

# 平成30年度 入学試験問題

## 医学部 (Ⅱ期)

### 理科

#### 注意事項

1. 試験時間 平成30年3月3日、午後1時30分から3時50分まで
2. 配付した試験問題(冊子)、解答用紙の種類はつぎのとおりです。
  - (1) 試験問題(冊子、左折り)(表紙・下書き用紙付)
    - 化学(その1)、(その2)
    - 生物(その1)、(その2)
    - 物理(その1)、(その2)
  - (2) 解答用紙
    - 化学(その1) 1枚(上端赤色)(右肩落し)
    - 〃 (その2) 1枚(上端赤色)(左肩落し)
    - 生物(その1) 1枚(上端緑色)(右肩落し)
    - 〃 (その2) 1枚(上端緑色)(左肩落し)
    - 物理(その1) 1枚(上端青色)(右肩落し)
    - 〃 (その2) 1枚(上端青色)(左肩落し)

以上の中から選択した2分野(受験票に表示されている)が配付されています。
3. 下書きが下書き用紙で足りなかったときは、試験問題(冊子)の余白を使用して下さい。
4. 試験開始2時間以降は退場を許可します。但し、試験終了10分前からの退場は許可しません。
5. 受験中にやむなく途中退室(手洗い等)を望むものは挙手し、監督者の指示に従って下さい。
6. 休憩のための途中退室は認めません。
7. 退場の際は、この試験問題(冊子)を一番上へのせ、挙手し、監督者の許可を得てから、試験問題(冊子)、受験票、下書き用紙および所持品を携行の上、退場して下さい。
8. 試験終了のチャイムが鳴ったら、直ちに筆記をやめ、おもてのまま上から解答用紙(選択した2分野の解答用紙、計4枚、化学(その1)、化学(その2)、生物(その1)、生物(その2)、物理(その1)、物理(その2))、試験問題(冊子)の順にそろえて確認して下さい。

確認が終っても、指示があるまでは席を立たないで下さい。
9. 試験問題(冊子)はお持ち帰り下さい。

平成30年度医学部選抜Ⅱ期入学試験

問題文 補足説明

化学 (その2) 7ページ

3 問4

気体の名前は日本語名、分子式どちらの解答も可とする。

※板書書きをしたうえで、「補足説明があります。」とだけアナウンスをしてください。  
聞き取れない、または、質問された場合は、この用紙を見せるだけで、口頭では話さないでください。

# 化 学 (その1)

## 注 意 事 項

1. 解答は所定の解答用紙の解答欄に記入せよ。

2. 問題 **1** ~ **4** を通じ、その必要があれば、次の数値を用いよ。

原子量 H : 1.00, C : 12.0, N : 14.0, O : 16.0, Ca : 40.0, Cu : 64.0, Ag : 108

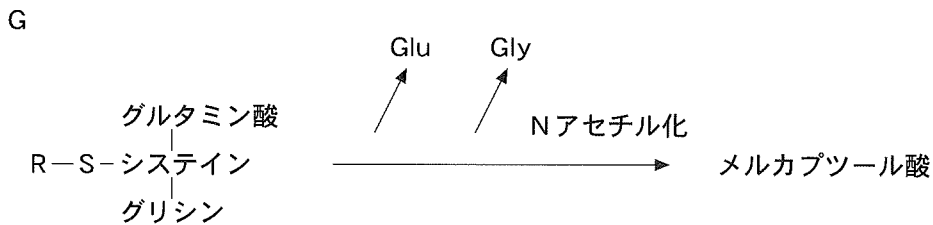
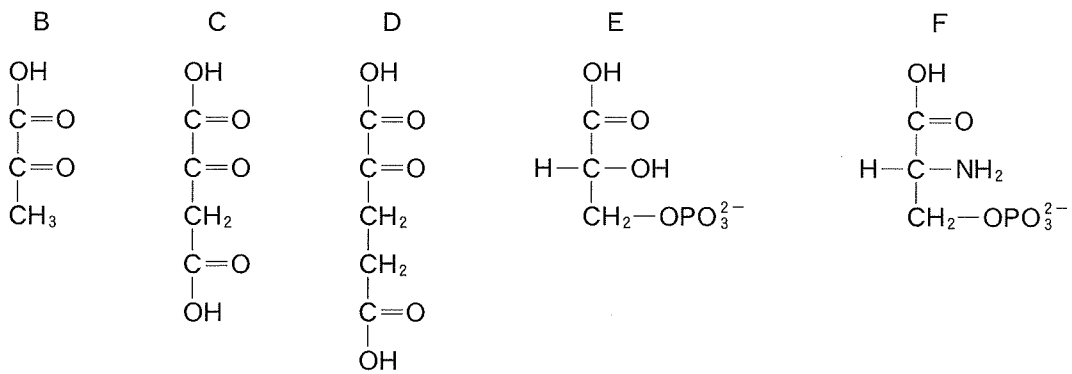
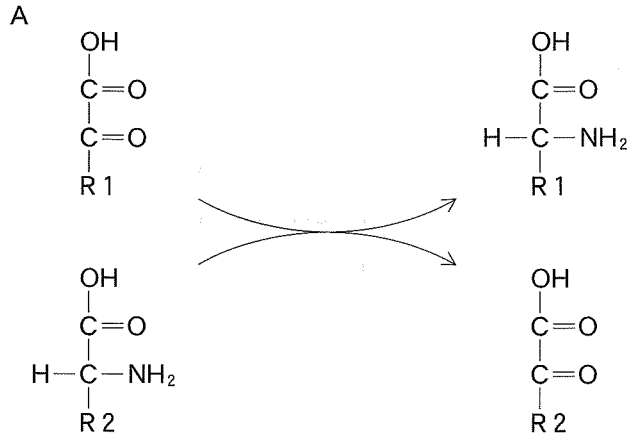
$\log_{10} 3 = 0.48$ ,  $\log_{10} 7 = 0.85$

