

# 平成31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31年3月2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31年度医学部選抜Ⅱ期入学試験

### 問題文 修正

### 化学（その1）

p.4

2

11行目 糸球体での血液のろ過量 → 糸球体での血しょうのろ過量

12行目 糸球体でろ過した血液の量 → 糸球体でろ過した血しょうの量

15行目 血液中のクレアチニン濃度 → 血しょう中のクレアチニン濃度

p.5

問4の1行目 ろ過した血液量 → ろ過した血しょう量

問4の3行目 血液中のクレアチニン濃度 → 血しょう中のクレアチニン濃度

※修正があるので、板書書きをしたうえで、アナウンスをしてください。聞き取れなかったと質問された場合は、この用紙を見せて口頭で話さないでください。

※板書した行数に誤りがないか確認してください。

平成31年度医学部選抜Ⅱ期入学試験

問題文 修正

物理（その1）

2 (6)

1行目

**(修正前)** 次に棒とひもを最初の状態に戻し

**(修正後)** 次に棒とひもを設問(4)の状態に戻し

※修正があるので、板書書きをしたうえで、アナウンスをしてください。聞き取れなかったと質問された場合は、この用紙を見せて口頭で話さないでください。

# 化 学 (その1)

注 意 事 項(その1, その2とも共通)

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。
3. 原子量 H : 1.00, C : 12.0, N : 14.0, O : 16.0, Na : 23.0, Cl : 35.5, Ca : 40.0,  
Cu : 63.5, Ag : 108

**1** 次の文を読み, 問に答えよ。

神経伝達物質の主なものには, アセチルコリン, アミノ酸, モノアミンなどがある。

アセチルコリンは膜脂質の成分であるコリンから合成される。ヒトは主に植物で合成されたコリンを食事から摂取している。植物中でのコリンの合成は, アミノ酸( 1 )を脱炭酸(脱炭酸の例を図1に示す), 図2に示すエタノールアミンにし, 次いで, 窒素原子に結合している3つの水素原子を順次メチル基で置換していくことによって合成される。ここでメチル基供与体には図3に示す分子が利用される。この分子(図3)はヒトの生体内で合成することもでき, その際にはアミノ酸( 2 )とヌクレオシド( 3 )を材料として合成される。コリンをアセチル化して生成されるアセチルコリンは, 神経伝達物質として神経末端で放出される。そしてアセチルコリン受容体に結合しシグナル伝達をした後, アセチルコリンは速やかにアセチルコリンエステラーゼ<sup>a</sup>の作用で分解される。コリンは再び神経細胞に取り込まれ, アセチルコリンの合成材料となる。

神経伝達アミノ酸としては $\gamma$ -アミノ酪酸<sup>b</sup>が知られている。神経末端での抑制性神経伝達物質の $\gamma$ -アミノ酪酸は, 神経細胞に含まれるグルタミン酸デカルボキシラーゼがグルタミン酸に作用して合成される。

また, 神経伝達モノアミンとしてはセロトニン(5-ヒドロキシトリプトミン)が知られている。セロトニンと概日リズム(体内時計)を形成するホルモンのメラトニン(*N*-アセチル-5-メトキシトリプトミン)は, アミノ酸( 4 )を材料とし数種の付加反応と脱炭酸反応を含んだ図4の経路で合成される。

