

令和 8 年度入学試験問題

理 科

注 意 事 項

1. 指示があるまでこの冊子の中を見てはいけません。
2. 生物，物理，化学の中から 2 科目選択して解答しなさい。
3. 1 科目につき 1 枚の解答用紙を使用しなさい。
4. 解答用紙のマーク数字は，次の「良い例」のように，濃く正しく塗りつぶしなさい。正しく塗りつぶされていない場合，採点できないことがあります。

良い例……………●

悪い例……………⊙ ⊗ ⊕

5. 各解答用紙には解答欄の他に次の記入欄があるので，正確に記入しなさい。
 - ① 氏名欄……………氏名を漢字とフリガナで記入しなさい。
 - ② 受験番号欄……………6桁の受験番号を算用数字で記入し，マーク欄の数字を正しく塗りつぶしなさい。
 - ③ 解答科目欄……………解答する科目名を記入し，該当科目のマークを塗りつぶしなさい。
6. 解答方法は，問題の解答に対応した解答欄の数字を塗りつぶしなさい。

例えば

- ・

ア

 と表示のある解答欄に対して②と解答する場合，解答用紙の解答欄 ア の②を塗りつぶしなさい。
 - ・

ア

 と表示のある解答欄に対して③⑤⑦と解答する場合，解答用紙の解答欄 ア の③⑤⑦を塗りつぶしなさい。
7. この問題冊子の余白を下書きに用いて構いません。
 8. 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がついた場合は，手を上げて申し出なさい。
 9. 試験中に質問がある場合は，手を上げて申し出なさい。
 10. 試験終了後，この問題冊子は持ち帰りなさい。
 11. 途中退場は認めません。
 12. この冊子は，全部で 40 ページです。生物，物理，化学の順になっています。

目 次

生 物	1～22 ページ(問題 I～IV)
物 理	23～30 ページ(問題 I～III)
化 学	31～40 ページ(問題 I～IV)

生 物

I 以下の問いに答えよ。

問 1 細菌によりひきおこされる疾病を①～⑤から全て選べ。

- ① インフルエンザ ② エイズ ③ 結核
④ 破傷風 ⑤ マラリア

問 2 比較的個体数が少ないにもかかわらず、ある場所に生活する生物集団の種構成や個体群の密度などの安定に大きな影響力をもち、生態系で食物網の上位に位置する生物種のことを何というか、①～⑤から1つ選べ。

- ① キーストーン種 ② 極相樹種 ③ 生態的同位種
④ パイオニア種 ⑤ 優占種

問 3 遺伝的浮動に関する説明として最も適切なものを①～④から1つ選べ。

- ① 小さい集団よりも大きい集団でおこりやすい。
② 小さい集団の遺伝子頻度に大きな影響をもたらす。
③ 遺伝子プールを変化させるが遺伝子頻度は変化させない。
④ 生存に不利な遺伝子よりも生存に有利な遺伝子に生じやすい。

問 4 以下の記述のうち、正しくないものを①～④から1つ選べ。

- ① ヒトの赤血球の直径はおよそ $30\ \mu\text{m}$ ～ $50\ \mu\text{m}$ である。
② ヒトの眼はおよそ $400\ \text{nm}$ ～ $720\ \text{nm}$ の波長の光を受容できる。
③ ヒトの空腹時の血糖濃度は血液 $100\ \text{mL}$ あたりおよそ $70\ \text{mg}$ ～ $110\ \text{mg}$ である。
④ ヒトの神経細胞の静止電位は細胞外を基準とした場合、 $-60\ \text{mV}$ ～ $-70\ \text{mV}$ の値を示すことが多い。

問 5 DNA の非鋳型鎖の配列が $5'\text{-ATGACCATGATTACGGATTCA-}3'$ であるとき、これを含む領域から転写される RNA の配列として最も適切なものを①～④から1つ選べ。

- ① $5'\text{-TACTGGTACTAATGCCTAAGT-}3'$
② $5'\text{-TGAATCCGTAATCATGGTCAT-}3'$
③ $5'\text{-UACUGGUACUAAUGCCUAAGU-}3'$
④ $5'\text{-AUGACCAUGAUUACGGAUUCA-}3'$

問 6 光合成に関する記述として最も適切なものを①～④から1つ選べ。 カ

- ① 光リン酸化により NADPH が合成される。
- ② 植物の光合成の過程では水の酸化反応が起きる。
- ③ 光エネルギーによって単純な有機物から複雑な有機物を合成する。
- ④ シアノバクテリアは電子伝達系の出発物質として硫化水素を利用する。

問 7 古生代から中生代に起きたと考えられていることとして最も適切なものを①～⑤から1つ選べ。 キ

- ① 古生代に鳥類が出現した。
- ② 中生代には虫類が出現した。
- ③ 中生代に両生類が出現した。
- ④ 古生代に被子植物が出現した。
- ⑤ 古生代に三葉虫類が出現した。

問 8 生態系に関する記述として最も適切なものを①～④から1つ選べ。 ク

- ① 生物による生態系への影響を環境形成作用という。
- ② 中規模のかく乱が起きるとその結果として種数は減少する。
- ③ 環境アセスメントでは災害や人間活動による生態系のかく乱が調査される。
- ④ 人間が生態系から受けるさまざまな恩恵をまとめて生態系サービスという。

問 9 ヒトの体内に侵入した病原体を排除するための仕組みに関する記述として、最も適切なものを①～④から1つ選べ。 ケ

- ① 樹状細胞はリンパ球の一種であり、体内に侵入した異物を取り込み分解する。
- ② 血液中に侵入した病原体などの異物はひ臓でマクロファージにより除去される。
- ③ 活性化されたキラー T 細胞は感染細胞を認識し食作用によって特異的に排除する。
- ④ 好中球は、食作用により取り込んだ異物の一部を抗原提示する細胞の一つである。

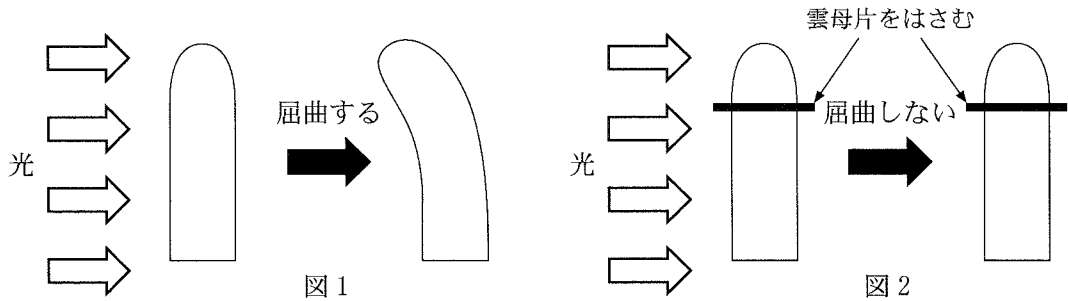
問10 マウスにおける二次卵母細胞の核相とその DNA 量として最も適切な組み合わせを①～⑧から1つ選べ。 コ

- A. 核相は n である。
 - B. 核相は $2n$ である。
 - C. G_1 期の体細胞の DNA 量を 1 とすれば、DNA 量は 0.5 である。
 - D. G_1 期の体細胞の DNA 量を 1 とすれば、DNA 量は 1 である。
 - E. G_1 期の体細胞の DNA 量を 1 とすれば、DNA 量は 2 である。
 - F. G_1 期の体細胞の DNA 量を 1 とすれば、DNA 量は 4 である。
- ① A, C ② A, D ③ A, E ④ A, F
⑤ B, C ⑥ B, D ⑦ B, E ⑧ B, F

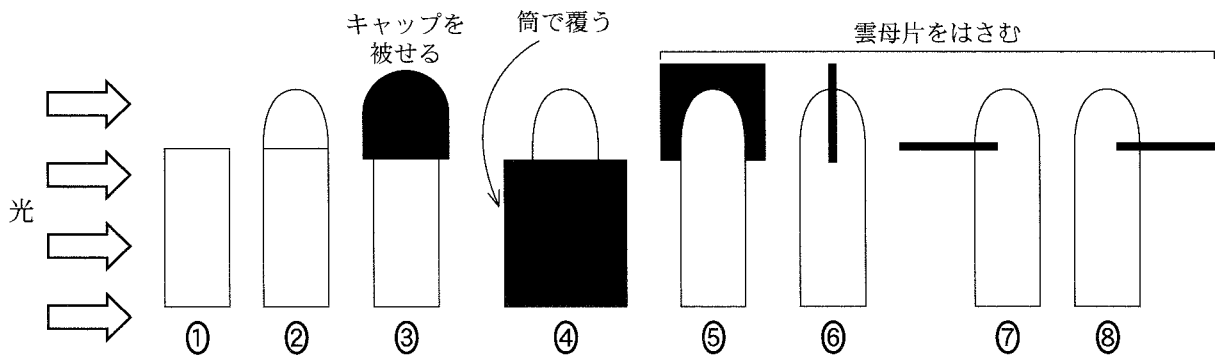
II 以下の問いに答えよ。

問 1 光屈性に関する以下の問いに答えよ。

- (1) マカラスムギの幼葉鞘に一方から光を当てると、成長に伴い幼葉鞘は光の方向に屈曲する(図1)。一方、先端部を切り取り間に雲母片をはさむと屈曲しなくなる(図2)



以下の①～⑧の処理をしたとき、屈曲が起こらなくなるのはどの処理をしたときか、屈曲しないものを①～⑧より全て選べ。



- ① 先端部を切り取る。
- ② 先端部を切り取りもとに戻す。
- ③ 先端部に光を通さないキャップを被せる。
- ④ 下部を光を通さない筒で覆う。
- ⑤ 先端に光の方向と平行に雲母片をはさむ。
- ⑥ 先端に光の方向と垂直に雲母片をはさむ。
- ⑦ 先端の下側に光の方向側だけに雲母片をはさむ。
- ⑧ 先端の下側に光の方向と反対側だけに雲母片をはさむ。