**1** 次の文を読み、問に答えよ。

動物における非必須アミノ酸の合成において、解糖系—クエン酸回路の中間代謝物を利用して行われる機序を以下に示す。なお、アミノ基転移反応は図Aに示すごとく、アミノ酸のアミノ基と $\alpha$ -ケト酸のケト基が相互に転移する反応である。解糖系で生じたピルビン酸(図B)にアミノ基が転移すると( 1 )が生じる。クエン酸回路で生じたオキサロ酢酸(図C)にアミノ基が転移すると( 2 )が生じる。クエン酸回路で生じた $\alpha$ -ケトグルタル酸(図D)にアミノ基が転移すると( 3 )が生じる。解糖系で生じた3-ホスホグリセリン酸(図E)の2番の炭素が酸化され、次いで( 3 )からアミノ基が転移すると(図F)が生じる。Fから加水分解でリン酸が外されると( 4 )が生じる。( 4 )からヒドロキシメチル基( $-\text{CH}_2\text{OH}$ )が外されると( 5 )が生じる。

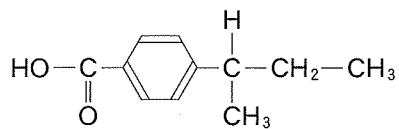
ヒトは、脂溶性の物質を水溶性に変換することで、尿中へと排泄する機構を有しており、( 5 )はトルエンやキシレンの解毒排泄機構に関わっている。ヒトがトルエンを取り込むと、トルエンの側鎖のメチル基が酸化されカルボキシ基となり( ア )となる。次いで( ア )に( 5 )がアミド結合し、水溶性の( イ )へと変換し尿中に排泄する。トルエン中毒では尿中( イ )濃度が高値となる。同様の機構が、アスピリン服用時にも作用する。ヒトがアスピリンを服用すると、アスピリンはエステラーゼの作用で( ウ )と酢酸へと加水分解され、( ウ )に( 5 )がアミド結合して( エ )として体外へ排泄する。

ヒトの体内では、アセトアミノフェンのような薬物や、体内で合成したプロスタグランジンを体外に排泄するために使われる分子として、トリペプチドのグルタチオンがある。グルタチオンは、グルタミン酸、システイン、グリシンの3つのアミノ酸から成る。その構造は、グルタミン酸とシステインのアミド結合が、グルタミン酸側鎖の $\gamma$ -カルボキシ基とシステインの $\alpha$ -アミノ基が結合した $\gamma$ -グルタミル結合となっており、通常のペプチド結合とは異なる。このためグルタチオンは、ペプチドでありながら、体内のほとんどのプロテアーゼにより分解されない性質をもつ。グルタチオンはシステインの側鎖のSH基を用いて過氧化物や活性酸素種を還元する機能を持つ。また、グルタチオンはシステインのSH基に薬物などを結合した後、図Gに示すごとく、グルタミン酸を外し、次いでグリシンを外し、Nアセチル化反応を経てメルカプトツール酸に変換し、主に尿中に排泄する。



R: 薬物などの基質

構造式の例

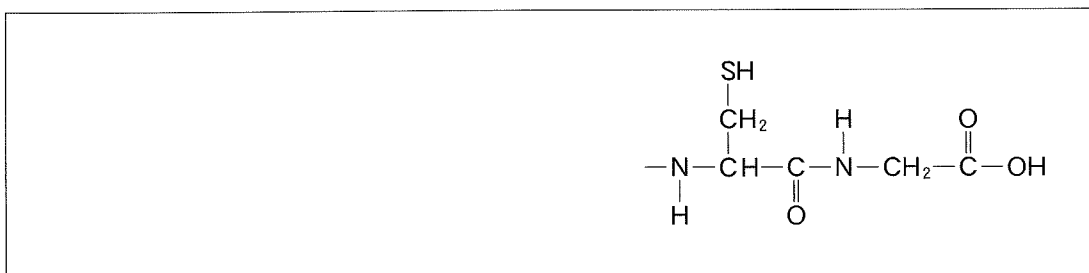


問 1 ( 1 ) から ( 5 ) にあてはまるアミノ酸を以下の①~⑳から選び、番号を記せ。

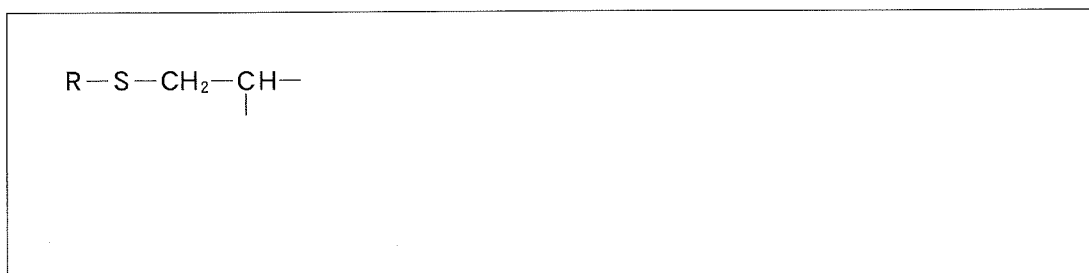
- |       |       |       |       |       |
|-------|-------|-------|-------|-------|
| ① Ala | ② Arg | ③ Asn | ④ Asp | ⑤ Cys |
| ⑥ Gln | ⑦ Glu | ⑧ Gly | ⑨ His | ⑩ Ile |
| ⑪ Leu | ⑫ Lys | ⑬ Met | ⑭ Phe | ⑮ Pro |
| ⑯ Ser | ⑰ Thr | ⑱ Trp | ⑲ Tyr | ⑳ Val |

問 2 ( ア ), ( イ ), ( ウ ), ( エ ) の化合物の構造式を例にならって記せ。

問 3 下線部 a に基づき、グルタチオンの構造式を完成させよ。構造式は例にならえ。



問 4 メルカプツール酸の構造式を完成させよ。構造式は例にならえ。



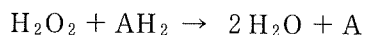
2 次の文を読み、問に答えよ。

核酸は五炭糖とリン酸と塩基から構成される。RNA を構成する五炭糖はリボースであり、DNA を構成する五炭糖はリボースの(ア)位の OH が H となっているデオキシリボースである。五炭糖どうしは(イ)結合で鎖を形成し、塩基どうしは(ウ)結合により、相補性を持つ。核酸を構成する塩基を図 1 に示す。DNA を構成するプリン塩基はアデニンとグアニンであり、ピリミジン塩基はシトシンとチミンである。

ヒトでのプリン塩基の分解経路は、数段階の反応を経てキサンチンとなった後、酸化され尿酸となるものである。ヒト以外の動物では、図 2 に示すように種によって代謝が異なり、ヒト以外の哺乳類の多くはアラントイン、硬骨魚ではアラントイン酸、軟骨魚と両生類では尿素、海生無脊椎動物ではアンモニアとして排泄する。