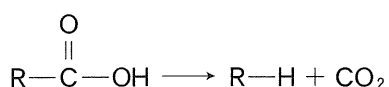


図1

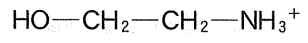


図 2

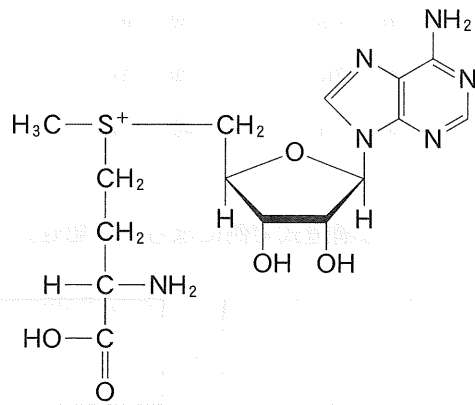


図 3

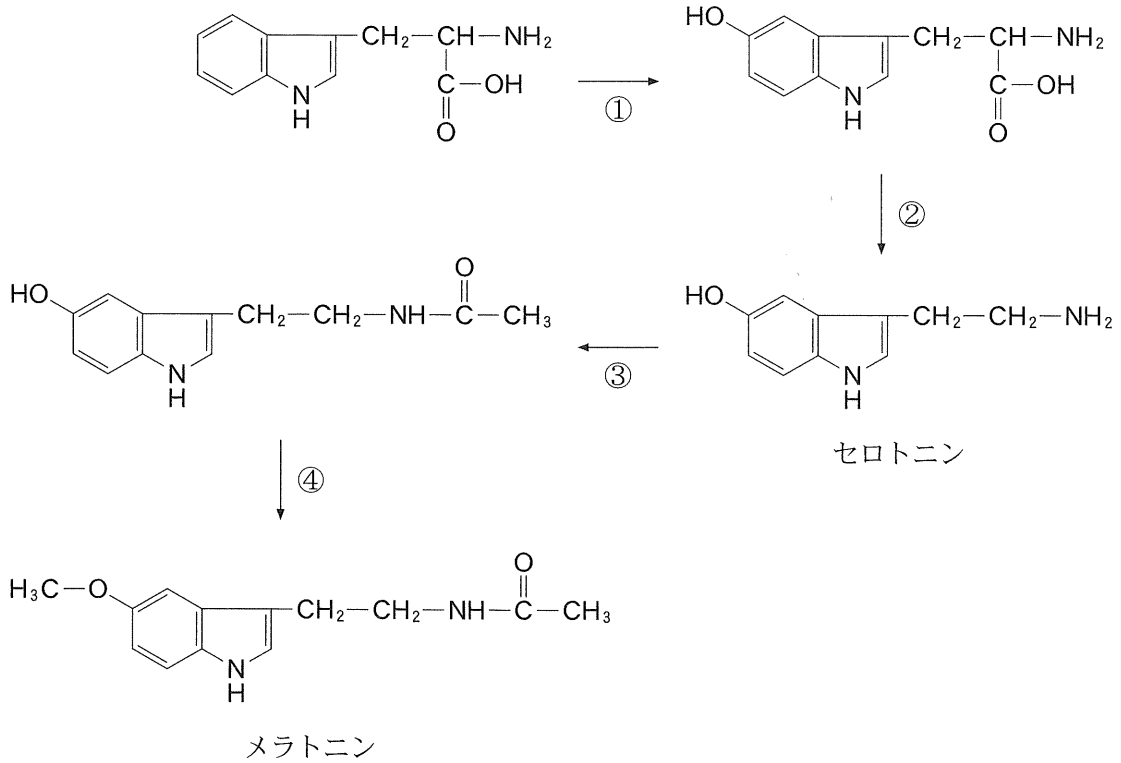


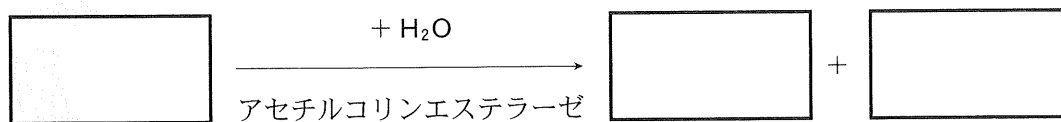
図 4

問 1 ( 1 )( 2 )( 4 )に当てはまるアミノ酸は何か。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 ( 3 )に当てはまる分子の名称を記せ。

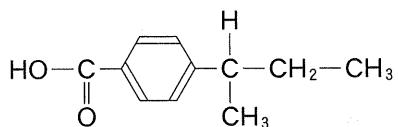
問 3 下線部 a の化学反応式を完成させよ、反応式中の分子は構造式で例にならって記せ。



問 4 下線部 b の構造式を例にならって記せ。

問 5 図 4 の①～④の反応はメチル化、アセチル化、ヒドロキシ化、脱炭酸反応のどれか、それぞれ記せ。

構造式の例



2

次の文を読み、問いに答えよ。

ヒトはATPをエネルギー源としている。ATPは筋肉収縮の直接的なエネルギー源であるが、細胞内では余剰に保持することができないため、持続的な筋肉運動を行う場合には、ATP→ADPとなったものは、図1に示す機構によりクレアチンリン酸からADPにリン酸が渡されATPに戻ることで筋肉運動を持続することができる。クレアチンの合成は以下のごとく行われる。まず始めに腎臓で、図2に示すアミノ酸(1)のアミジノ基をアミノ酸(2)に移動させ、グアニジノ酢酸とオルニチンを合成する。グアニジノ酢酸に肝臓で(3)が移動されてクレアチンとなる。クレアチンは筋肉や脳などのエネルギー要求の高い組織に取り込まれ、リン酸化されクレアチンリン酸となり、エネルギー貯蔵化合物となる。クレアチンとクレアチンリン酸は自然に環状のクレアチニンとなり尿中に排泄される。クレアチニンは腎臓の糸球体を通ずるとほぼ100%が細尿管(尿細管)へとろ過され(こし出され)、ろ過後は細尿管からほとんど再吸収されない。この性質を利用して、糸球体での血液のろ過量を求めることができる。あるヒトの糸球体でろ過した血液の量を求めるために、24時間の尿を回収し、以下の数値を得た。

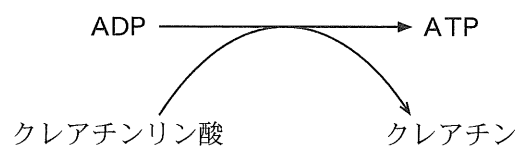
24時間尿量：1500 mL

回収した尿のクレアチニン濃度 52 mg/dL

血液中のクレアチニン濃度 1.2 mg/dL

アミノ酸(1)はクレアチンの材料となる以外に、尿素サイクルの中間体となっている。尿素サイクルにおいては、アミノ酸(1)が加水分解され、オルニチンと**尿素**を生じる。アミノ酸(1)は一酸化窒素(NO)シンターゼの働きでNO合成の材料ともなる。NOは生体内で重要なシグナル分子として、血管に作用して血圧を調節したり、血液凝固を制御するなど多彩な生理機能を有する。NOは実験室では、銅と希硝酸を利用して合成することができる。また、NOはアンモニアの酸化によって硝酸を合成するオストワルト法の中間体としても生じる。約800℃に加熱した白金網にアンモニアと酸素を混合したものを接触させてNOを産生させる。産生したNOとO<sub>2</sub>を含む混合気体を冷却すると自動酸化されてNO<sub>2</sub>となる。NO<sub>2</sub>を水に吸収させると硝酸とNOがつくられる。生じたNOは再び酸化させ硝酸の合成に利用されるため、原料としたアンモニアはすべて硝酸となる。

図1



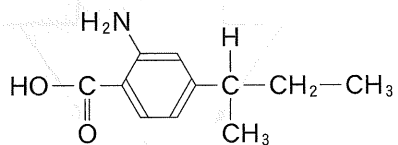




問 9 原料として 100 mol のアンモニアを使用したオストワルト法で、原料としたアンモニアの窒素のすべてが硝酸となった際、オストワルト法の反応全体に必要な酸素の量〔mol〕を整数で記せ。

問10 NO, NO<sub>2</sub>, アンモニア, 硝酸, それぞれの窒素原子の酸化数を記せ。

構造式の例



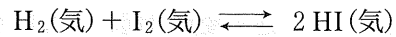
## 化 学 (その2)