*使用する雲母片は1辺が幼葉鞘の直径より大きな正方形である。

(2) 植物の芽生えを水平におくと、茎は重力の方向と反対方向へ屈曲し、根は重力の方向に屈曲する(図3)。

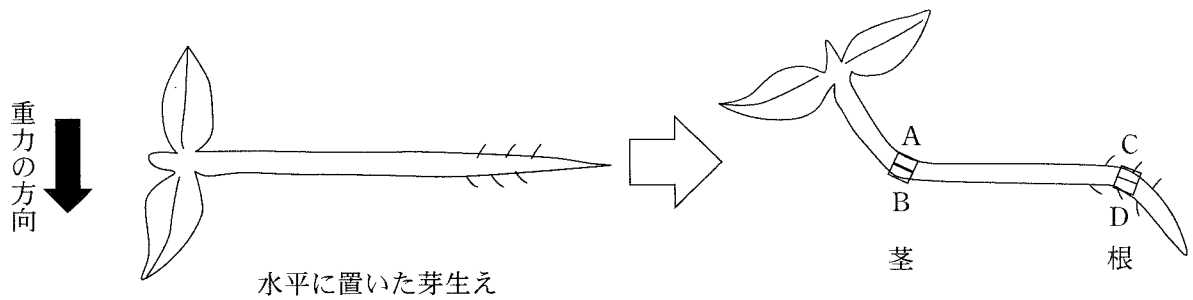
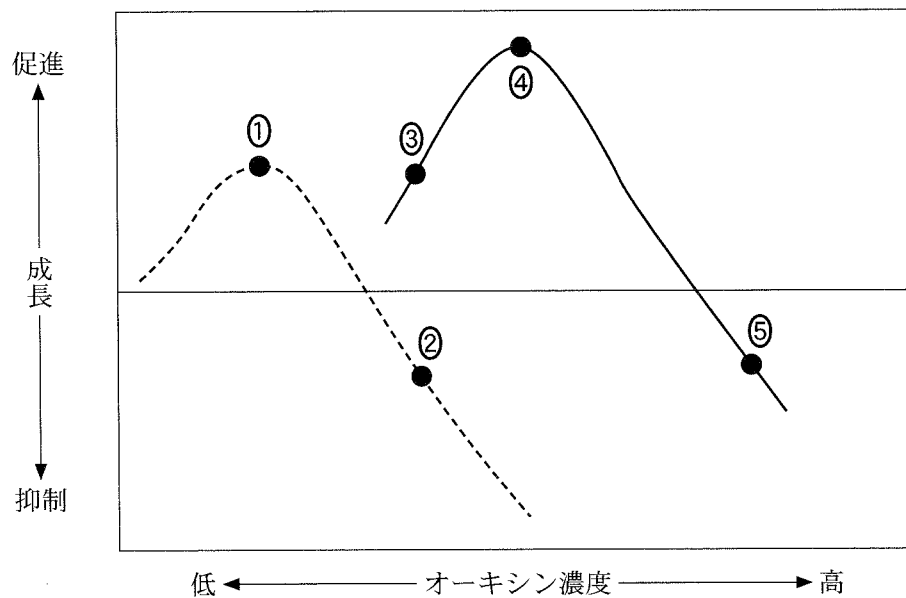


図3

この植物の茎、根の部位を切り取って、オーキシンの濃度を部位A~Dにおいて測定し、濃度をAとBおよびCとDで比較した。この結果として最も適切なものを①~④から1つ選べ。

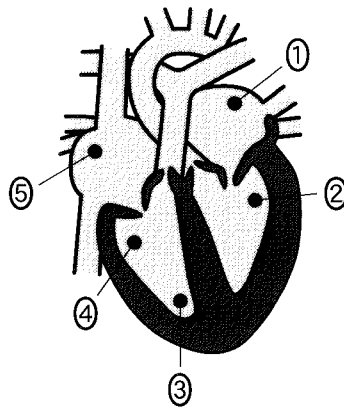
①	$A > B$	$C > D$
②	$A > B$	$D > C$
③	$B > A$	$C > D$
④	$B > A$	$D > C$

(3) 下図はオーキシン濃度が細胞に及ぼす効果を茎と根について模式的に示したものである。図3のCとDに相当するオーキシン濃度と細胞の成長を表しているのは図中の①~⑤のどれか、最も適切なものをそれぞれ1つ選べ。 C: D:

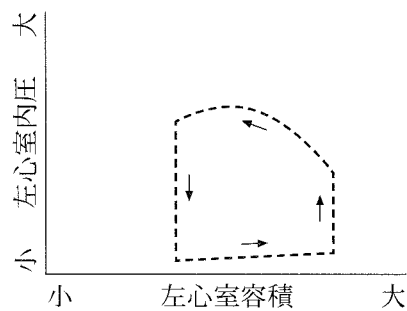


問 2 心臓に関する次の問いに答えよ。

- (1) 心臓では自律的に周期的な電気信号を発する特殊な細胞が集まった部分が、拍動のペースに関与している。下図は心臓の構造を模式的に表している。ペースメーカーのある位置として最も適切なものを図の①～⑤から1つ選べ。



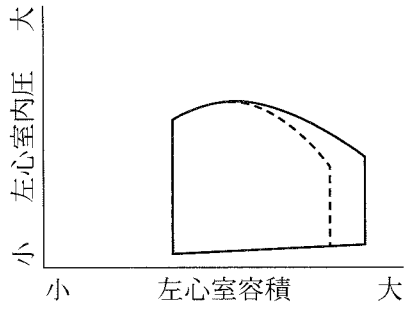
- (2) 心臓の心拍数と心収縮力は、神経によって調整されている。下図は心臓の収縮と弛緩の1サイクルにおける左心室の容積と圧力が変化する様子を模式的に表している。図中の矢印は変化する順を示している。



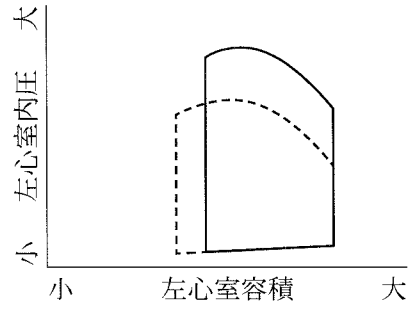
一般に心臓の収縮が強くなると一回の心拍出量も増える。図の状態のときよりも、心臓の収縮が強くなったときを表しているものとして最も適切なものを①～④から1つ選べ。点線は元の状態を示しているものとする。

カ

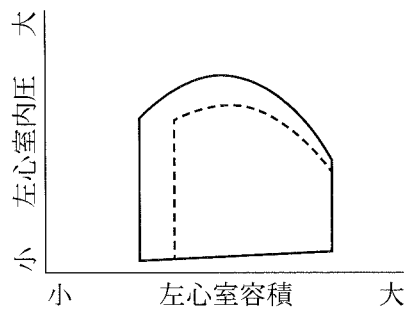
①



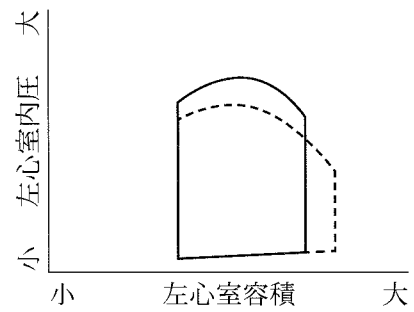
②



③



④



問 3 対立遺伝子として遺伝子 K と遺伝子 k が存在する生物集団 L には遺伝子型 KK, Kk, kk を持つ個体がそれぞれ 1296, 1008, 196 個体存在している。この集団ではハーディ・ワインベルグの法則が成り立っている。

(1) 生物集団 L の次世代の生物集団 M における遺伝子 K の遺伝子頻度を、小数第 3 位を四捨五入した値で答えよ。例えば、値が 0.123 の場合 . とせよ。 .

(2) 生物集団 L の次世代の生物集団 M において、遺伝子型 kk を持つ個体のみを人為的に取り除いた場合、生物集団 M における遺伝子 k の遺伝子頻度を、小数第 3 位を四捨五入した値で答えよ。例えば、値が 0.123 の場合 . とせよ。 .

問 4 ある動物に由来する細胞が培養されている。これら培養中の細胞の間で細胞周期は同調せず、それぞれ独立して活発に分裂を繰り返している。この培養細胞の細胞周期を調べるために、実験 1 と 2 を行った。

実験 1

通常の培地で培養中の細胞からランダムに 100 個の細胞を採取し、M 期の細胞の割合を調べた。これを 3 回行った。いずれの場合も、M 期の細胞の割合は 5 % であった。

実験 2

水素の放射性同位体 ^3H で標識されたチミジン (^3H -チミジン) は、通常のチミジンと同様に DNA 複製に用いられ、新たに合成される DNA に取り込まれる。

培地に、 ^3H -チミジンを加えた。短時間の培養により、すべての S 期の細胞は ^3H -チミジンを DNA に取り込んだ。細胞を洗浄し DNA に取り込まれていない ^3H -チミジンを除去し、 ^3H -チミジンがまったく含まれない通常の培地で培養を続けた。

^3H -チミジンを培地へ加えた時を 0 時間としたとき、6 時間後に ^3H -チミジンが含まれる M 期の細胞がはじめて観察され、そのような M 期の細胞の割合は増加し、やがて M 期の細胞全体の 100 % に達した後、10 時間後 (0 時間から数えて 16 時間後) に減少に転じた。その後も培養を続けたところ、 ^3H -チミジンが含まれる M 期の細胞が、0 時間から数えて 36 時間後に再び観察されるようになった。

この培養細胞が細胞周期の S 期と M 期を通過するのにかかる時間を、小数第 2 位を四捨五入して答えよ。例えば値が 1.23 の場合、

0

1

 .

2

 とせよ。なお、細胞の標識と洗浄は短時間で行われ、これに要した時間は無視できるものとする。また、細胞は増殖し続け死んだ細胞はなかった。

S 期

ス

セ

 .

ソ

 時間
M 期

タ

チ

 .