尿酸は水に難溶性であるため、体液中の尿酸濃度が上昇すると、尿酸あるいは尿酸ナトリウムが結晶化し、沈着し、組織障害を引き起こす。

尿酸濃度を測定する方法として、測定目的の検体に尿酸オキシダーゼを加え、尿酸がアラントインへと代謝される際に生じる  $H_2O_2$  を、ペルオキシダーゼを使用して測定する手法が利用されている。ペルオキシダーゼは、下記のごとく水素供与体  $AH_2$  の水素を  $H_2O_2$  に転移させ、A を生じさせる反応を触媒する酵素である。



ここで、 $AH_2$  は無色で、A となると発色する基質を用いれば、溶液中の  $H_2O_2$  濃度を測定することが可能となる。0.20 mmol/L から 1.0 mmol/L の既知の濃度の  $H_2O_2$  溶液に基質  $AH_2$  とペルオキシダーゼを加え、発色を吸光度で測定したものを以下の表に示す。

既知の濃度の $H_2O_2$ mmol/L	発色の波長の吸光度
0.20	0.12
0.40	0.24
0.60	0.36
0.80	0.48
1.0	0.52

未知の濃度の尿酸水溶液 X に尿酸オキシダーゼ、基質  $AH_2$  とペルオキシダーゼを加えたところ、吸光度は 0.18 であった。

図 1

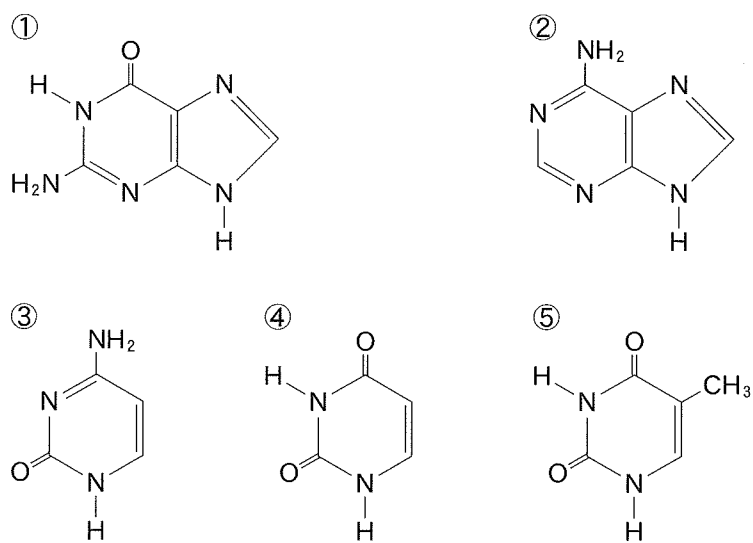
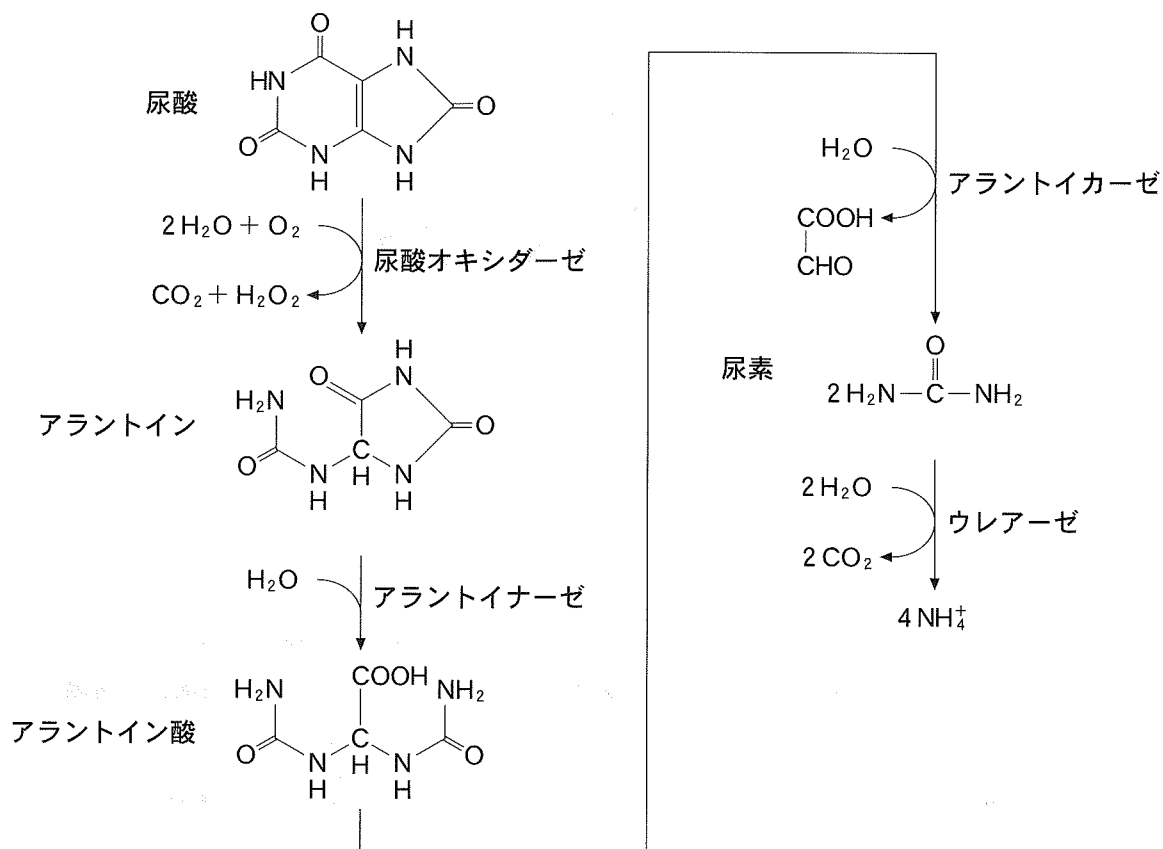
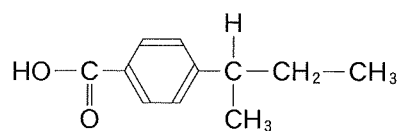