3 以下の問題に答えよ。

- 問 1 面心立方格子を形成する金属である銅の、単位格子の1辺の長さを  $3.62 \times 10^{-8}$  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。
- 問 2 4.0 Lの密閉容器に、27 °Cにおいて19.2 gの酸素と19.6 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、気体定数  $R = 8.31 \times 10^3 \text{ Pa}\cdot\text{L}/(\text{K}\cdot\text{mol})$  とする。
- 問 3 メタンとプロパンの混合気体 92 g を完全に燃焼させたところ、二酸化炭素と水が3 : 5の物質比(モル比)で得られた。生成した二酸化炭素は何 g か。整数で答えよ。小数点以下の数値が出た場合には四捨五入せよ。
- 問 4 0.10 mol/Lの塩酸 400 mLと0.20 mol/Lの水酸化カリウム水溶液 250 mLを反応させた。この反応で放出される熱量は何 kJ か。小数点以下第2位まで求めよ。第3位以上の小数点以下の値が出た場合には四捨五入せよ。ただし、塩化水素(塩酸)および水酸化カリウムは、水溶液中では完全に電離しており、強酸と強塩基の中和熱は56.5 kJ/mol とする。
- 問 5 炭酸ナトリウム( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ )と、水酸化ナトリウム( $\text{NaOH}$ )の混合液 20 mLに対して、0.10 mol/Lの希塩酸( $\text{HCl}$ )を用いて滴定をおこなったところ、第1中和点までに30 mLを要した。引き続き希塩酸( $\text{HCl}$ )の滴下を続けた結果、合計40 mLを要したところで第2中和点に達した。混合液に含まれていた炭酸ナトリウムと水酸化ナトリウムの濃度はそれぞれ何 mol/L か。四捨五入のうえ有効数字2桁で答えよ。
- 問 6 0.50 mol/Lの酢酸水溶液とある濃度の酢酸ナトリウム水溶液を体積比5 : 1の割合で混合してpH 4.0の緩衝液を調製する場合の酢酸ナトリウム水溶液の濃度[mol/L]を四捨五入のうえ有効数字2桁で答えよ。ただし酢酸の電離定数  $K_a = 1.80 \times 10^{-5}$  mol/L とする。
- 問 7 ある条件において、物質の生成熱が表のようになるとき、水の蒸発熱は44 kJ/molであった。この時のアセチレンの燃焼熱[kJ/mol]を整数で答えよ。小数点以下の数値が出た場合には四捨五入せよ。ただし水は液体として生じるものとする。

物 質	生成熱 (kJ/mol)
$\text{H}_2\text{O}$ (気体)	242
$\text{CO}_2$ (気体)	394
$\text{C}_2\text{H}_6$ (気体)	84
$\text{C}_2\text{H}_4$ (気体)	- 52
$\text{C}_2\text{H}_2$ (気体)	- 228

問 8 1.0 L の密閉容器に水素 2.0 mol, ヨウ素 2.0 mol を入れ, ある一定温度に保つと, 下記の反応が起こり平衡状態になった。



この温度における上記の反応式の平衡定数が 64 であるとき, 生成したヨウ化水素は何 mol か。四捨五入のうえ有効数字 2 桁で求めよ。

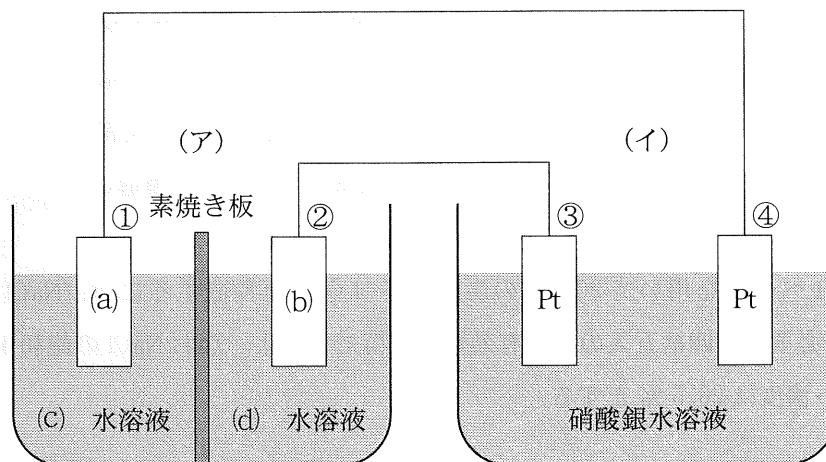
問 9 1.50 mol/L の塩酸 300 mL に 9.25 g の水酸化カルシウムを入れてすべてを溶かした。ある濃度の水酸化ナトリウム水溶液を 400 mL 加えたところ, 溶液は過不足なく中和された。加えた水酸化ナトリウム水溶液の濃度 (mol/L) を四捨五入のうえ有効数字 2 桁で答えよ。

問10 ソルベー法では下記の反応式を応用して炭酸ナトリウムを製造している。



ソルベー法を用いて 200 kg の炭酸ナトリウムを製造するには, NaCl の飽和水溶液は何 kg 必要か。四捨五入のうえ有効数字 3 桁で答えよ。なお NaCl の飽和水溶液の質量パーセント濃度は 26.5 % とする。

- 4 図のように水槽(ア)において作成したダニエル電池を電源とする電気分解装置を用いて電解槽(イ)の硝酸銀水溶液を電気分解したところ、白金電極板③から 0.12 g の気体が発生した。以下の問に答えよ。なお、各水溶液は十分に濃く、電解反応の途中変更は起こらないものとし、ファラデー定数  $F = 9.65 \times 10^4 [\text{C/mol}]$  とする。



- 問 1 水槽(ア)のダニエル電池の電極板①, ②に用いられる金属をそれぞれ元素記号で答えよ。
- 問 2 水槽(ア)のダニエル電池において素焼き板で区切られた水槽内の水溶液 c および d の名称を答えよ。
- 問 3 電解槽(イ)の白金電極板③で発生した気体を分子式で答えよ。
- 問 4 流れた電気量は何 C か。四捨五入のうえ有効数字 3 桁で答えよ。
- 問 5 ダニエル電池の電極板②では質量が変化している。質量は何 g 変化したか、四捨五入のうえ有効数字 3 桁で答えよ。なお、電極板の変化は“増加”あるいは“減少”で答えよ。
- 問 6 電解槽(イ)の白金電極板④では銀(Ag)が析出した。析出した銀(Ag)の質量(g)を小数点以下第 2 位で答えよ(第 3 位以上の小数点以下の値が出た場合には四捨五入せよ)。