ツ

 時間

Ⅲ 神経筋標本に関する以下の問いに答えよ。

実験 1

カエルから座骨神経(軸索の束)をつけたまま腓腹筋(骨格筋)を取り出し、リンガー液に浸して生理的な環境に近い状態の神経筋標本を用意した。腓腹筋を筋収縮測定装置と接続し、筋収縮と膜電位を記録する実験系を準備した。電気刺激発生装置により神経を興奮させるのに十分な強さの人工的な電気刺激を座骨神経上の地点(Ⅲ)に1回/秒の頻度で与えると(図1)、図2で示す筋収縮が記録された。

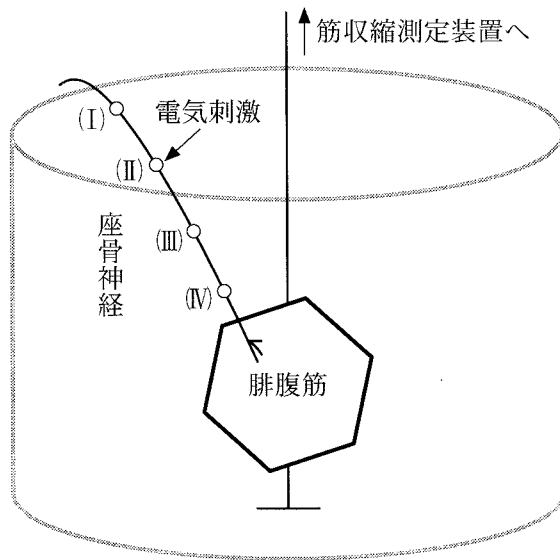


図 1

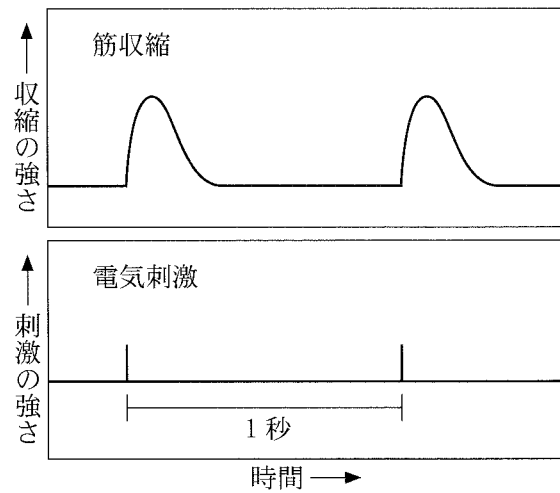


図 2

問 1 文中 a に関連し、骨格筋の収縮に関わる現象として最も適切なものを①～④から1つ選べ。

ア

- ① 肺呼吸
- ② 心臓の拍動
- ③ 腸のぜん動運動
- ④ 血管収縮による血圧上昇

問 2 文中bに関連し，哺乳類の生理的環境における細胞内外のイオン組成を表1に示す。カリウムイオンの値として最も適切なものを①～⑤から1つ選べ。なお，mEq/Lはmmol/Lにイオンの価数を乗じた単位である。

表 1

イオン名	細胞内(mEq/L)	細胞外(mEq/L)
①	0.0001	1
②	0.5	1
③	5	100
④	10	145
⑤	140	5

問 3 文中cに関連し，神経の軸索での興奮の伝導には関与せず，神経伝達物質の分泌に必須であるものを①～⑤から1つ選べ。

- ① ナトリウム/カリウムポンプ
- ② 電位依存性カリウムチャネル
- ③ 電位依存性カルシウムチャネル
- ④ 電位依存性ナトリウムチャネル
- ⑤ 電位に依存しないカリウムチャネル

問 4 時間 t_0 に軸索の束の地点(II)へ電気刺激を与えたところ、地点(III)の 1 本の軸索において図 3 のような膜電位の変化が観察された。地点(I)~(IV)の間はそれぞれ等間隔であるとして、図 3 の膜電位の変化が観察された同一の軸索の地点(I), (IV)の膜電位の変化を表すものとして最も適切なものを①~⑦からそれぞれ 1 つ選べ。なお、 $t_0 \sim t_4$ の間隔は一定とし、X、Y は反応の大きさを示し、Y は X の半分の大きさとする。

地点(I)： , 地点(IV)：

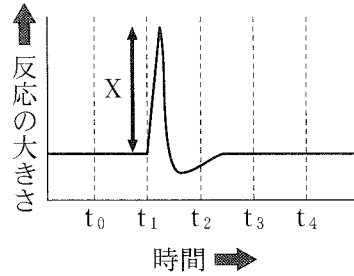
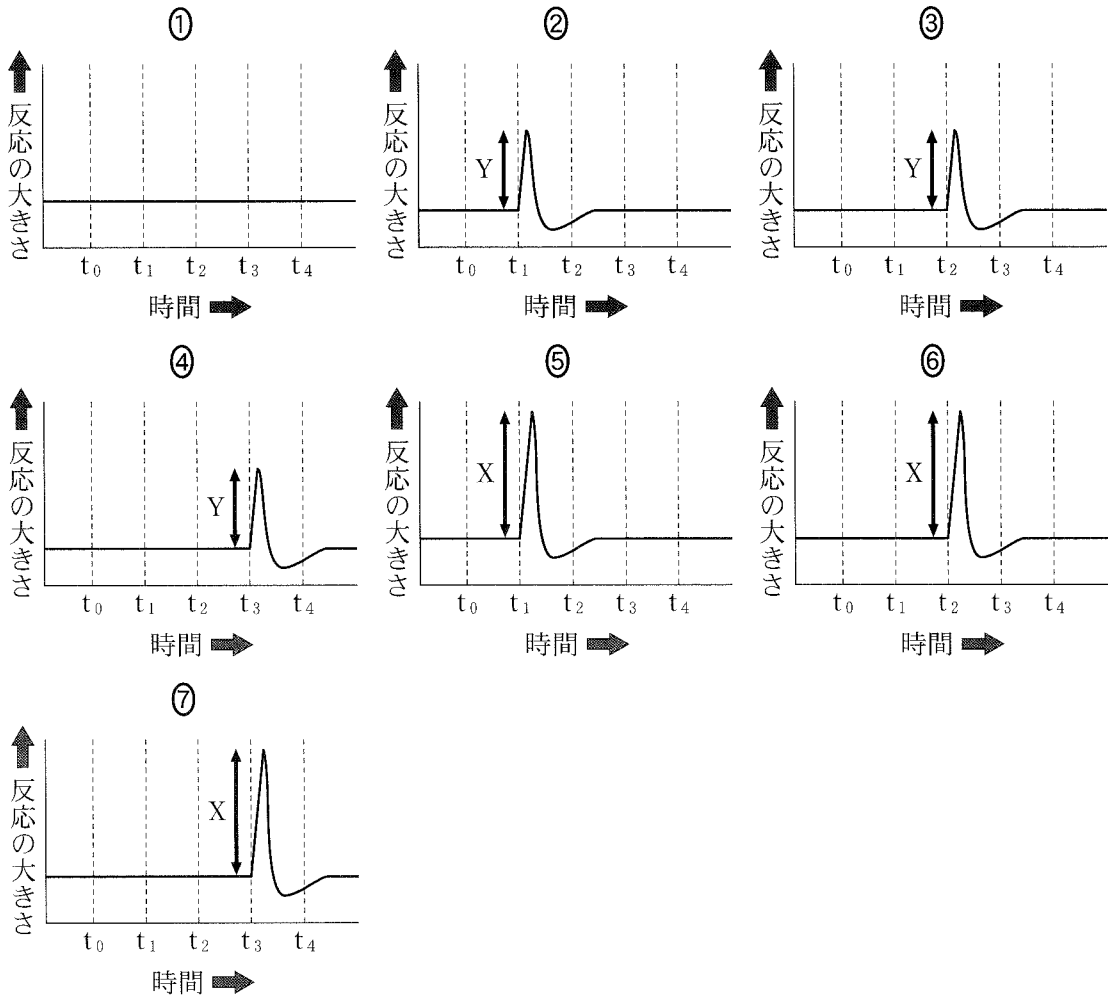


図 3



問 5 腓腹筋が収縮するとき、筋でみられる変化として誤っているものを①～⑥から1つ選べ。

カ

- ① ATP の分解
- ② サルコメアの収縮
- ③ 暗帯の長さの縮小
- ④ カルシウムイオンとトロポニンとの結合
- ⑤ 筋小胞体からのカルシウムイオンの放出
- ⑥ ミオシン頭部とアクチンフィラメントとの結合

実験 2

リンガー液の Ca^{2+} 濃度を減少させた後に、実験 1 と同様に座骨神経に電気刺激を与えた。その結果、筋収縮に影響がみられた。

問 6 実験 2 では電気刺激時の神経伝達物質の分泌と筋収縮はどのように変化したか、最も適切なものを①～⑥から1つ選べ。

キ

	神経伝達物質の分泌	筋収縮
①	減少	減少
②	増加	減少
③	変わらない	減少
④	減少	増加
⑤	増加	増加
⑥	変わらない	増加

実験 3

電気刺激の強さと頻度を実験 1 に戻し、図 2 で示された筋収縮が生じることを確認した。その後、ある神経伝達物質の受容体の阻害薬である d-ツボクラリンを投与し、筋収縮の記録を続けたところ、d-ツボクラリンの投与が筋収縮に影響することがわかった。

問 7 d-ツボクラリンはどの神経伝達物質の受容体を阻害したか、最も適切なものを①～④から 1 つ選べ。

- ① アセチルコリン
- ② γ -アミノ酪酸
- ③ グルタミン酸
- ④ ノルアドレナリン

問 8 d-ツボクラリンによって電気刺激時の神経伝達物質の分泌と筋収縮はどのように変化したか、最も適切なものを①～⑥から 1 つ選べ。

	神経伝達物質の分泌	筋収縮
①	減少	減少
②	増加	減少
③	変わらない	減少
④	減少	増加
⑤	増加	増加
⑥	変わらない	増加

IV ニワトリの発生に関する以下の問いに答えよ。

脊椎動物の発生では3つの胚葉(外胚葉, 内胚葉, 中胚葉)に分かれた細胞群が, 発生の進行とともに同じ胚葉内や異なる胚葉間でシグナルを受け渡すことで組織や器官を形成していく。