図 2



構造式の例

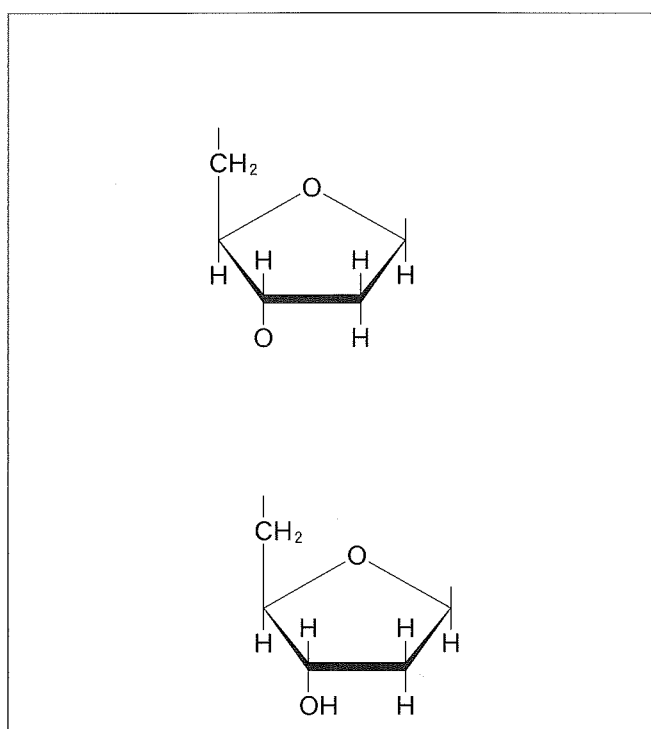


問 1 (ア)~(ウ)に当てはまる語句を記せ。

問 2 アデニン, グアニン, シトシン, チミンを図 1 ①~⑤から選び番号を記せ。

問 3 ジヌクレオチドは 2 つのヌクレオチドから成る。ジヌクレオチド 5' GT 3' の構造を完成させよ。なお 5' 末端のみリン酸化されているものとする。

構造式は例にならって記せ。



問 4 尿酸水溶液 X の尿酸濃度 (mmol/L) および (mg/dL) を求めよ。四捨五入により小数第 1 位まで記せ。ただし, 尿酸オキシダーゼによる尿酸からアラントインへの代謝は完全に行われたものとし, また尿酸オキシダーゼ, 基質 AH<sub>2</sub> とペルオキシダーゼを加えたことによる溶液の体積変化は無視できるものとする。

問 5 尿酸水溶液 X の電離度が  $7.0 \times 10^{-2}$  であった。尿酸は二段階に電離する酸で, 電離定数  $K_1$  と  $K_2$  があるが, 二段階目の電離定数  $K_2$  が非常に小さいため, 二段階目の電離は無視したうえで, 尿酸水溶液の  $K_1$  (mol/L) と pH を求めよ。

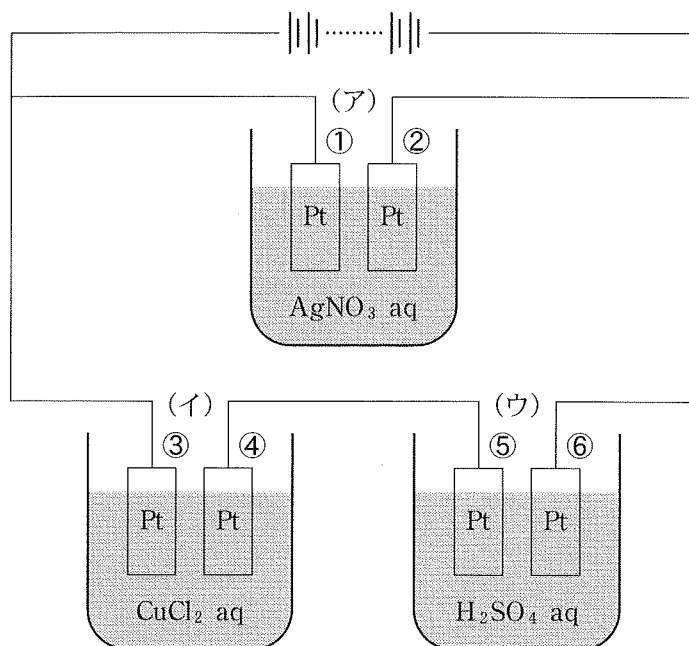
$K_1$  は四捨五入により有効数字 2 桁で記せ。pH は四捨五入により小数第 1 位まで記せ。



## 化 学 (その2)

3 電解槽(ア)(イ)(ウ)を図のように連結し、1.50 A の電流を 10 時間 43 分 20 秒流して電気分解したとき、以下の問に答えよ。

ただし、ファラデー定数を、 $F = 9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$  とする。また、電解槽内の水溶液は十分濃いものとする。



- 問 1 電極①～⑥で起こる反応を電子  $e^-$  を含むイオン反応式で示せ。
- 問 2 電池から流れ出た全電気量は何 C か。整数で答えよ (小数点以下が出た場合には四捨五入せよ)。
- 問 3 電極④は電極の質量が 11.2 g 増加した。電極②の電極の質量変化は何 g であったか。整数で答えよ (小数点以下が生じた場合には四捨五入せよ)。
- 問 4 電極①, ③, ⑤, ⑥では気体が発生した。それぞれの電極で発生した気体の名前(分子式)と標準状態での体積(L)を四捨五入のうえ小数点以下 2 桁で答えよ。なお発生した気体は水溶液には不溶とし、標準状態における気体 1 mol の体積を 22.4 L とする。

4 以下の問題に答えよ。

問 1 1.40 mol/L の塩酸 400 mL に 11.84 g の水酸化カルシウムを入れてすべてを溶かした。この溶液を過不足なく中和するのに、0.60 mol/L 水酸化ナトリウム水溶液は何 mL 必要か。整数で答えよ(小数点以下が生じた場合は四捨五入せよ)。

問 2 メタノールとエタノールの混合物の完全燃焼により、二酸化炭素 7.92 g と水(液体) 5.94 g が得られた。この完全燃焼には標準状態で何 L の酸素が必要であったか。四捨五入のうえ小数点以下 2 桁で答えよ。なお、標準状態における酸素 1 mol の体積は 22.4 L とする。