# 生 物 (その1)

1 次の文章を読み、以下の問いに答えなさい。

1 個の腎臓には約 100 万個のネフロン(腎単位)がある。各ネフロンは、( ① )とこれを包み囲む( ② )、( ② )につながる細尿管(腎細管)で構成される。( ① )と( ② )を合わせて( ③ )とよばれる。血しょうは( ① )でろ過され、( ② )に入る。( ② )にこし出された「ろ液」は、原尿である。原尿は細尿管、続いて集合管へ送られる。この過程で、ろ液の一部の成分は細尿管周囲や集合管周囲にある( ④ )に再吸収される。一方、これらの( ④ )からはろ液中に物質の追加排出があり、最終的に尿となる。単位時間あたり、両側の腎臓に流入する血しょう量を腎血しょう流量とよび、両側の腎臓に流入する血液量を腎血流量とよぶ。

腎臓の排泄能力を示す指標にクリアランスがある。物質 X のクリアランスは、単位時間における、物質 X を完全に除去できる血しょうの量に相当する。ここで単位時間を 1 分としたとき、物質 X のクリアランスは次の式で示される。

$$\text{物質 X のクリアランス (mL/分)} = \frac{\text{X の尿中濃度 (mg/mL)} \times \text{尿量 (mL/分)}}{\text{X の血しょう中濃度 (mg/mL)}}$$

(ア)のみが行われ、(イ)も(ウ)もされない物質のクリアランスは、単位時間あたりの(エ)量の指標となる。このような物質にイヌリンがある。たとえば、イヌリンの血しょう中濃度が 0.1 mg/mL、尿中濃度が( ⑤ )mg/mL、尿量が( ⑥ )mL/分のとき、イヌリンの濃縮率は 120 倍、イヌリンのクリアランスは 132 mL/分となる。一方、グルコースは(ア)されるが、普段はそのほとんどすべてが(ウ)されるため、簡便な方法では尿中のグルコースは検出されない。グルコースの尿中濃度を 0 mg/mL とみなすと、グルコースのクリアランスは 0 mL/分となる。しかし、グルコースの血しょう中濃度が高まると、(ア)されたグルコースの量は(ウ)できる量を超えるため、グルコースが尿中に排出されるようになる。

問 1 文中の( ① )～( ④ )に適切な語句を入れなさい。

問 2 文中の(ア)～(ウ)に適切な語句を入れなさい。文中で使われている語句を使うこと。

問 3 単位時間当たりの量の比較において、腎血しょう流量、腎血流量、尿量、(エ)量、これら四つを左から多い順に並べなさい。なお、(エ)は文中で使われている適切な語句に置き換えること。

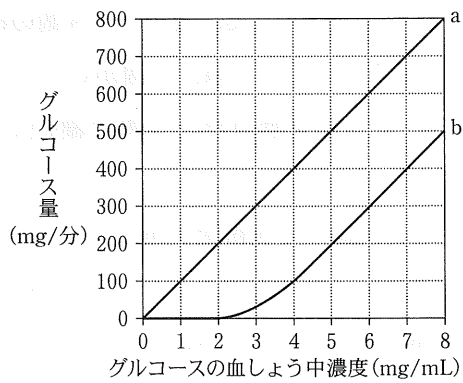
問 4 文中の( ⑤ )と( ⑥ )に適切な数字を入れなさい。

問 5 下線部の条件のとき、(ウ)された液量は(ア)された血しょう量の何%か。四捨五入して整数で答えなさい。

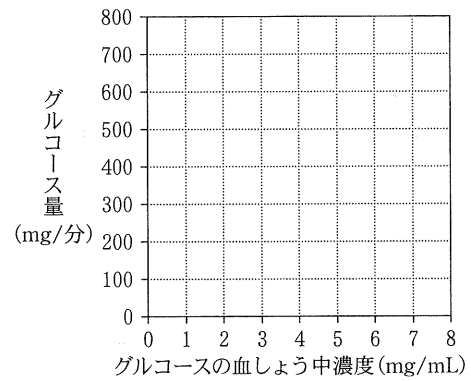
問 6 図 A は、原尿量が一定の条件下で、グルコースの血しょう中濃度を実験的に変化させ、そのときの原尿中に出てくるグルコース量(mg/分、a 線)と尿中に出てくるグルコース量(mg/分、b 線)を示したものである。

- (1) (ウ)されるグルコース量(mg/分)を示す c 線を図 B に描きなさい。フリーハンドで丁寧に描けばよい。
- (2) 原尿量(mL/分)はいくらか。
- (3) グルコースの血しょう中濃度が 5 mg/mL のとき、グルコースの尿中濃度が 40 mg/mL であった。このとき、尿量(mL/分)はいくらか。

A



B



2 次の(1)と(2)の文章を読み、以下の問いに答えなさい。

(1) 植物は栄養器官である根、茎、葉の基本的な器官で構成される。成長が進むと生殖器官である花を形成する。植物は子孫をつくるために花から種子をつくる。被子植物では、おしべの中で花粉がつくられ、めしべの中で(ア)がつくられる。

おしべの先端のやくの中では、花粉母細胞が減数分裂を行い、花粉四分子ができる。それぞれの花粉四分子はさらに分裂して、花粉管核をもつ花粉管細胞と雄原核をもつ雄原細胞となる。細胞質の少ない雄原細胞は細胞質の多い花粉管細胞の中に取りこまれた状態となり、これらはやがて成熟して花粉となる。一方、子房内にある(イ)では、(ウ)が減数分裂を行って4個の娘細胞が生じる。このうち小さな3個は退化し、大きな1個が(エ)として残る。(エ)は(オ)回の(カ)を行い、8個の核が生じる。そのうち6個の核のまわりは仕切られて細胞化し、1個が卵細胞の核、2個が(キ)の核、3個が(ク)の核となる。残りの2個は(ケ)の極核となる。このような8個の核と7個の細胞の集まりを(ア)という。