A ニワトリの翼(前肢)と脚(後肢)は体側から隆起した翼芽と脚芽からそれぞれ発生する。翼芽と脚芽は中胚葉を外胚葉が覆う構造となっている。翼芽と脚芽の先端部の肥厚した外胚葉はAERと呼ばれる。また, 中胚葉の後端部にはZPA領域が存在する。正常に発生すると翼芽は3本の指を持つ翼を, 脚芽はけづめと4本の指を持つ脚を形成する(図1)。四肢の発生の仕組みを調べるために, 以下の実験1~5を行った。

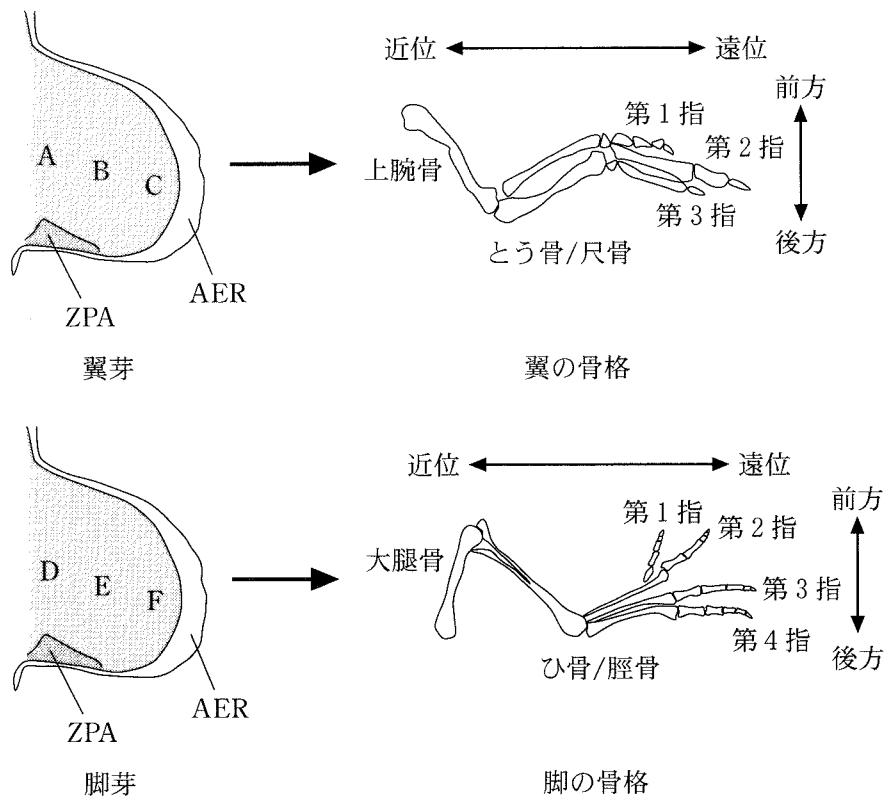


図1

実験1

翼芽が途中まで伸長した段階でAERを切除したところ, 翼芽の伸長は停止した。翼芽のAERを切除した時期が発生初期だった場合, 上腕骨のみの不完全な翼が形成された。やや発生が進んだ段階でAERを切除した場合, 上腕骨およびとう骨/尺骨からなる不完全な翼が形成された。

実験 2

脚芽の中胚葉領域 D(図 1)を同じ発生時期の翼芽の中胚葉領域 C(図 1)に移植したところ、上腕骨、とう骨/尺骨の先に脚の指が形成された。なお、移植しない場合は、図 1 に示す翼芽の中胚葉領域 A から上腕骨、B からとう骨/尺骨、C から翼の指がそれぞれ形成される。また、脚芽の中胚葉領域 D から大腿骨、E からひ骨/脛骨、F から脚の指がそれぞれ形成される。

実験 3

他の個体の翼芽の AER を同じ発生時期の翼芽に近い体側部に移植したところ、翼芽が発生して新たな翼が形成された。翼芽の AER の移植先を脚芽に近い体側部にしたところ、脚芽が発生して新たな脚が形成された。

問 1 実験 1～3 の結果から考えられることとして最も適切なものを①～⑤から 1 つ選べ。

ア

- ① 脚芽の中胚葉は翼の骨格を形成できる。
- ② 翼芽の AER は中胚葉が翼になることを決定する。
- ③ 翼芽の中胚葉のみで完全な翼の構造を形成できる。
- ④ 翼の骨格は近位—遠位軸の全領域が同じ発生時期に形成される。
- ⑤ 脚芽の中胚葉は近位—遠位軸の領域に応じて発生運命を変えられる。

問 2 実験 2 と同じ発生時期に翼芽の中胚葉領域 A(図 1)を同じ発生時期の脚芽の中胚葉領域 F(図 1)に移植した。このとき、脚芽はどのような骨格を形成するか、実験 1～3 の結果から考えられることとして最も適切なものを①～⑥から 1 つ選べ。

イ

- ① 上腕骨—とう骨/尺骨—翼の指
- ② 上腕骨—とう骨/尺骨—脚の指
- ③ 上腕骨—ひ骨/脛骨—脚の指
- ④ 大腿骨—ひ骨/脛骨—脚の指
- ⑤ 大腿骨—ひ骨/脛骨—翼の指
- ⑥ 大腿骨—とう骨/尺骨—翼の指

実験 4

他の個体の翼芽の ZPA を同じ発生時期の翼芽前端部の中胚葉領域に移植した。移植片の大きさを移植先の翼芽に存在する ZPA と同じ大きさで移植した場合(図 2(1))と小さくして移植した場合(図 2(2))で指の数と指の配列が異なる翼が形成された。正常な翼では前方から第 1 指, 第 2 指, 第 3 指が形成される。この指の配列を 123 と表す。ZPA を移植した場合, 図 2(1)では 321123, 図 2(2)では 21123 と表される指の配列となった。

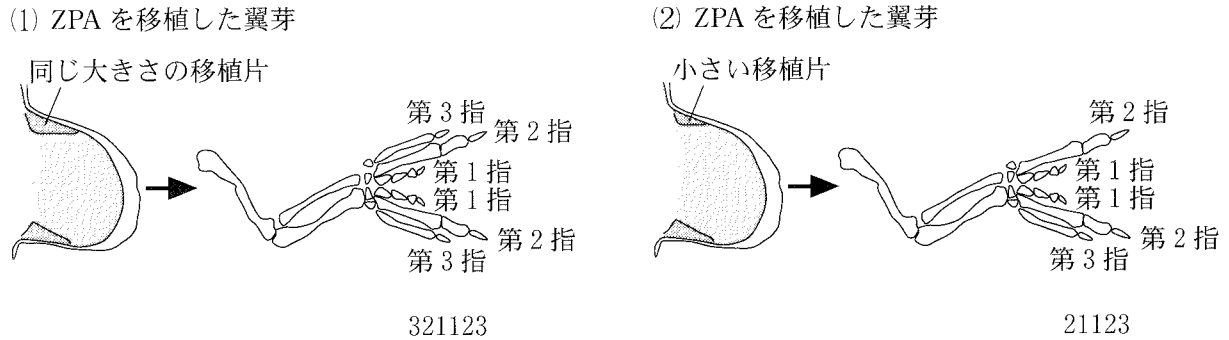


図 2

実験 5

翼芽の発生において指の配列の決定には ZPA で発現する Shh 遺伝子が関係している。SHH タンパク質は濃度勾配をつくり, 濃度の違いによって第何指を形成するかを決定する。様々な濃度の SHH タンパク質を含ませたビーズ(表 1, ①~④)を翼芽前端部の中胚葉領域に移植した。SHH タンパク質はこのビーズから周囲の組織中へ徐々にしみ出て, 濃度勾配を形成した。その結果, 表 1 に示すさまざまな配列の指が形成された。

表 1. ビーズ移植実験による指の配列

ビーズ	前方からの指の配列
①	1123
②	3223
③	2223
④	21123

問 3 実験 4 の結果から考えて, SHH タンパク質の濃度が高い順に実験 5 で使用したビーズ

①~④を並べなさい。

ウ > エ > オ > カ

B ニワトリの消化管は口側から食道、前胃、砂囊、小腸、大腸などの領域から構成され、胃が前胃と砂囊の2つの部分からなるのが特徴である。6日胚の消化管は外見では各領域が分かれているが、まだ未分化な状態で上皮(内胚葉)が間充織(中胚葉)に囲まれた構造になっている(図3)。発生が進むと、前胃の未分化な上皮は分化してペプシノゲン(消化酵素の前駆体)を産生する。一方、砂囊の分化した上皮はペプシノゲンを産生しない。また、小腸の分化した上皮はスクラーゼを産生する。消化管における上皮の分化に対する間充織の影響を調べるために、以下の実験1～3を行った。

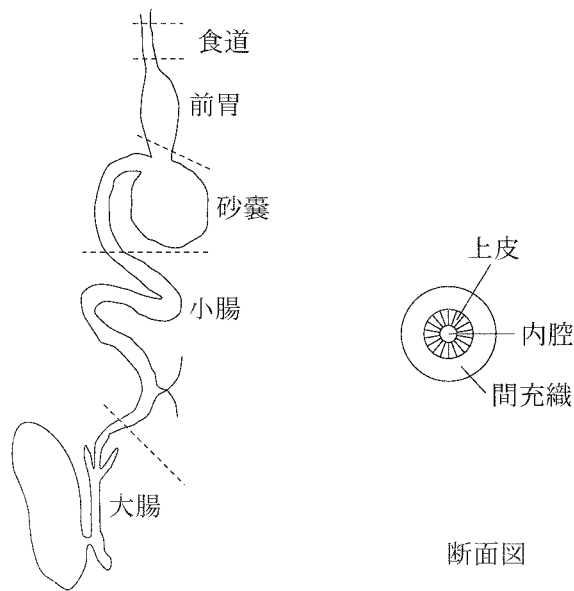


図3

実験1

6日胚の消化管の胃の領域(前胃と砂囊)からそれぞれ未分化な上皮と間充織を完全に分離し、以下の組み合わせで上皮と間充織を結合して発生させた。その結果、未分化な上皮は表2に示す性質を持つ上皮に分化した。