問 3 12.0 L の密閉容器に、27 °C において 22.4 g の酸素と 11.2 g の窒素を入れた。この混合気体の全圧は何 Pa か。四捨五入のうえ有効数字 3 桁で答えよ。ただし気体は理想気体として扱えるものとし、気体定数  $R = 8.31 \times 10^3 \text{ Pa}\cdot\text{L}/(\text{K}\cdot\text{mol})$  とする。

問 4 ある不揮発性の非電解質 45 g を 1.0 kg の水に溶かした溶液の凝固点を測定すると、質量モル濃度 0.15 mol/kg の塩化ナトリウム水溶液の凝固点と一致した。塩化ナトリウム水溶液中で Na と Cl は完全に電離していることとする。この非電解質の分子量を求め、四捨五入のうえ有効数字 2 桁で答えよ。

問 5 面心立方格子を形成する金属である銀の、単位格子の 1 辺の長さを  $4.07 \times 10^{-8} \text{ cm}$  とした場合の結晶の密度  $[\text{g}/\text{cm}^3]$  を求め、四捨五入のうえ有効数字 3 桁で記せ。

なお、アボガドロ定数  $6.0 \times 10^{23}/\text{mol}$  とする。

# 生 物 (その1)

1 次の文章を読み、以下の問いに答えなさい。

血液中のグルコース濃度である血糖値は、血液 100 mL あたり(ア)mg 程度になるように調節されている。食事などで糖質を摂取すると血糖値が一時的に上昇する。すい臓は血糖値の上昇を感知し、<sup>①</sup>ランゲルハンス島の B 細胞からインスリンを分泌する。さらに副交感神経が B 細胞を刺激し、<sup>②</sup>インスリン分泌が促進される。インスリンは標的細胞の(イ)に存在するインスリン受容体に結合してその作用を発揮する。インスリンは筋肉や脂肪組織でグルコースの細胞内への取り込みを促進する。肝臓ではグルコースからグリコーゲンの合成を促進し、その結果として細胞内へのグルコースの流入量を増加させる。このように、インスリンはグルコースを血液中から細胞内に移動させ、その結果として血糖値を低下させる。

一方、飢餓状態などで血糖値が低下すると、ランゲルハンス島の A 細胞からグルカゴンが分泌される。視床下部は血糖値の低下を感知し、これにより交感神経が(ウ)を刺激して、そこからアドレナリンの分泌が促進される。交感神経は A 細胞からのグルカゴンの分泌も刺激する。分泌されたグルカゴンやアドレナリンは肝臓におけるグリコーゲンの分解を促進する。これらの作用により血糖値が上昇する。(エ)から分泌される糖質コルチコイドも血糖値を上昇させる作用をもつ。また脳下垂体前葉から分泌される<sup>③</sup>(オ)も血糖値を上昇させる作用をもつホルモンである。

インスリンのはたらきが低下すると血糖値が上昇する。慢性的に高い血糖値を示す状態を糖尿病という。血糖値が高くなるとグルコースが尿中に排泄されるようになる。一方、健康なヒトでは、原尿中にはグルコースが存在するが、尿中にはグルコースはほとんど排泄されない。<sup>④</sup>

問 1 文中の(ア)に入る適切な数字を(a)~(f)から選び、記号で答えなさい。

- (a) 0.01                                  (b) 0.1                                  (c) 1  
(d) 10                                      (e) 100                                (f) 1000

問 2 文中の(イ)~(オ)に適切な語句を入れなさい。

問 3 以下は下線部①に関連し、消化管でのグルコースの吸収を説明する一文である。(A)に適切な器官の名称、(B)に適切な血管の名称を書きなさい。

「(A)で吸収されたグルコースは(B)を經由して肝臓に入る。」

問 4 以下は下線部②に関連する一文である。( )に適切な語句を入れなさい。

「すい臓組織を顕微鏡で見ると、インスリンやグルカゴンを分泌する細胞集団は、すい臓組織の大部分を占める( )の海の中に浮かぶ島のように見える。」

問 5 血糖値が低くなりすぎると心拍数が増加する。このことが起こるしくみを30字以内で説明しなさい。

問 6 以下は下線部③に関連して糖質コルチコイドの作用を説明する一文である。( )に20字以内で適切な語句を書きなさい

「糖質コルチコイドは( )を促進して血糖値を上昇させる。」

問 7 下線部④に関連し、原尿とは何か20字以内で説明しなさい。

問 8 下線部④にあるように、健康なヒトでは尿中にはグルコースがほとんど排泄されない。この理由を30字以内で説明しなさい。

問 9 健康なヒトの原尿中に見られないものに血球やタンパク質がある。これらが原尿中に見られない理由を20字以内で説明しなさい。

2

次の(1), (2), (3)の文章を読み, 以下の問いに答えなさい。

- (1) 植物はそれぞれ決まった時期に花芽を形成する。花芽を形成する時期は日長と密接な関係があり, 日長が一定の長さ以上になると花芽を形成する長日植物と日長が一定の長さ以下になると花芽を形成する短日植物がある。日長の長短にかかわらず花芽を形成する植物は中性植物とよばれる。花芽の形成には, 日長だけでなく, 温度の影響を受ける植物もある。たとえば, 長日植物であるコムギには春に種子をまく春まきコムギと秋に種子をまく秋まきコムギがある。秋まきコムギは冬の低温にさらされ, 翌年の春に花芽を形成する。秋まきコムギの花芽形成には, 長日条件だけでなく, 冬の低温にさらされることが必要である。

問 1 短日植物を(a)~(j)からすべて選び, 記号で答えなさい。

- (a) キク                      (b) アブラナ                      (c) キュウリ                      (d) ダイコン  
(e) アサガオ                      (f) コスモス                      (g) トマト                      (h) エンドウ  
(i) ホウレンソウ                      (j) オナモミ