花粉はめしべの柱頭につくと発芽して(ア)に向かって花粉管を伸ばす。雄原細胞は花粉管の中で分裂し、2個の(コ)となる。花粉管が(ア)に達すると、花粉管の中を移動してきた(コ)の1個が卵細胞と受精し、受精卵となる。もう1個の(コ)は(ケ)と融合する。

問1 文中の(ア)～(コ)に適切な語句を入れなさい。

問2 減数分裂によって生じる細胞について、動物と被子植物の違いを50字以内で説明しなさい。

問3 花粉母細胞から(コ)になるまでの一連の細胞における核1個あたりのDNA量(相対値)の変化の様子を図示しなさい。図1にはあらかじめ一部が描かれているので、その続きを描くこと。フリーハンドで丁寧に描けばよい。

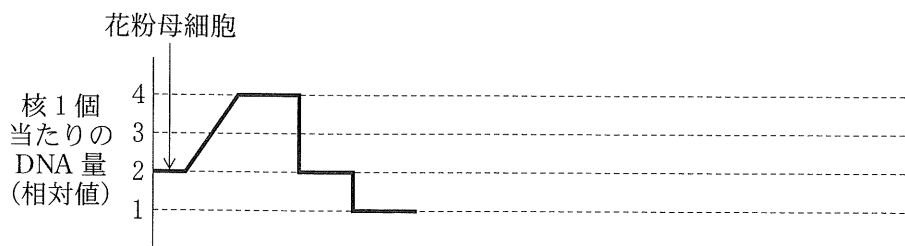


図1

(2) 被子植物の花は、外側から内側に向かって、がく片、花弁、おしべ、めしべの順に同心円状に配置されている。図2の左は野生型のシロイヌナズナの花を上から見た模式図である。図2の右は花器官形成に関わる調節遺伝子の発現領域を示す。例えば、野生型のシロイヌナズナの領域2には花弁がつくられている。花の形態分化のしくみを説明するABCモデルによると、それぞれの領域に花のどの部分がつくられるかは、クラスA、クラスB、クラスCとよばれる3つのクラスの調節遺伝子の組み合わせによって制御されている。クラスAの遺伝子が単独ではたらくとがく片、クラスAとBの遺伝子がはたらくと花弁、クラスBとCの遺伝子がはたらくとおしべ、クラスCの遺伝子が単独ではたらくとめしべの分化を誘導する。ただし、クラスAとクラスCは互いの発現を抑制し、領域を争う関係にある。

問4 特定のクラスの遺伝子がはたらかないと花の形態変化が起こる。そこで、(a)~(c)の場合に花器官の領域3には何がつくられるか書きなさい。

- (a) クラスAの遺伝子がはたらかない場合
- (b) クラスBの遺伝子がはたらかない場合
- (c) クラスCの遺伝子がはたらかない場合

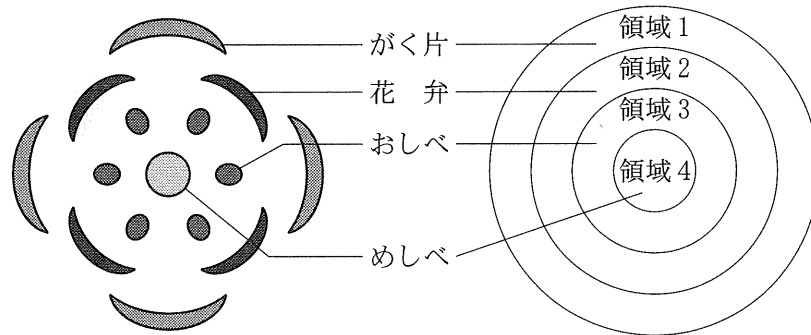


図2



## 生 物 (その2)

3 両生類の発生についての文章を読み、以下の設問に答えなさい。

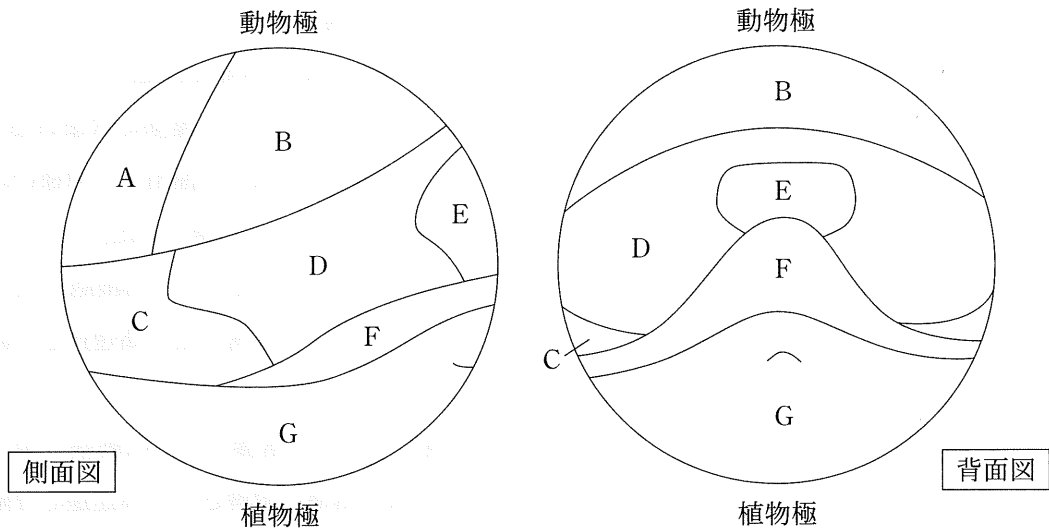
胞胚期を過ぎると、胚の表面の細胞が内部に陥入する場所が出来る。これを(ア)と呼ぶ。(ア)の動物極側の部分は(イ)と呼ばれる。(イ)の細胞群は、胚の内部に陥入すると、動物極方向に向かって胚表面を裏打ちしながら移動する。(ア)の植物極側の細胞群も、胚の内部に入り込み、胚の内部に新たな腔所である(ウ)を形成する。胚の外側の細胞群は、動物極側から胚を包み込む。この時期の胚を(エ)と呼ぶ。