表2

未分化な上皮が由来する部分	間充織が由来する部分	分化した上皮の性質
前胃	前胃	ペプシノゲン + / スクラーゼ -
砂囊	前胃	ペプシノゲン + / スクラーゼ -
前胃	砂囊	ペプシノゲン - / スクラーゼ -
砂囊	砂囊	ペプシノゲン - / スクラーゼ -

+ : 産生あり, - : 産生なし

実験 2

6 日胚の消化管の前胃と小腸からそれぞれ未分化な上皮と間充織を完全に分離し，以下の組み合わせで上皮と間充織を結合して発生させた。その結果，未分化な上皮は表 3 に示す性質を持つ上皮に分化した。

表 3

未分化な上皮が由来する部分	間充織が由来する部分	分化した上皮の性質
前 胃	前 胃	ペプシノゲン + / スクラーゼ -
小 腸	前 胃	ペプシノゲン - / スクラーゼ +
前 胃	小 腸	ペプシノゲン + / スクラーゼ -
小 腸	小 腸	ペプシノゲン - / スクラーゼ +

+ : 産生あり， - : 産生なし

問 4 実験 1 と 2 の結果から考えられることとして最も適切なものを①～④から 1 つ選べ。

キ

- ① 前胃の間充織は胃の未分化な上皮に対してペプシノゲンを産生する上皮への分化を誘導する。
- ② 砂嚢の間充織は胃の未分化な上皮に対してペプシノゲンを産生する上皮への分化を誘導する。
- ③ 小腸の間充織は前胃の未分化な上皮に対してスクラーゼを産生する上皮への分化を誘導する。
- ④ 前胃の間充織は小腸の未分化な上皮に対してペプシノゲンを産生する上皮への分化を誘導する。

実験 3

上皮の分化に対する間充織の影響をさらに調べるために、表 2 に示す実験 1 の組み合わせに、さらに一定量(少量)の間充織を加えてそれらを結合して発生させた。その結果、未分化な上皮は表 4 に示す性質を持つ上皮に分化した。

表 4

未分化な上皮が由来する部分	間充織が由来する部分	加えた間充織の由来する部分	分化した上皮の性質
前 胃	前 胃	前 胃	ペプシノゲン +/スクラーゼ -
前 胃	前 胃	砂 囊	ペプシノゲン -/スクラーゼ -
砂 囊	前 胃	前 胃	ペプシノゲン +/スクラーゼ -
砂 囊	前 胃	砂 囊	ペプシノゲン -/スクラーゼ -
前 胃	砂 囊	前 胃	ペプシノゲン -/スクラーゼ -
前 胃	砂 囊	砂 囊	ペプシノゲン -/スクラーゼ -
砂 囊	砂 囊	前 胃	ペプシノゲン -/スクラーゼ -
砂 囊	砂 囊	砂 囊	ペプシノゲン -/スクラーゼ -

+：産生あり， -：産生なし

問 5 実験 3 の結果から考えられることとして最も適切なものを①～④から 1 つ選べ。

ク

- ① 前胃の未分化な上皮に対する砂囊の間充織の作用は、前胃の間充織により促進される。
- ② 砂囊の未分化な上皮に対する砂囊の間充織の作用は、前胃の間充織により抑制される。
- ③ 砂囊の未分化な上皮に対する前胃の間充織の作用は、砂囊の間充織により抑制される。
- ④ 前胃の未分化な上皮に対する前胃の間充織の作用は、砂囊の間充織により促進される。

物 理

物理の解答用紙の番号IVの解答欄は空欄のままとしなさい。

I にあてはまる最も適当な数字をマークすること。数値で解答する問題には有効数字2桁で答えよ。

(a) 図1のように1.0 cmあたり200本の溝が等間隔で平行につけられた回折格子に、波長 6.0×10^{-7} m のレーザー光を垂直に当て、2.0 m 離れたスクリーンにできる干渉縞を観察した。直進した光とスクリーンの交点 O における明線(0次の明線)から隣接する明線までの距離は ア . イ $\times 10^{-ウ}$ m であり、点 O から ± 15 cm の範囲には、明線が エオ 本観測される。ただし、入射光と回折光のなす角を θ とするとき、 $\tan \theta \cong \sin \theta$ と近似してよい。

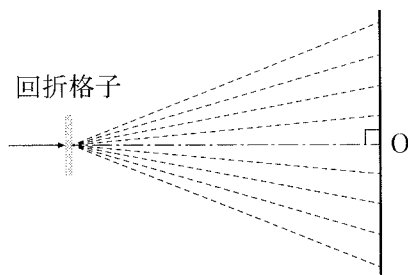


図1

(b) 図2のように極板間の電位差が100 V となるように充電された電気容量 4.0×10^{-7} F のコンデンサーC、自己インダクタンス1.6 H のコイルL、およびスイッチSからなる回路がある。

スイッチSを閉じる前、コンデンサーCに蓄えられた静電エネルギーは カ . キ $\times 10^{-ク}$ J である。スイッチSを閉じると、周波数が ケ . コ $\times 10^{サ}$ Hz、最大値が シ . ス $\times 10^{-セ}$ A の振動電流が流れる。ただし、回路の電気抵抗は無視できるとする。

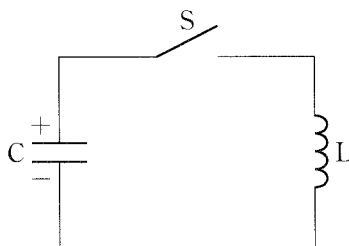


図2

- (c) 静止している電子を 40 kV の電圧で加速し，陽極に衝突させて X 線を発生させる。このとき，衝突直前の電子の運動エネルギーは \square . \square $\times 10^{-\square}$ J で，発生する X 線の最短波長は \square . \square $\times 10^{-\square}$ m である。ただし，電気素量を 1.6×10^{-19} C，プランク定数を 6.6×10^{-34} J \cdot s，真空中の光速を 3.0×10^8 m/s とする。

II にあてはまる最も適当な数字をマークすること。分数形で解答する問題には既約分数（それ以上約分できない分数）で、 コ ~ ソ は四捨五入して小数第1位までの数値で答えよ。ただし、 ア , テ , ト , ナ については、最も適当なものを対応する解答群の中から一つずつ選べ。

バスケットボールのシュートを想定して、図1のように、原点Oから速さ v_0 、仰角 θ で斜め上に投げられたボールが、高さ H の板Bに衝突して反射し、リングの中心を通過する状態を考える。 x 軸を水平方向、 y 軸を鉛直上向きとする座標系において、ボールは xy 平面内のみを運動する。

板Bは、下端が $x = 3H$ 、 $y = H$ の点を通るよう x 軸に垂直に固定されており、板Bの下辺に接するように半径 $\frac{H}{3}$ の円形のリングが水平に取り付けられている。重力加速度の大きさを $g = 9.8 \text{ m/s}^2$ とし、ボールの大きさやリングの太さ、空気抵抗は無視できるものとして、以下の問いに答えよ。

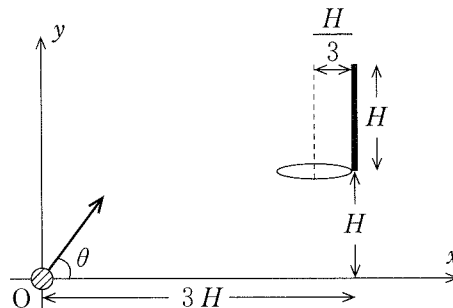


図1

(a) ボールが板Bで反射する際、弾性衝突し反射前後でボールの力学的エネルギーが保存される場合を考える。

板Bとの衝突後のボールの軌道は、板Bが無かった場合にボールが描く放物線Cを ア となるので、ボールが板Bで反射してリングの中心を通過するためには、放物線Cが点 $\left(\frac{\text{イウ}}{\text{エ}}H, H\right)$ を通る必要がある。したがって、次式が成り立つ。

$$v_0^2 = \frac{\text{オカ}}{\text{キク} \tan \theta - \text{ケ}} \times \frac{gH}{\cos^2 \theta}$$

ボールが最高点に達したときの x 座標が $2H$ 以下となるように投げるとすると、仰角 θ は $\tan \theta \geq \text{コ} \cdot \text{サ}$ を満たす必要がある。その時はボールがリングに接触しない。また、ボールが板Bの上を超えずに衝突するためには、 θ が $\tan \theta \leq \alpha$ （ただし、 α は有効数字2桁で シ . ス）を満たす必要がある。 $H = 1.0 \text{ m}$ とすると、これらの条件を満たす仰角 θ に対し、ボールを投げてから板Bで反射し、リングの中心を通過するまでに要する時間の最小値は セ . ソ [s]である。

ア の解答群

- ① 板 B の下端の点に対して点対称に移動させた曲線
- ② 板 B との衝突点に対して点対称に移動させた曲線
- ③ 放物線の頂点に対して点対称に移動させた曲線
- ④ 直線 $y = H$ で線対称に折り返した曲線
- ⑤ 直線 $x = 3H$ で線対称に折り返した曲線
- ⑥ 放物線の軸で線対称に折り返した曲線

(b) 次に、ボールと板 B の衝突における反発係数を e ($0 < e < 1$) として考える。ただし、板 B との摩擦は無視でき、衝突の前後で速度の y 成分は変化しないものとする。衝突直前の y 方向の速度は $v_0 \sin \theta - \frac{\text{タ} \times gH}{v_0 \cos \theta}$ であり、ボールが板 B と衝突する点の x 軸からの高さは

$\text{チ} \times H \tan \theta - \frac{\text{ツ} \times gH^2}{2v_0^2 \cos^2 \theta}$ である。ボールを投げてから板 B に衝突するまでの時間を T とすると、ボールが板 B に衝突してからリングの中心に達するまでの時間は

$\text{テ} \times T$ である。ボールが板 B から受けた力積の大きさは $\text{ト} \times mv_0$ であり、衝突により失われる力学的エネルギーは $\text{ナ} \times \frac{1}{2} mv_0^2$ である。