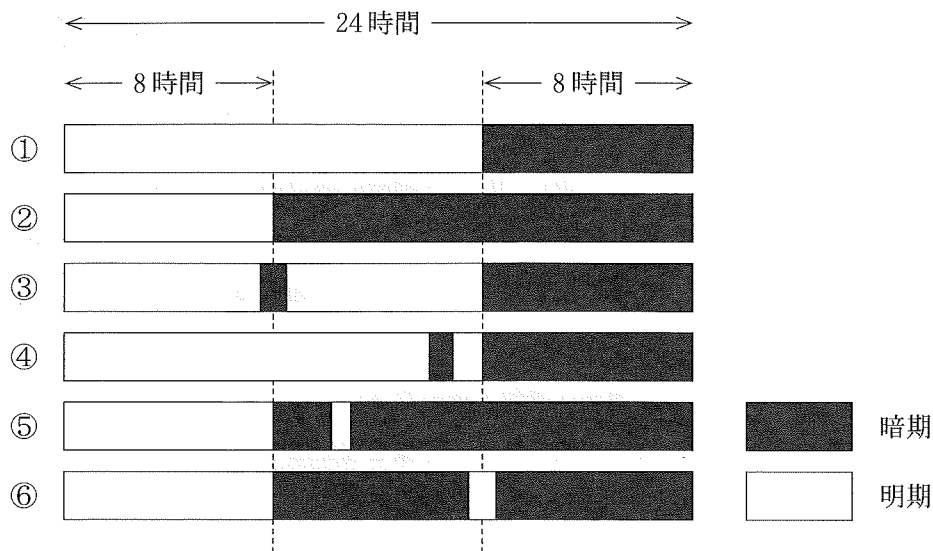
問 2 秋まきコムギにおいて, 冬の低温を経験しないと花芽を形成しないことの利点を 30 字以内で説明しなさい。

- (2) 日没から日の出までの時間を夜と定義する。ある年の東京での夜の最短時間は 9 時間 25 分である。ところが, オナモミの花芽形成のための限界暗期は 9 時間である。つまり, どの季節でも夜の長さの方が限界暗期よりも長いことになる。なお, オナモミの限界暗期とは, オナモミの花芽形成が起こる(ア)の暗期の長さのことである。

問 3 (ア)に適切な 2 字の語句を入れなさい。

問 4 自然環境において, オナモミが暗期として認識する時間の長さを A, 夜の長さを B としたとき, A と B の違いを 10 字以内で書きなさい。

(3) 植物 C と植物 D を室内で生育させ、人工照明下で明期と暗期の異なる日長条件①～⑥を設定し、植物 C と植物 D でそれぞれ花芽が形成されるかどうか実験した(図)。実験の結果、植物 C は条件①で花芽を形成し、条件②では花芽を形成しなかった。植物 D は条件①では花芽を形成せず、条件②で花芽を形成した。



問 5 植物 C, 植物 D は, 長日植物, 短日植物, 中性植物のいずれか書きなさい。

問 6 日長条件③～⑥について, 植物 C と植物 D でそれぞれ花芽を形成するかどうか答えなさい。花芽を形成する場合は○, 花芽を形成しない場合は×, 花芽を形成するかないか判断できない場合は○×の両方, これらのいずれかを解答欄に記入しなさい。

	植物 C	植物 D
③		
④		
⑤		
⑥		

## 生 物 (その2)

3 次の文章を読み、問1～問4に答えなさい。

有糸分裂には、分裂の前後で染色体数が変わらない体細胞分裂と、娘細胞の染色体数が母細胞の半分になる減数分裂がある。一般に分裂が終わってから次の分裂が起るまでの間を(ア)または静止期といい、核分裂の過程を(イ)、(ウ)、(エ)、(オ)の4期に分ける。(イ)では(カ)は折りたたまれ、(キ)と(ク)が消失する。次に(ウ)では細胞骨格の(ケ)からなる(コ)が(カ)を細胞の赤道面へと整列させる。その後の(エ)において姉妹染色分体が分離し、細胞の対極へと移動し、(オ)には2つの新しい核がつくられる。動物細胞では、(サ)は細胞が2つにくびれて起こる。

問1 (ア)～(サ)を適切な語句で埋めなさい。

問2 体細胞分裂と減数分裂を比較した表の空欄を埋めなさい。

	体細胞分裂	減数分裂
1. 染色体が複製される回数	①	②
2. 分裂の回数	③	④
3. 生じる娘細胞の数	⑤	⑥
4. 母細胞の核相を2nとした場合の娘細胞の核相	⑦	⑧
5. 娘細胞と母細胞の遺伝的な同異	⑨	⑩

問3 静止期に個々の染色体を見分けるのが難しいのはなぜか。20字以内で説明しなさい。

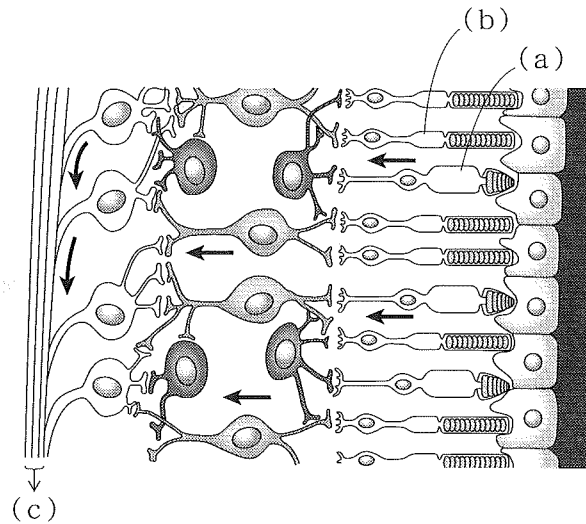
問4 ショウジョウバエの2倍体の体細胞は8本の染色体を持っている。この場合、配偶子では何通りの異なる染色体の組み合わせが可能であるか。ただし、染色体の乗換えは起こらないものとする。

4 次の文章を読み、問1・問2(①~⑤)に答えなさい。

ヒトの眼は直径約2.5 cmの球状で、外側から(ア)(粘液性の膜)、(イ)(結合組織)、(ウ)(薄い色素層)で覆われている。眼の前方では、(イ)は透明な(エ)となり、(ウ)は色のついた(オ)になる。(オ)はその大きさを変えることにより、入射光量を調節する。(ウ)の内側には(カ)のニューロンと光受容体があり、眼球の最も内側を形成している。(キ)は透明なタンパク質で眼を二つの腔に分けている。(キ)の前方は房水で満たされた空間で、後方は(ク)である。

