.0, C=12.0, N=14.0, O=16.0, Al=27.0, P=31.0, Fe=55.9, Sn=118.7

1 次の問いに答えよ。

- [1] 水の分子式と構造式を示し、分子量を求めよ。
- [2] 水溶液中での水の電離を反応式で表せ。ただし、反応式中の物質は水溶液中で実際に存在するものを省略せずに示せ。
- [3] pH とは何か。対数による定義を示して1行で説明せよ。
- [4] pH が 1.0 と 6.0 の塩酸を 300 cm^3 ずつ混合した水溶液の pH を求めよ。
- [5] 一辺 $X \text{ cm}$ の立方体のドライアイスを 1013 hPa (1 atm)、 273 K (0°C) に置いたところ、すべて昇華して気体になった。ドライアイスの密度を $Y \text{ (g/cm}^3\text{)}$ 、気体を理想気体として、生じた気体の体積を求めよ。
- [6] 錯イオンを生じる反応を [選択肢] から 1 つ選んで記号で答え、反応式で表せ。
- [選択肢] (ア) アルミニウム片が高温の水蒸気と反応した。
(イ) アルミニウム片が希硫酸と反応し、気体を発生した。
(ウ) 鉄片が希硫酸と反応し、気体を発生した。
(エ) 鉄片が濃硝酸と反応し、不動態となった。
(オ) スズ (錫) 片が塩酸に溶けた。
(カ) スズ (錫) 片が水酸化ナトリウム水溶液に溶けた。

2 次の文を読み、下記の問いに答えよ。

キサントプロテイン反応では、(①) の水溶液に濃硝酸を加えて熱すると黄色沈殿を生じる。

[1] 文中の (①) に適切なものを [選択肢] からすべて選び、記号で答えよ。

[選択肢] (ア) アミラーゼ (イ) アミロース (ウ) グリセリン (エ) チロシン
(オ) パルミチン酸 (カ) フルクトース (キ) ペニシリン (ク) ヘモグロビン

[2] この反応の一般的な名称を [選択肢] から 1 つ選び、記号で答えよ。

ただし、いずれも該当しない場合は (ヘ) とせよ。

[選択肢] (ア) 加水分解 (イ) カップリング (ウ) けん化 (エ) 置換
(オ) 脱水縮合 (カ) 錯塩形成 (キ) 中和 (ク) 付加



3

次の文を読み、下記の問いに答えよ。

物質は、一般に、温度や圧力を変化させていくと、固体、液体、気体の三態間で状態が変化する。図1は温度と圧力によって定まる水の状態を示す。水は、領域Ⅰ～Ⅲで三態のいずれかを取り、温度や圧力の変化で領域の境界を横切るとき状態が変化する。図中の定点A～Eは領域の境界を示す実線上にあり、Aは1013 hPa、0℃、Dは1013 hPa、100℃に位置する。曲線CE上では、気液平衡の状態にある。

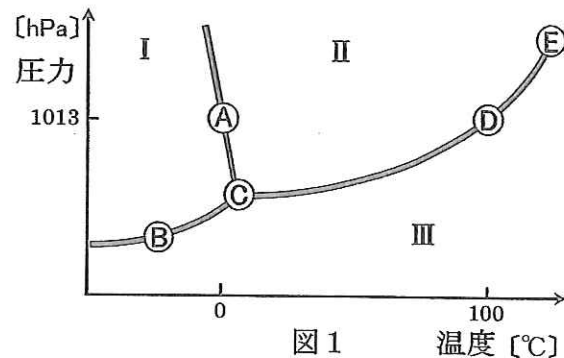


図1 温度 [°C]

〔1〕気液平衡とは何か。2行以内で説明せよ。

〔2〕水は領域Ⅰで三態のいずれをとるか、答えよ。

〔3〕領域ⅠとⅡ、ⅠとⅢ、ⅡとⅢの境界を

示す3本の実線は定点Cで交わる。定点Cにおける水の状態を1行で説明せよ。

〔4〕水に関する文(あ)、(い)を読み、下記の問いに答えよ。

(あ) アイススケートでは、スケート靴の細い刃先に体重がかかり、(a) 強い圧力で氷が部分的に融け、生じる液体の水が減摩剤となって滑走を助けている。刃先に(b) 体重がかからなくなれば、水は直ちに氷に戻るので、滑走によりスケートリンクの氷が融けてしまうことはない。