テ の解答群

- | | | | | |
|-----------------|------------------|-----------------|-----------------|------------------|
| ① e | ② $3e$ | ③ $9e$ | ④ $\frac{1}{e}$ | ⑤ $\frac{e}{3}$ |
| ⑥ $\frac{3}{e}$ | ⑦ $\frac{1}{3e}$ | ⑧ $\frac{9}{e}$ | ⑨ $\frac{e}{9}$ | ⑩ $\frac{1}{9e}$ |

ト の解答群

- | | | | |
|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| ① $1 - e$ | ② $1 + e$ | ③ $(1 - e) \sin \theta$ | ④ $(1 + e) \sin \theta$ |
| ⑤ $(1 - e) \cos \theta$ | ⑥ $(1 + e) \cos \theta$ | ⑦ $1 - e \sin \theta$ | ⑧ $1 + e \sin \theta$ |
| ⑨ $1 - e \cos \theta$ | ⑩ $1 + e \cos \theta$ | | |

ナ の解答群

- | | | | |
|-----------------------------|-----------------------------|-------------------------|-------------------------|
| ① $1 - e$ | ② $1 - e^2$ | ③ $(1 - e) \sin \theta$ | ④ $(1 - e) \cos \theta$ |
| ⑤ $(1 - e^2) \sin^2 \theta$ | ⑥ $(1 - e^2) \cos^2 \theta$ | ⑦ $1 - e \sin \theta$ | ⑧ $1 - e \cos \theta$ |
| ⑨ $1 - e^2 \sin^2 \theta$ | ⑩ $1 - e^2 \cos^2 \theta$ | | |

III にあてはまる最も適当なものに対応する解答群の中から一つずつ選べ。

図1のように、 y 軸に平行な直線状でじゅうぶん長い導体AとBが、 z 軸とそれぞれ点 $(0, 0, \pm L(\text{m}))$ で直交するように固定されており、導体Aは単位長さあたり $\lambda(\text{C/m})$ 、導体Bは単位長さあたり $-\lambda(\text{C/m})$ の電気量で各々正・負に一樣に帯電している。水平な xy 平面上で、方位磁針を y 軸に沿って一定の速さ $V(\text{m/s})$ で y 軸の正の方向に移動させる状況を考える。

方位磁針の位置を原点とし、導体が静止して見える座標系(導体の静止系) Σ の座標軸と平行な x', y', z' 軸を3つの座標軸とする方位磁針の静止系を Σ' とする。方位磁針の磁極間距離は $L(\text{m})$ と比べてじゅうぶん小さく、導体の静止系で導体に電流は流れておらず、方位磁針は帯電していないものとして、以下の問いに答えよ。

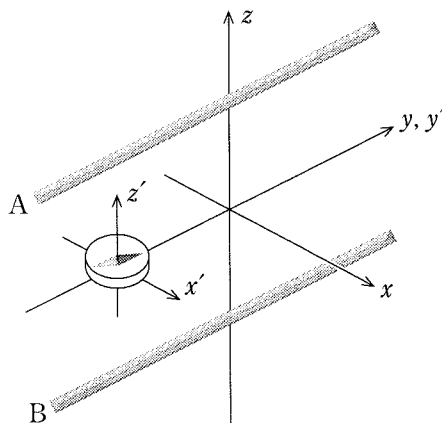


図1

(a) 地磁気は ア をもつ一つの大きな磁石が作る磁場とみなすことができるため、方位磁針のN極とS極に対して イ の力を及ぼす。 $V = 0$ として方位磁針が導体とともに静止している場合、方位磁針のN極は ウ からの力を受けて エ の方向を指す。

ア の解答群

- | | |
|-------------------|----------------|
| ① 北極付近にN極，南極付近にS極 | ② 北極および南極付近にN極 |
| ③ 北極付近にS極，南極付近にN極 | ④ 北極および南極付近にS極 |
| ⑤ 赤道を含む平面内に磁極 | |

イ の解答群

- | | |
|-------------------|--------------------|
| ① 同じ大きさで同じ向き | ② 異なる大きさで同じ向き |
| ③ 同じ大きさで逆向き | ④ 異なる大きさで逆向き |
| ⑤ 同じ大きさで互いに直交する向き | ⑥ 異なる大きさで互いに直交する向き |

ウ の解答群

- | | |
|-------------------|-------------------|
| ① 導体によって生じる電場 | ② 導体によって生じる磁場 |
| ③ 地磁気 | ④ 導体によって生じる電場と磁場 |
| ⑤ 導体によって生じる電場と地磁気 | ⑥ 導体によって生じる磁場と地磁気 |

エ の解答群

- | | | | |
|-----------|-----------|-----------|-----------|
| ① x 軸の正 | ② x 軸の負 | ③ y 軸の正 | ④ y 軸の負 |
| ⑤ 東 | ⑥ 西 | ⑦ 南 | ⑧ 北 |

(b) 以降は $V > 0$ として、導体の静止系において方位磁針が y 軸の正の方向に移動している場合を考える。方位磁針の静止系 Σ' において、導体は **オ** の方向に速さ V (m/s) で移動しているように見える。 $x'z'$ 平面上を単位時間あたりに通過する電気量を考えると、方位磁針の静止系 Σ' では、導体 A の位置で大きさ $I_A =$ **カ** [A] の電流が **キ** の向きに、導体 B の位置で大きさ $I_B =$ **ク** [A] の電流が **ケ** の向きに流れていると観測される。

これらの電流により、方位磁針と共に移動する観測者は、座標系 Σ' の原点において **コ** の向きに生じる大きさ $H_0 =$ **サ** [N/Wb] の磁場を観測し、方位磁針の N 極は **シ** の向きを指す。ただし、 H_0 は地磁気よりじゅうぶん大きいものとする。

方位磁針の代わりに、 z' 軸の正の方向に N 極、負の方向に S 極が向くようにネオジム磁石を座標系 Σ' の原点に置いたとすると、この磁石は導体 A と z' 軸の交点に **ス** の向きの磁場 H_A を生じさせ、座標系 Σ' において導体 A は H_A によって **セ** の向きに **ソ** を受ける。また、この磁石は導体 B と z' 軸の交点で **タ** の向きに磁場 H_B を生じさせ、座標系 Σ' において導体 B は H_B によって **チ** の向きの力を受ける。

オ , **キ** , **ケ** , **コ** , **シ** ~ **セ** , **タ** ,

チ の解答群

- | | | |
|------------|------------|------------|
| ① x' 軸の正 | ② x' 軸の負 | ③ y' 軸の正 |
| ④ y' 軸の負 | ⑤ z' 軸の正 | ⑥ z' 軸の負 |

カ , **ク** の解答群

- | | | | |
|-----------------|-----------------------|-------------------------|-----------------|
| ① LV | ② $L\lambda$ | ③ $V\lambda$ | ④ $\frac{L}{V}$ |
| ⑤ $\frac{V}{L}$ | ⑥ $\frac{\lambda}{L}$ | ⑦ $\frac{\lambda V}{L}$ | ⑧ λVL |

サ の解答群

- | | | | |
|-----------------------------------|-----------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| ① $2(I_A + I_B)\lambda$ | ② $2(I_A - I_B)\lambda$ | ③ $2\pi(I_A + I_B)V$ | ④ $2\pi(I_A - I_B)V$ |
| ⑤ $\frac{I_A + I_B}{2\pi\lambda}$ | ⑥ $\frac{I_A - I_B}{2\pi\lambda}$ | ⑦ $\frac{I_A + I_B}{2V}$ | ⑧ $\frac{I_A - I_B}{2V}$ |
| ⑨ $\frac{I_A + I_B}{2\pi L}$ | ⑩ $\frac{I_A - I_B}{2\pi L}$ | | |

問題は次頁につづく

ソ の解答群

- ① 慣性力 ② 遠心力 ③ 偶力 ④ クーロン力
⑤ ローレンツ力 ⑥ 圧力 ⑦ 張力

(c) 設問(b)における方位磁針の動きを、導体の静止系 Σ で観測する状況を考える。

導体の静止系 Σ では、帯電した導体によって方位磁針が通過する y 軸上において ツ の向きに電場 \vec{E} が生じており、この電場の存在下で方位磁針の磁極が運動することにより力を受けると仮定する。

設問(b)の結果から、導体の静止系 Σ において ツ の向きの電場中を y 軸の正の方向に移動する方位磁針の N 極が受ける力 \vec{F}_N は テ の向きであると考えられ、これは ト の向きと同じ方向となる。また、 Σ と Σ' で磁極が受ける力が等しいとすると、この力 \vec{F}_N の大きさは ナ すると考えられる。

設問(b)で考えたネオジム磁石は、導体の静止系 Σ において、 z 軸の正の方向に N 極、負の方向に S 極が向いた状態で y 軸の正の方向に移動して見える。この磁石が原点を通過するとき、導体 A を含む水平面内で $y > 0$ の領域を z 軸の正の方向に貫く ニ し、 ヌ の法則によって導体 A と z 軸の交点では ネ の向きに誘導電場が生じて、帯電した導体 A が力を受ける。 \vec{F}_N は、このような力の反作用とみなすことができる。

ツ , テ , ネ の解答群

- ① x 軸の正 ② x 軸の負 ③ y 軸の正
④ y 軸の負 ⑤ z 軸の正 ⑥ z 軸の負

ト の解答群

- ① 静止している正の電荷が電場 \vec{E} から受ける力
② 静止している負の電荷が電場 \vec{E} から受ける力
③ 静止している N 極が電場 \vec{E} から受ける力
④ 静止している S 極が電場 \vec{E} から受ける力
⑤ y 軸の正の向きに流れる電流が \vec{E} と同じ向きの磁場から受ける力
⑥ y 軸の負の向きに流れる電流が \vec{E} と同じ向きの磁場から受ける力
⑦ 静止している N 極が \vec{E} と同じ向きの磁場から受ける力
⑧ 静止している S 極が \vec{E} と同じ向きの磁場から受ける力