問1 (ア)~(ク)に適切な語句を入れなさい。

問2 図はヒトの(カ)の断面の模式図である。



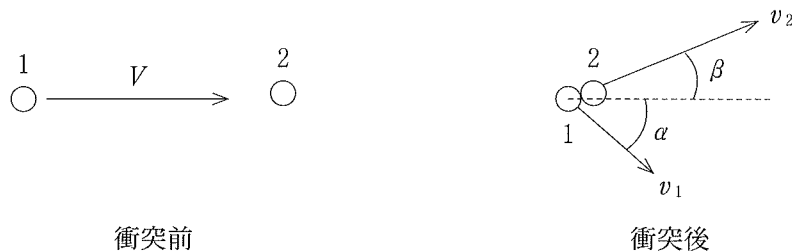
- ① a, b, cの名称を書きなさい。
- ② 光はどの方向から入ってくるか。図の上, 下, 左, 右で答えなさい。
- ③ 図の → は何をあらわしているか。40字以内で説明しなさい。
- ④ グラフに視細胞の分布を実線(a)と点線(b)で表しなさい。ただし、(a)と(b)は①のa, bと対応している。
- ⑤ 脊椎動物の脳に送られる視覚情報の伝達は、聴覚や味覚とどのように異なっているか。50字以内で答えなさい。



# 物 理 (その1)

1 なめらかな水平面上を一定の速さ  $V$  で動いていた質量  $m_1$  の小球1が、静止している質量  $m_2$  の小球2と完全弾性衝突し、それぞれ別の方向に進んだ(図参照)。すなわち小球1は入射方向から角度  $\alpha$  の方向へ速さ  $v_1$  で、一方小球2は小球1の入射方向から角度  $\beta$  の方向に速さ  $v_2$  で動き出した。このとき以下の問いに答えなさい。ただし、小球の回転エネルギーは考慮しなくてよい。

- (1) 衝突の前後で入射方向の運動量保存の式を書き下しなさい。
- (2) 衝突の前後で入射方向に対して垂直な方向の、運動量保存の式を書き下しなさい。
- (3) 衝突の前後で成り立つエネルギー保存の式を書き下しなさい。
- (4)  $\tan \alpha$  を  $m_1, m_2, \beta$  を使って表しなさい。
- (5)  $m_1 = m_2$  の場合、 $\alpha$  と  $\beta$  の間に成り立つ関係式は何か。三角関数を使わずに、弧度法を用いて書き下しなさい。



2 以下の問いに答えなさい。

A 図1に示した物体がある。3つの力  $F$ ,  $F_1$ ,  $F_2$  がそれぞれ物体の●で示された地点に水平に働き、その結果物体は静止状態にある。なお物体に働く鉛直方向の力はつり合っているものとし、それらは図示していない。物体に加えられている力  $F_1$  と  $F_2$  の大きさを求めなさい。ただし  $|F| = 0.500 \text{ N}$  である。

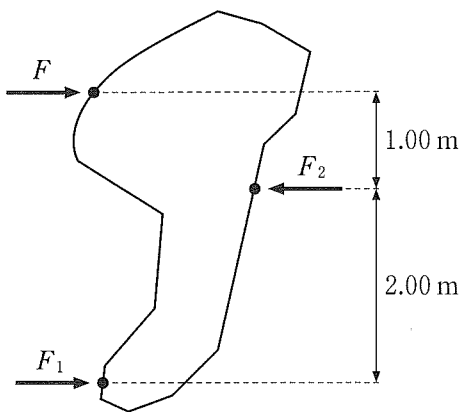


図1

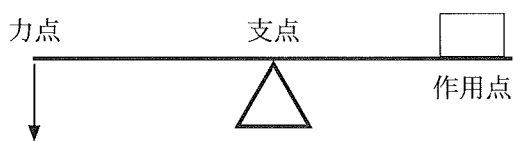


図2

図2のように板(物体)を一つの点で支え、その点を中心として自由に回転できるようにしたものをしてこという。てこを使うと、小さな力を大きな力に変えて重いものを動かすことなどができる。てこを支える点を支点、力を加える点を力点、物体に力が作用する点を作用点という。支点・力点・作用点の3点の位置関係によって、てこは3種類に分けられる。

第1種のとこは力点と作用点がこの両端にあり、支点がその間にある図2の場合である。第2種のとこは支点と力点がこの両端にあり、作用点がある場合である。第3種のとこは支点と作用点がこの両端にあり、力点がある場合である。

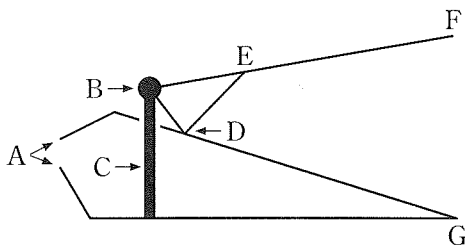


図3

さて図3に示した爪切りはいくつかのとこの組み合わせから出来ている。爪切りのどこの部分がどんな種類のとことして組み合わされているか列挙しなさい。たとえば「A, B, C 部分は第1種のとこで、その支点は A である」場合、表1の回答欄の例のように記載しなさい。

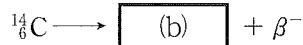
	てこの部位	てこの種類	支点の位置
例	A, B, C	1	A

表1

B 原子核の崩壊について以下の文章の (1) ~ (8) に入る語句、また (a) ~ (c) に入る元素記号(質量数と原子番号を添えたもの)を解答欄に記しなさい。なお核反応式にはさらにニュートリノあるいは反ニュートリノという電気量が0、質量はほかの粒子に比べはるかに小さい物質が入る場合がある。しかしこの物質はこの問題で問われていることとは全く関係しないので、記載していない。

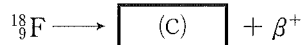
ウラン鉱石を入れた鉛の容器に小さな穴を開けておくとそこから放射線がビーム状に出てくる。紙面に垂直に入り込む様な磁場を用意すると、図4に示すように放射線が3種類に分かれる。右に曲がったものを (1) 線, 左に曲がったものを (2) 線, 曲がらなかったものを (3) 線とよぶ。(1) 線と (2) 線は磁場によって曲げられるから、これらの放射線に働く力は (4) である。よって (1) 線, (2) 線はそれぞれ負と正の電荷を持ち、(3) 線は電荷を持たないことがわかる。その後 (1) 線は (5) 線であること、(2) 線は (a) の原子核からなる粒子線であること、さらに (3) 線は (6) であることが判明した。

(1) 線を出す (1) 崩壊は、核内に (5) が出入りする現象の呼び名である。この崩壊には炭素  $^{14}\text{C}$  が上述のように (5) 線( $\beta^-$ )を出しながら次式に従って崩壊していくような場合