(い) 高温のてんぷら油に(c) 水滴を落としたり、油が激しく飛び散った。

1) 下線部(a)～(c)の各々に伴う水の状態変化を〔選択肢〕から1つ選び、記号で答えよ。

ただし、いずれも該当しない場合は(へ)とせよ。

〔選択肢〕 (ア) 凝固 (イ) 凝縮 (ウ) 昇華 (エ) 蒸発 (オ) 融解

2) 下線部(a)～(c)の各々で、水は図中の定点(①)を(②)の方向に通過して状態が変化する。下記の問いに答えよ。

i) 下線部(a)～(c)の各々で、(①)に適切なものを〔選択肢〕から1つ選び、記号で答えよ。

〔選択肢〕 (ア) A (イ) B (ウ) C (エ) D

ii) 下線部(a)～(c)の各々で、(②)に適切なものを〔選択肢〕から1つ選び、記号で答えよ。

〔選択肢〕 (ア) 左→右 (イ) 右→左 (ウ) 上→下 (エ) 下→上

4 次の文を読み、下記の問いに答えよ。

α -アミノ酸は生命体の構造形成と活動の維持に重要な (①) の単量体で、酸性を示す (②) と塩基性を示す (③) をもつ両性化合物である。水溶液中のアミノ酸の電荷は pH に依存し、水溶液を (④) 性にする (a) α -アミノ酸は陽イオンになる。また、(①) 中の α -アミノ酸の配列順序は、二重らせん構造をとる (⑤) 中の有機塩基の配列順序に対応している。

〔1〕文中の (①) に適切な生体高分子の名称を答えよ。

〔2〕文中の (②)、(③) に適切な官能基の名称を答え、構造を元素記号と原子間の結合を省略せずに示せ。

〔3〕文中の (④) に適切な語を答えよ。

〔4〕文中の (⑤) に適切な生体高分子の名称と略称を答えよ。

〔5〕下線部(a)を、反応式で表せ。ただし、 α -アミノ酸間で異なる基を R とせよ。

〔6〕文中の (①) を構成する元素のうち、(⑤) には含まれないものを 1 つ元素記号で示せ。

5 次の文を読み、下記の問いに答えよ。

ヒトの脳には、エネルギー代謝に必須の分子 A が平均 3 mmol/L 存在する。これは、分子 A の合成が停止すると約 20 秒で消費されてしまう濃度である。生理的条件下で脳における分子 A の濃度は一定に保たれているので、分子 A の合成速度が極めて高いことがわかる。

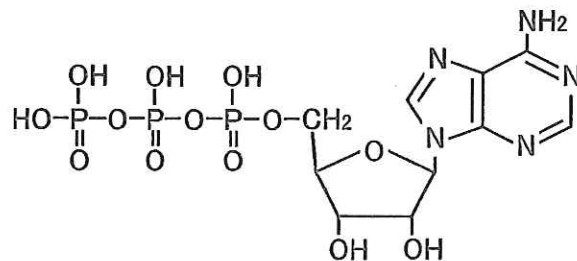


図 2 分子 A

〔1〕分子 A の構造式を図 2 に示す。構造式中で省略されている元素記号は「炭素」と「炭素に結合する水素」である。以下の問いに答えよ。



1) 分子とは何か。塩との違いが分かるように2行以内で説明せよ。

2) 分子Aが属するのはどれか。正しいものを〔選択肢〕から1つ選び、記号で答えよ。

ただし、いずれも該当しない場合は(へ)とせよ。

〔選択肢〕 (ア) RNA (イ) アミノ酸 (ウ) ヌクレオシド (エ) 糖脂質
(オ) 二糖類 (カ) ペプチド (キ) ヌクレオチド (ク) リン脂質

3) 分子Aを構成する原子間の化学結合を〔選択肢〕からすべて選び、記号で答えよ。

〔選択肢〕 (ア) アミド結合 (イ) イオン結合 (ウ) グリコシド結合
(エ) 共有結合 (オ) 金属結合 (カ) 三重結合
(キ) ジスルフィド結合 (ク) 水素結合 (ケ) 単結合
(コ) 二重結合 (サ) 不飽和結合 (シ) ペプチド結合
(ス) 飽和結合 (セ) リン酸エステル結合

4) 分子Aの物質名と略称を答え、分子式を示せ。ただし、分子式における元素記号の順番は、まず炭素、次に水素、そしてその他の元素(元素記号のアルファベット順)とせよ。

〔2〕成人の脳の体積を1.5 Lとして1日に脳内で合成される分子Aの総量(単位: kg)を有効数字2桁で求めよ。

〔3〕分子Aはすべてグルコースの好気呼吸により合成されるものとして次の問いに答えよ。

1) 好気呼吸を表す反応式はどれか。正しいものを〔選択肢〕から1つ選び、記号で答えよ。

ただし、いずれも該当しない場合は(へ)とせよ。

〔選択肢〕 (ア) $6\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2$
(イ) $\text{C}_3\text{H}_5(\text{OCOR})_3 + 3\text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{C}_3\text{H}_5(\text{OH})_3 + 3\text{RCOOH}$
(ウ) $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \longrightarrow 2\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{COOH}$
(エ) $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \longrightarrow 2\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + 2\text{CO}_2$
(オ) $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \longrightarrow \text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{COOH} + \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + \text{CO}_2$
(カ) $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2 \longrightarrow 6\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$

2) 好気呼吸ではグルコース1分子から分子Aが38分子合成されるものとして、上記〔2〕で得られる分子Aを合成するために消費されるグルコースの総量(単位: g)を有効数字2桁で求めよ。