(ウ)の形成が終わる頃、胚の背側表面が正中線に沿って平らになり、(オ)を形成する。やがてその左右両側の周縁が、正中線に向かってせり出して(カ)ができ、左右からせり出した縁が正中線で閉鎖すると(キ)となる。この時期の胚を(ク)と呼ぶ。

問 1 空欄(ア)~(ク)に適切な語句を入れなさい。

問 2 下線(a), 下線(b), 下線(c)の細胞群はそれぞれどの胚葉になるか答えなさい。

問 3 胞胚期の終わり頃の胚表面の各部位が、将来どのような組織に分化するのかを調べるため、胚表面の様々な部分の細胞を染色色素で標識し、その後に細胞がどの組織になったかを調べた。その結果、下図が得られた。



- (1) この図を何と呼ぶか。
- (2) この実験を行った学者の名前を書きなさい。
- (3) 次の器官や組織は、図の A～G のどれから生じるか。それぞれ 1 つずつ選び、A～G の記号で答えなさい。  
 ① 心臓      ② 骨格筋      ③ 肝臓      ④ 網膜      ⑤ 角膜

問 4 下線(d)の現象について以下の設問に答えなさい。

- (1) 下線(d)の現象は、問 3 の図の A～G のどの部分で起きているか。
- (2) 下線(d)の現象は、移動してきた(イ)の細胞群の何と呼ばれる作用で引き起こされているか。
- (3) その場合の(イ)の細胞群のことを何と呼ぶか。
- (4) 最近、下線(d)の現象の分子的機序が明らかとなってきた。それによると、胚の背側表面の細胞が分泌する物質 A と移動してきた(イ)の細胞が分泌する物質 B が役割を果たしている。物質 A と物質 B は、どのように働いて下線(d)の現象が起きるか。物質を A と B、胚の背側表面の細胞を X、(イ)の細胞を Y として、A、B、X、Y の記号を用いて 80 字以内で説明しなさい。
- (5) 物質 A と物質 B の名称を 1 つずつ答えなさい。

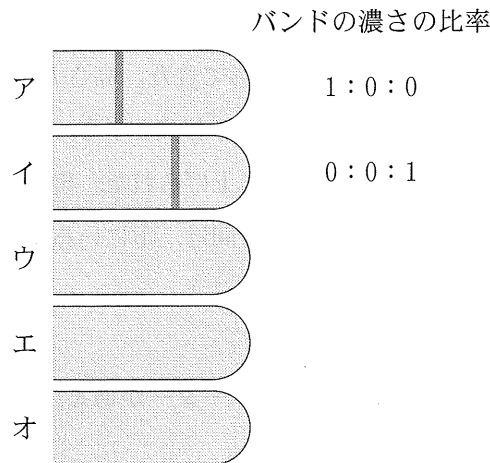
- 4 大腸菌を使ったデオキシリボ核酸(DNA)の実験についての説明と図を見て、以下の設問に答えなさい。

(実験の説明)

- ① 通常の  $^{14}\text{NH}_4\text{Cl}$  を含む培地で培養された一定数の大腸菌から DNA を抽出し、塩化セシウム ( $\text{CsCl}$ ) 溶液に溶解させて高速遠心分離を行うと(ア)のバンドが得られた。
- ② 次にこの大腸菌を  $^{15}\text{NH}_4\text{Cl}$  を含む培地で何代も培養し、DNA の塩基に含まれる  $^{14}\text{N}$  をほとんどすべて  $^{15}\text{N}$  に置き換えた。①と同数のこの大腸菌から DNA を抽出し、同様の塩化セシウム ( $\text{CsCl}$ ) 溶液に溶解させて高速遠心分離を行うと(イ)のバンドが得られた。
- ③ ①と同数の②の大腸菌を  $^{14}\text{NH}_4\text{Cl}$  を含む培地にもどして培養し、1回細胞分裂した直後の大腸菌すべての DNA を抽出し、塩化セシウム ( $\text{CsCl}$ ) 溶液に溶解させて高速遠心分離を行うと(ウ)のバンドが得られた。
- ④ ①と同数の②の大腸菌を  $^{14}\text{NH}_4\text{Cl}$  を含む培地にもどして培養し、2回細胞分裂した直後の大腸菌すべての DNA を抽出し、塩化セシウム ( $\text{CsCl}$ ) 溶液に溶解させて高速遠心分離を行うと(エ)のバンドが得られた。
- ⑤ ①と同数の②の大腸菌を  $^{14}\text{NH}_4\text{Cl}$  を含む培地にもどして培養し、3回細胞分裂した直後の大腸菌すべての DNA を抽出し、塩化セシウム ( $\text{CsCl}$ ) 溶液に溶解させて高速遠心分離を行うと(オ)のバンドが得られた。

分裂・増殖した大腸菌は、すべてを回収して DNA を抽出し、回収した DNA のすべてを遠心分離にかけたものとする。出現する DNA のバンドは、(ア)と(イ)の位置の他、その中間部に出現することが想定される。また、バンドは含まれる DNA の量によって濃淡の違いが表れる。(ア)と(イ)のバンドの濃さを1として、3本のバンドの位置を、表層(左)から深層(右)の順に  $x:y:z$  として表すと、バンドの濃さの比率は、図のように(ア)では  $1:0:0$ 、(イ)では  $0:0:1$  と表される。

問 1 (ウ)から(オ)の DNA のバンドはどの位置に出現するかを(ア)と(イ)にならって図示しなさい。また、バンドの濃さの比率を(ア)と(イ)にならって右に書きなさい。なお、濃さの比率を表す数字は、(ア)と(イ)のバンドの濃さを 1 として、出現する DNA のバンドの濃さを整数比で書きなさい。