と、次のように (7) 線( $\beta^+$ )を出す反応がある。

放射線の医学への応用として知られる PET ( (7) 断層撮影) で使われる反応がそれである。放射性フッ素  $^{18}\text{F}$  を使った FDG-PET について説明しよう。がん細胞は正常細胞に比べ活発にブドウ糖を消費する。そこでブドウ糖分子の OH 基 1 個を放射性的  $^{18}\text{F}$  で置換したブドウ糖類似物質(フルオロデオキシグルコース, 略称: FDG)を体内に入れてやると、がん細胞に集積する。FDG はそこで以下の式に従って崩壊し (7) を出す。



この (7) が周囲の (5) と衝突して、2 個の (3) 線を放出する。この現象を (8) という。生じた (3) 線を捕らえることによって (7) の発生場所がわかる。これを X 線 CT で得られる画像と重ね合わせることによって病巣の場所が判明するのである。

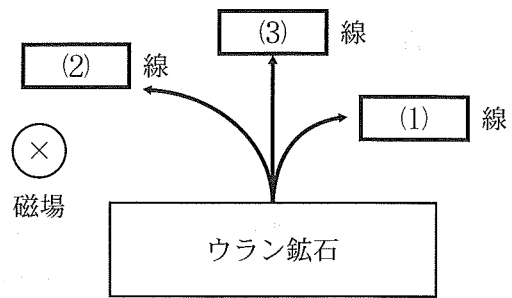


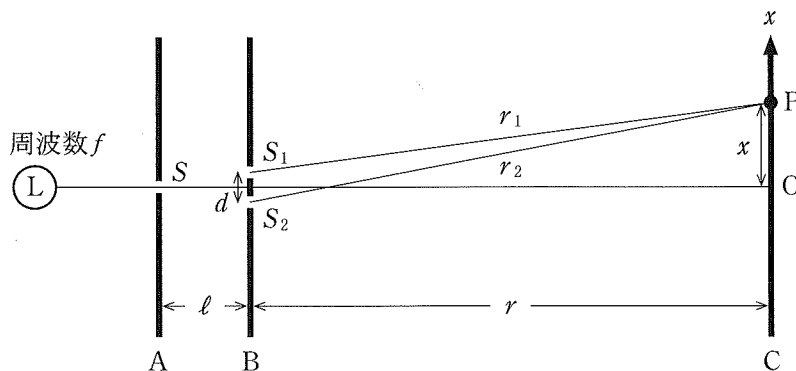
図 4

## 物 理 (その2)

**3** 以下の問いに答えなさい。

**A** 光源  $L$  から出た周波数  $f$  の単色光を、<sup>ついでに</sup> 衝立  $A$  上のスリット  $S$ 、および衝立  $B$  上のスリット  $S_1$  と  $S_2$  を通してスクリーン  $C$  上に当てる。  $S_1$  と  $S_2$  の中点を通る衝立  $B$  との垂線が、スクリーン  $C$  上を通る点を  $O$  とする。また、スクリーン  $C$  上で  $O$  から距離  $x$  離れた観測点を  $P$  とする。衝立  $A$ 、 $B$  とスクリーン  $C$  は互いに平行で、 $AB$  間の距離を  $\ell$ 、 $BC$  間の距離を  $r$ 、 $S_1$  と  $S_2$  の間隔を  $d$  とする。なお  $d$  と  $x$  は  $r$  に比べ十分小さいものとする。スクリーン上の点  $P$  からスリット  $S_1$ 、 $S_2$  までの距離をそれぞれ  $r_1$ 、 $r_2$  とする。必要なら整数  $m (= 0, 1, 2, \dots)$  を用いなさい。以下の設問で  $|a| \ll 1$  であるとき、近似式  $(1 \pm a)^n \approx 1 \pm na$  (複号同順) が成立することを使いなさい。

- (1) 光源  $L$  からの光をスクリーン  $C$  に当てたところ、明暗の縞模様が現れた。干渉縞の明線および暗線が現れる  $x$  の値をそれぞれ答えなさい。なお、空気中の光の速さを  $c$  とする。
- (2)  $d = 0.50 \text{ mm}$ 、 $r = 1.2 \text{ m}$ 、縞の間隔(隣り合う明線の間隔)が  $1.8 \text{ mm}$  であった。この光の波長はいくらか。単位を含めて答えなさい。またこの光は何色か。
- (3) スリット  $S$  の位置を  $h$  だけ下方に僅かにずらした。この時、スクリーン  $C$  上で干渉縞の暗線が現れる値  $x$  を求めよ。なお  $h$  と  $d$  は  $\ell$  に比べ十分小さいものとする。
- (4) 衝立  $A$  を取り除くと、スクリーン  $C$  上の干渉縞はどのようなになるか。またその理由を 35 字以内で述べなさい。
- (5) 設問(1)の状態に戻し、光源を除く装置全体を水中に置いた場合、隣り合う明線の間隔はいくつになるか答えなさい。ただし、空気に対する水の屈折率を  $n$  とする。



**B** 月が完全に地球の影に入る皆既月食の場合でも、月が赤黒く見える理由を 60 字以内で答えなさい。

4 図のように、磁束密度  $B$  の鉛直上向きの一様な磁場中に、導体レールを間隔  $\ell$  で平行にならべて、水平面に対して角度  $\theta$  で固定した。レールの上端  $cd$  は抵抗値  $R$  の抵抗  $R$  に接続した。長さ  $\ell$ 、質量  $m$  の導体棒  $ab$  を2本のレール上に水平に置いた。この導体棒は常にレールに対し直交したままレールを滑ることができるものとする。レールは十分に長く、レールと導体棒との摩擦や電気抵抗は無視することができる。重力加速度の大きさを  $g$  とする。このとき以下の問いに答えなさい。

- (1) 棒  $ab$  が下降していくとき、抵抗  $R$  に流れる電流の向きは、 $c \rightarrow d$ 、 $d \rightarrow c$  のどちらか。
- (2) 棒  $ab$  が速さ  $v$  で下降しているとき、抵抗に流れる電流の大きさを求めなさい。
- (3) 設問(2)のとき、導体棒に生じた加速度の大きさを求めなさい。
- (4) 最終的に導体棒は一定の速さ(終端速度という)で下降する。この終端速度の大きさとそのときの電流の大きさを求めなさい。
- (5) 導体棒が終端速度を持つとき、抵抗  $R$  で単位時間当たりが発生する熱エネルギーを求めなさい。