ナ の解答群

- ① 方位磁針の N 極の磁気量と速さ V の積に比例
- ② 方位磁針の N 極の磁気量に比例し，速さ V に反比例
- ③ 方位磁針の N 極の磁気量に反比例し，速さ V に比例
- ④ 方位磁針の N 極の磁気量と速さ V の積に反比例
- ⑤ 方位磁針の速さ V に依らず，N 極の磁気量に比例
- ⑥ 方位磁針の速さ V に依らず，N 極の磁気量に反比例
- ⑦ 方位磁針の N 極の磁気量に依らず，速さ V に比例
- ⑧ 方位磁針の N 極の磁気量に依らず，速さ V に反比例

ニ の解答群

- ① 電気力線の本数が増加
- ② 電気力線の本数が減少
- ③ 磁束が増加
- ④ 磁束が減少

ヌ の解答群

- ① クーロン
- ② ローレンツ
- ③ レンツ
- ④ オーム
- ⑤ キルヒホッフ
- ⑥ ボイル・シャルル
- ⑦ ヘンリー
- ⑧ ウェーバー
- ⑨ フレミングの左手

化 学

解答上の注意事項

数値の解答は、各問の解答形式に指定されている桁数に従うこと。

例1：解答欄が指数表記の場合、380、38、3.8、0.038は、各々、 $\boxed{3}.\boxed{8}\times 10^{\boxed{2}}$ 、 $\boxed{3}.\boxed{8}\times 10^{\boxed{1}}$ 、 $\boxed{3}.\boxed{8}\times 10^{\boxed{0}}$ 、 $\boxed{3}.\boxed{8}\times 10^{-\boxed{2}}$ と解答する。

例2：解答欄が2桁の場合、8は $\boxed{0}\boxed{8}$ 、38は $\boxed{3}\boxed{8}$ と解答する。

例3：解答欄が3桁の場合、8は $\boxed{0}\boxed{0}\boxed{8}$ 、38は $\boxed{0}\boxed{3}\boxed{8}$ 、380は $\boxed{3}\boxed{8}\boxed{0}$ と解答する。

原子量および定数などは以下の値を使用すること。

原子量 H：1.00 C：12.0 N：14.0 O：16.0 Na：23.0 S：32.1

Cl：35.5 K：39.0 Mn：54.9 Cu：63.5 Ag：108 I：127 Pt：195

アボガドロ定数： $6.02 \times 10^{23}/\text{mol}$

気体定数： $8.31 \times 10^3 \text{ Pa}\cdot\text{L}/(\text{mol}\cdot\text{K})$ または $8.31 \text{ Pa}\cdot\text{m}^3/(\text{mol}\cdot\text{K})$

標準状態($1.01 \times 10^5 \text{ Pa}$ 、273 K)における1 molの気体の体積：22.4 L

ファラデー定数： $9.65 \times 10^4 \text{ C}/\text{mol}$

I 以下の問に答えよ。〔解答欄 $\boxed{\text{ア}}$ ~ $\boxed{\text{ケ}}$ 〕

問1 下の記述①~⑥の中から、正しいものをすべて選べ。 $\boxed{\text{ア}}$

- ① 金は、金属の中で電気や熱の伝導性が最も高い。
- ② 金は、王水に溶ける。
- ③ 銀は、金属の中で展性や延性が最も大きい。
- ④ 銀は、希硝酸とも濃硝酸とも反応する。
- ⑤ 銅は、希塩酸とは反応しないが、濃塩酸とは反応する。
- ⑥ 銅は、他の金属と合金を作ることができる。

問 2 下の①～⑥に示した2つの物質の関係が互いに同素体となるものをすべて選べ。 イ

- ① メタンとエタン
- ② *o*-キシレンと *m*-キシレン
- ③ ^{12}C と ^{13}C
- ④ 斜方硫黄と単斜硫黄
- ⑤ フラーレンとカーボンナノチューブ
- ⑥ L-アラニンとD-アラニン

問 3 金属イオンを含む水溶液に H_2S を通気する実験を行った。次の(1), (2)に答えよ。

(1) 硫化物の沈殿が白色を呈するイオンを下の①～⑤の中から、すべて選べ。 ウ

- ① Ag^+
- ② Cd^{2+}
- ③ Ni^{2+}
- ④ Pb^{2+}
- ⑤ Zn^{2+}

(2) 塩基性下で硫化物の沈殿を生じるイオンを下の①～⑤の中から、すべて選べ。 エ

- ① Ag^+
- ② Al^{3+}
- ③ Ca^{2+}
- ④ Mg^{2+}
- ⑤ Ni^{2+}

問 4 以下の文章の オ ～ ケ に当てはまる語を、下の①～⑤の中から1つずつ選べ。ただし、オ と カ は解答の順序を問わない。

アルカリ土類金属に属する4種類の金属元素 Mg , Ca , Sr , Ba の塩は、水への溶解度が塩の種類によって異なる。これらの金属元素の塩のうち、オ や カ は水に溶けやすいが、キ は水に溶けにくい。一方、ク は、これらの金属元素の原子量が大きくなるにつれて水に溶けにくくなり、ケ は逆に原子量が大きいかほど溶けやすくなる。

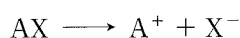
- ① 塩化物
- ② 炭酸塩
- ③ 硝酸塩
- ④ 水酸化物
- ⑤ 硫酸塩

II 以下の問に答えよ。〔解答欄 ~ 〕

問 1 指示薬としてメチルオレンジ(変色域 pH 3.1~4.4)を用いることができる中和滴定を、以下の①~⑤の中からすべて選べ。

- ① 濃度未知の水酸化ナトリウム水溶液を、0.10 mol/L の塩酸で滴定する。
- ② 濃度未知の酢酸水溶液を、0.10 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液で滴定する。
- ③ 濃度未知の酢酸水溶液を、0.020 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液で滴定する。
- ④ 濃度未知のアンモニア水を、0.10 mol/L の塩酸で滴定する。
- ⑤ 濃度未知のアンモニア水を、0.10 mol/L の酢酸水溶液で滴定する。

問 2 ある物質 AX (分子量 95.0) は水中で一部が以下のように電離している。



この物質 AX を 19.0 g はかりとり、純水に溶解して 1.00 L の水溶液とした。この水溶液 10.0 mL に純水を 190 mL 加えた希釈水溶液の 27 °C における浸透圧は 2.62×10^4 Pa であった。希釈水溶液中の AX の電離度を小数点以下 2 桁で求めよ。

.

問 3 アンモニアは窒素と水素との反応により合成される。これに関する以下の問に答えよ。

- (1) 表 1 の値を用いて、アンモニアの生成エンタルピー ΔH を求めよ。ただし、 は符号とし、+ の場合は①を、- の場合は②をマークせよ。

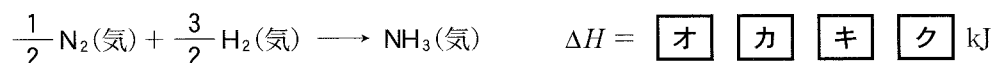


表 1

結合	結合エネルギー [kJ/mol] (25 °C)
H—H	436
N—H	391
N—N	163
N=N	409
N≡N	946

(2) 図1のグラフの実線は一定圧力のもと、500℃でアンモニア合成反応を行った時のアンモニア生成率と時間の関係を示している。この反応を、実線と同じ圧力に保ちながら、以下の(a)または(b)の条件で行った。この時のアンモニア生成率の時間変化を示す曲線を図1の①～⑤の中からそれぞれ選べ。ただし、反応に必要な窒素と水素は十分量存在していたものとする。

(a) 700℃で反応を行った時

(b) 500℃のまま、この反応を触媒する物質を添加した時

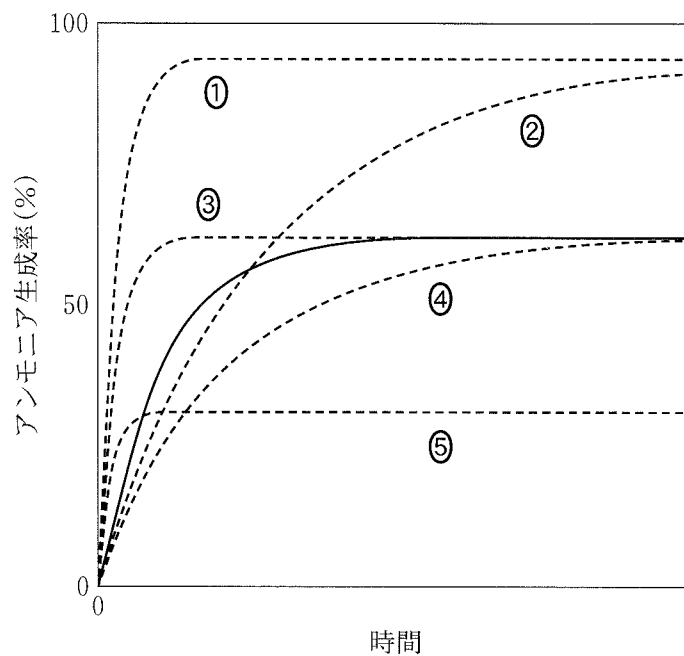


図1

問 4 図 2 は、水の状態図である。実線は固体、液体、気体の境界を示している。この状態図についての説明文①～⑦のうち、下線部の内容が正しいものを 3 つ選べ。 サ

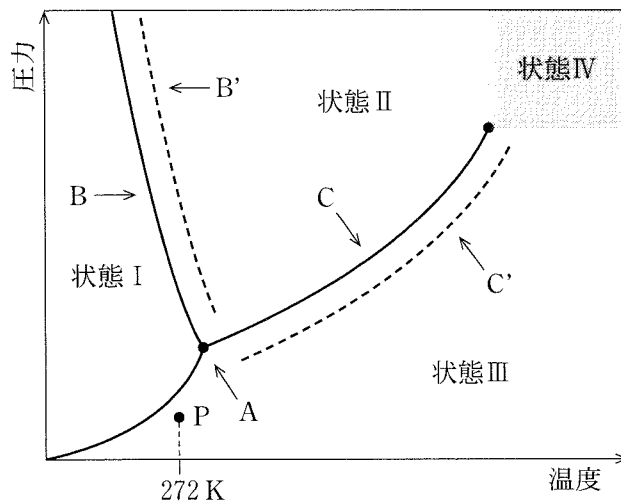


図 2

- ① 点 A の温度は水が液体で存在できる最低の温度である。
- ② 水は状態Ⅳにおいて固体と液体の中間的な性質を持っている。
- ③ 不揮発性物質の希薄水溶液の場合、曲線 B は B' の方向へ移動する。
- ④ 不揮発性物質の希薄水溶液の場合、曲線 C は C' の方向へ移動する。
- ⑤ 点 A では、固体、液体、気体の三つの状態の水が共存している。
- ⑥ 一定圧力のもとでの状態Ⅲから状態Ⅰへの変化は熱エネルギーを放出する変化である。
- ⑦ 点 P から温度を保ったまま圧力を上げていくと、気体→液体→固体へと水の状態が変化していく。