問 2 (1) この実験を行った 2 人の学者の名前を書きなさい。

(2) この実験結果からわかる DNA の複製の特徴を何というか。

問 3 DNA の複製について、以下の文章の空欄(カ)~(コ)に適切な語句を入れなさい。

DNA の複製は、まず、DNA ヘリカーゼという酵素によって 2 重らせん構造の一部がほどかれ、(カ)と呼ばれる酵素が(キ)に結合して始まる。真核細胞の場合、ゲノムは複数の線状の 2 本鎖らせん状 DNA から成り、その複製は端から始まるのではなく、複数の(キ)から両方向性に DNA 合成が進んでいく。2 本鎖が開かれる方向と同じ方向に合成されていく鎖を(ク)、逆向きに合成される鎖を(ケ)と呼ぶ。(ケ)は断片状に合成される。この断片は発見者の名前をとり(コ)と呼ばれる。

問 4 DNA 合成の説明について、正しければ○、誤っていれば×を記しなさい。

- ① DNA の合成とは、ヌクレオチド鎖が伸長する反応である。( )
- ② ヌクレオチド鎖が伸長する時、酸化的リン酸化反応が進行する。( )
- ③ 合成に使われるヌクレオチドには、3 つのリン酸基がついている。( )
- ④ 3' の炭素に、隣接するヌクレオチドの 5' のリン酸が結合する。( )
- ⑤ 新たに合成された DNA は、始め 1 本鎖として存在する。( )

問 5 DNA は、化学物質や紫外線、放射線などによって損傷を受けると複製や転写が行われなくなるが、細胞にはそれを修復する機構がある。その修復機構について、関係する 3 つの酵素名を含めて、80 字以内で説明しなさい。

# 物 理 (その 1)

1 以下の問いに答えなさい。

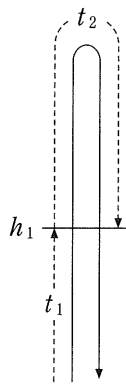
A

- (1) 地上から小さな物体が鉛直上方に打ち上げられた。図のように時間  $t_1$  に、高さ  $h_1$  に達し、さらに  $t_2$  の時間経過後、同じ高さに落ちてきた。高さ  $h_1$  を重力加速度の大きさ  $g$  と  $t_1$ ,  $t_2$  を使って表しなさい。空気抵抗は無視できるものとする。
- (2) 地上から小さな物体が鉛直上方に打ち上げられた。再び最初の地点に戻ってくるまでに、最高点の高さの  $\frac{1}{2}$  の高さより上にいる時間は、下にいる時間の何倍か答えなさい。空気抵抗は無視できるものとする。

B

大きさ  $a$  の加速度で上昇しているエレベーターがある。このとき以下の問いに答えなさい。ただし重力加速度の大きさを  $g$  としなさい。

- (1) エレベーターの床に設置された体重計に質量  $m$  の物体が載っている。体重計の示す値はいくらか。
- (2) エレベーターの天井に、伸び縮みしない長さ  $l$  のひもに質量  $m$  の小さいおもりをつり下げて単振り子とした。振幅の小さい単振動をさせる。単振り子の周期はいくらか。
- (3) エレベーターの天井に、バネ定数  $k$  のごく軽いバネをつり下げ質量  $m$  のおもりをつり下げて鉛直バネ振り子とした。振幅の小さい単振動をさせる。バネ振り子の周期はいくらか。

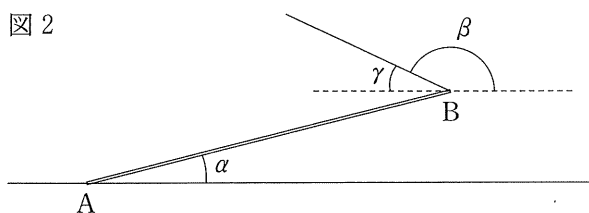
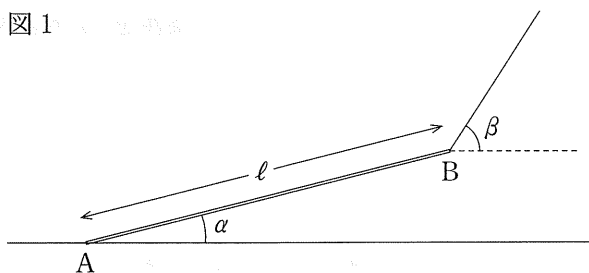


図

2

図1に示すように長さ  $l$ 、重さ  $W$  の棒 AB の一端 A を水平な床に置き、他端 B にひもを付けてつり下げた。棒は密度が一様ではなく、その重心は A 端から  $a$  の距離にある。棒とひもは水平とそれぞれ角度  $\alpha$  と角度  $\beta$  をなしてつり合った。床と棒の間の静止摩擦係数は  $\mu$  であった。図1においてひもの張力を  $K$ 、A 端における床からの垂直抗力の大きさと静止摩擦力の大きさをそれぞれ  $N$ 、 $f$  とする。また  $0 < \alpha < \beta$  である。このとき以下の問いに答えなさい。

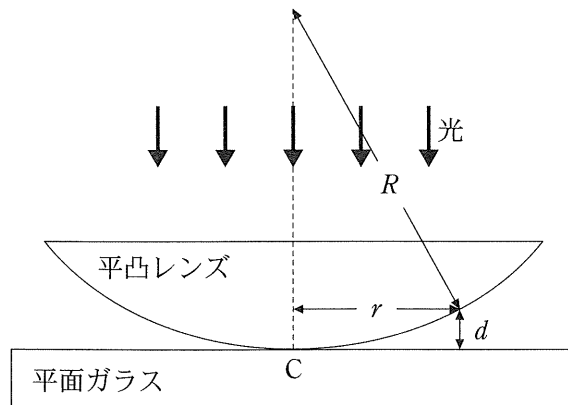
- (1) 棒の鉛直方向の力のつり合いの式を  $K$ 、 $N$ 、 $W$ 、 $f$ 、 $\alpha$ 、 $\beta$  の中の適当な物理量を使って表しなさい。
- (2) 棒の水平方向の力のつり合いの式を  $K$ 、 $N$ 、 $W$ 、 $f$ 、 $\alpha$ 、 $\beta$  の中の適当な物理量を使って表しなさい。
- (3) 棒の B 端のまわりの力のモーメントがつり合っている式を  $l$ 、 $a$ 、 $K$ 、 $N$ 、 $W$ 、 $f$ 、 $\alpha$ 、 $\beta$  の中の適当な物理量を使って表しなさい。
- (4) 一定の  $\alpha$  に対して  $\beta = \frac{\pi}{2}$  としたとき棒とひもはつり合った。このときの  $f$  と  $K$  の大きさをそれぞれ  $f_1$ 、 $K_1$  と置く。長さ  $a$  を  $l$ 、 $W$ 、 $K_1$ 、 $f_1$  の中から適当な物理量を使って表しなさい。
- (5) 上の設問(4)の状態では  $\beta$  を  $\frac{\pi}{2}$  から静かに小さくしていったところ、ある角度になって棒は右方向に滑り始めた。このときの  $\tan \beta$  の値を  $K_1$ 、 $W$ 、 $\mu$ 、 $\tan \alpha$  を用いて表しなさい。
- (6) 次に棒とひもを最初の状態に戻し、 $\beta$  を  $\frac{\pi}{2}$  から静かに大きくした(図2参照)。ある角度になったとき棒が左方向に滑り始めた。図2に示すように  $\gamma = \pi - \beta$  として角度  $\gamma$  を定義したとき、このときの  $\tan \gamma$  の値を  $K_1$ 、 $W$ 、 $\mu$ 、 $\tan \alpha$  を用いて表しなさい。



## 物 理 (その 2)

3 下図のように平面ガラスの上に、一方が平面で、他方が大きな曲率半径  $R$  の球面の平凸レンズを重ね、上方から一定の波長  $\lambda$  の単色光をあてて上から見ると、平面ガラスとレンズの接触点  $C$  を中心とする同心円状の縞模様が観察される。円の半径を  $r$  とし、その位置でのレンズと平面ガラスとの間の空気層の厚さを  $d$ 、空気の屈折率を 1.00 とする。また、 $d$  は  $R$  に比べて十分に小さいとする。以下の問いに答えなさい。なお、 $|a| \ll 1$  であるとき、近似式  $(1 \pm a)^k \approx 1 \pm ka$  (復号同順) が成立することを使いなさい。

- (1) 平凸レンズの中央部は明るく見えるか、暗く見えるか。
- (2) 赤色の光を当てた時と、緑色の光を当てた時とでは、同じ  $m$  番目の明環の半径  $r$  はどちらが大きいか、あるいは同じか。
- (3) 次に、平面ガラスの下から単色光を当てた。レンズの上から見た場合、見え方はどうなるか。20 字以内で答えなさい。
- (4) 再び光を上から当てた。 $\lambda = 640 \text{ nm}$  の光を用いたところ、 $r = 2.00 \text{ mm}$  の位置に中心から 2 番目の明環が見えた。平凸レンズの曲率半径  $R$  を求めなさい。なお、単位も記入しなさい。
- (5) 平凸レンズと平面ガラスとの間に満たした液体の屈折率が 1.40 の時、中心から数えて同じ  $m$  番目の暗環の半径  $r$  は、液体で満たす前の何倍になったか。必要であれば、 $\sqrt{1.40} = 1.18$  を用いてよい。
- (6) 平凸レンズと平面ガラスとの間に、屈折率  $n$  の液体を満たした。屈折率  $n$  がある条件の時、ニュートンリングが観察されなくなる。その条件を 30 字以内で答えなさい。



4

図1は、起電力3.0Vの電池、自己インダクタンス0.25Hのコイル、電気容量 $1.0\mu\text{F}$ のコンデンサーおよびスイッチ $S_1$ 、 $S_2$ を用いた直流回路である。最初は、2個のスイッチは開いていて、コンデンサーには電荷はなかった。このとき以下の問いに答えなさい。なお、単位も記入しなさい。

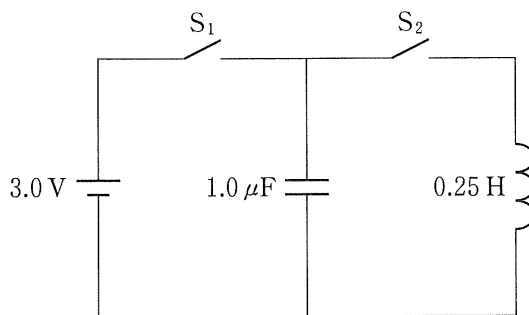


図1

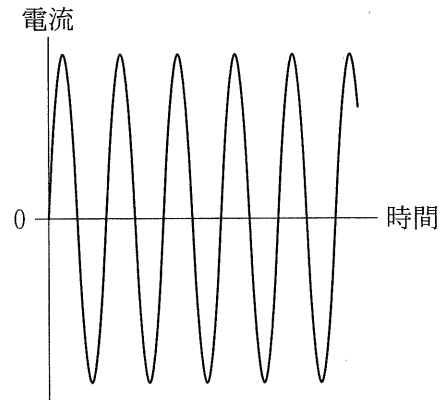


図2

- (1) スイッチ $S_2$ を開いたまま、スイッチ $S_1$ を閉じた。十分に時間が経過した後、コンデンサーに蓄えられた電気量と静電エネルギーを求めなさい。
- (2) その後スイッチ $S_1$ を開いて $S_2$ を閉じた。コンデンサーを流れる電流は図2のように振動した。この電流の最大値を求めなさい。
- (3) 設問(2)の電流の周波数を求めなさい。
- (4) コイルの長さは10 cmで、250回巻かれていた。コイルで発生する磁界の最大値を求めなさい。
- (5) 設問(2)の条件で、実際に実験したところ図3のように電流が変化した。このような変化を示した理由を40字以内で述べなさい。

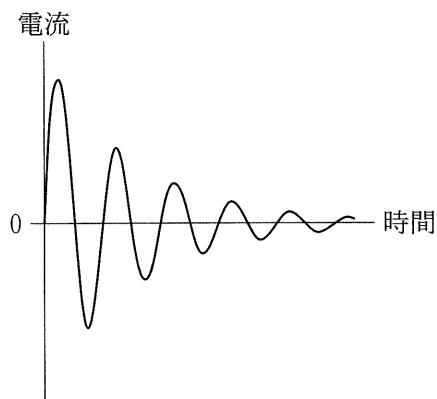


図3