化学の問題は次頁につづく

Ⅲ 以下の問に答えよ。〔解答欄 ~ 〕

化合物 A, B, C はいずれも $C_{12}H_{16}O_2$ の分子式をもつエステルである。化合物 A, B, C に希硫酸を加え、それぞれを加水分解し、中和すると以下の化合物が生じた。各化合物に関する次の [1] ~ [4] の文章を読み、以下の問 1 ~ 4 に答えよ。

化合物 A → 化合物 D + 化合物 E

化合物 B → 化合物 D + 化合物 F

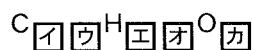
化合物 C → 化合物 D + 化合物 G

- [1] 化合物 D に過マンガン酸カリウム水溶液を加え加熱したのちに希硫酸を加えると、炭素原子数が変化することなく化合物 X を生成した。化合物 X はポリエチレンテレフタラートの原料として利用される化合物であった。
- [2] 化合物 D 68.0 mg を完全燃焼させると二酸化炭素 176.0 mg と水 36.0 mg を生成した。
- [3] 化合物 E と化合物 G は硫酸酸性の二クロム酸カリウム水溶液を加えおだやかに反応させると、還元作用を示す化合物を生じ、さらに反応させると酸性化合物を生成した。一方、化合物 F は同じ条件では反応しなかった。
- [4] 化合物 E, F, G の沸点を比べると、化合物 E の沸点がもっとも高かった。

問 1 化合物 X としてもっとも適切なものを下の ① ~ ⑧ の中から 1 つ選べ。

- ① 安息香酸 ② イソプレン ③ クメン ④ サリチル酸
⑤ テレフタル酸 ⑥ *o*-キシレン ⑦ *m*-キシレン ⑧ *p*-キシレン

問 2 化合物 D の分子式を、以下の解答例にならって答えよ。



<解答例> $C_{12}H_{16}O_2$ ならば, $C \begin{array}{|c|} \hline 1 \\ \hline \end{array} \begin{array}{|c|} \hline 2 \\ \hline \end{array} H \begin{array}{|c|} \hline 1 \\ \hline \end{array} \begin{array}{|c|} \hline 6 \\ \hline \end{array} O \begin{array}{|c|} \hline 2 \\ \hline \end{array}$

CH_4 ならば, $C \begin{array}{|c|} \hline 0 \\ \hline \end{array} \begin{array}{|c|} \hline 1 \\ \hline \end{array} H \begin{array}{|c|} \hline 0 \\ \hline \end{array} \begin{array}{|c|} \hline 4 \\ \hline \end{array} O \begin{array}{|c|} \hline 0 \\ \hline \end{array}$

問 3 化合物 D に関して正しい記述を下の①～⑤の中からすべて選べ。

キ

- ① 塩化鉄(Ⅲ)水溶液を加えると紫色を呈する。
- ② フェーリング液を加え加熱すると赤色沈殿を生じる。
- ③ 炭酸水素ナトリウム水溶液を加えると二酸化炭素を生じる。
- ④ ベンゼン環上の水素原子の1つがメチル基に置換されている。
- ⑤ ベンゼン環上の水素原子の1つを、さらに臭素原子に置換した場合、理論上、2種類の構造異性体が生じる(ただし、鏡像異性体は区別しないものとする)。

問 4 化合物 E, F, G に関して正しい記述を下の①～⑤の中からすべて選べ。

ク

- ① 化合物 G は不斉炭素原子をもつ。
- ② 化合物 G はヨードホルム反応を示す。
- ③ 化合物 E の分子式は $C_4H_{10}O$ である。
- ④ 化合物 E は枝分かれのある炭素鎖をもつ化合物である。
- ⑤ 化合物 E, F, G のなかでは、化合物 F の沸点がもっとも低い。

IV 酸化還元反応に関する以下の問に答えよ。〔解答欄 ア ~ セ 〕

問 1 次の文章を読んで、以下の問に答えよ。

過酸化水素は、反応する相手の物質によって、酸化剤としても還元剤としてもはたらく。例えば、硫酸酸性下におけるヨウ化カリウムとの反応では、過酸化水素は ア としてはたらく。このとき、過酸化水素の酸素原子の酸化数は、イ から ウ へと変化する。一方、硫酸酸性下における過マンガン酸カリウムとの反応では、過酸化水素は エ となる。この反応において、過酸化水素の酸素原子の酸化数は、イ から オ へと変化する。

(1) ア ~ オ に入る語または数字を下の①~⑦の中からそれぞれ選べ。

- | | | | |
|-------|-------|-------|-------|
| ① 還元剤 | ② 酸化剤 | ③ - 2 | ④ - 1 |
| ⑤ 0 | ⑥ + 1 | ⑦ + 2 | |

(2) 硫酸酸性下において、 6.00×10^{-2} mol/L の過酸化水素水 10.0 mL と過不足なく反応する過マンガン酸カリウムの物質量はいくらか。有効数字 3 桁で求めよ。ただし、ケ は符号とし、+ の場合は①を、- の場合は②をマークせよ。また、ゼロ乗の時は 10 の指数を + 0 とせよ。

$$\text{カ} . \text{キ} \text{ク} \times 10^{\text{ケ} \text{ク}} \text{mol}$$

(3) 次に示した酸化還元反応①~⑤において、下線を付けた物質が、上の文章の ア のはたらきをするものはどれか。すべて選べ。 サ

- ① Cu + 4 HNO₃ → Cu(NO₃)₂ + 2 H₂O + 2 NO₂
- ② Cl₂ + SO₂ + 2 H₂O → 2 HCl + H₂SO₄
- ③ MnO₂ + 4 HCl → MnCl₂ + 2 H₂O + Cl₂
- ④ NaClO + 2 HCl → NaCl + H₂O + Cl₂
- ⑤ Fe + S → FeS

問 2 図 3 のように電解槽 A と電解槽 B を並列につないだ装置を組み立てた。それぞれの電解槽には、表 2 に示した電解槽①～⑤のいずれかを用い、電気分解は、電源から 1.93 A の電流を流して行った。図 4 のグラフは、各電解槽の電極上で生成した単体の物質量を、電流を流した時間との関係で示している。以下の問に答えよ。

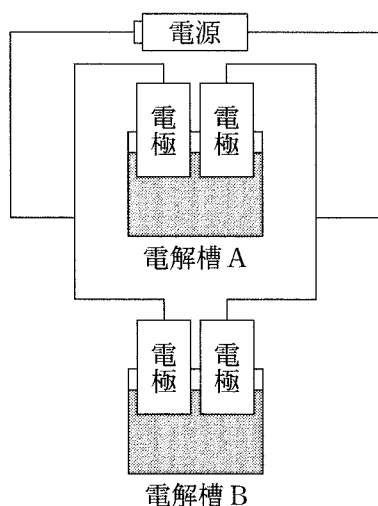


図 3

表 2

電解槽	電解液中の電解質	電極の種類	
		陰極	陽極
①	AgNO ₃	Pt	Pt
②	CuCl ₂	C	C
③	Na ₂ SO ₄	Pt	Pt
④	CuSO ₄	Cu	Cu
⑤	KI	Pt	Pt

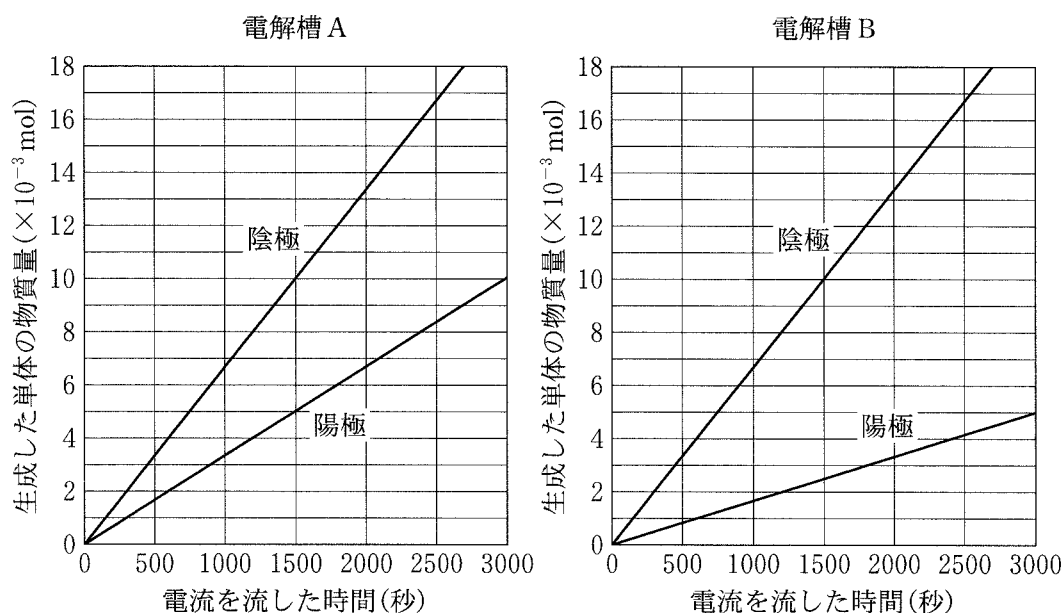


図 4

(1) 電解槽 B には、表 2 の電解槽①～⑤のうち、どの電解槽を用いたか。

(2) 電解槽 A と B に流れた電気量を最も簡単な整数比で答えよ。

電解槽 A : 電解槽 B = :