

クラス		受験番号	
出席番号		氏 名	

2012年度 全統高2記述模試問題 理 科

2013年1月実施

(1科目 60分)

試験開始の合図があるまで、この問題冊子を開かず、下記の注意事項をよく読むこと。

注 意 事 項

1. 問題冊子は36ページである（物理Ⅰ 1～8ページ、化学Ⅰ 9～22ページ、生物Ⅰ 23～36ページ）。
2. 解答用紙は別冊になっている。（「受験届・解答用紙」冊子表紙の注意事項を熟読すること。）
3. 本冊子に脱落や印刷不鮮明の箇所及び解答用紙の汚れ等があれば、試験監督者に申し出ること。
4. 試験開始の合図で「受験届・解答用紙」冊子の理科の解答用紙を切り離し、下段の所定欄に **氏名・在学高校名・クラス名・出席番号・受験番号**（受験票の発行を受けている場合のみ）を明確に記入すること。なお、氏名には必ずフリガナも記入のこと。
5. 解答には、必ず黒色鉛筆を使用し、解答用紙の所定欄に記入すること。
6. 指定の解答欄外へは記入しないこと。採点されない場合があります。
7. 試験終了の合図で上記4.の事項を再度確認し、試験監督者の指示に従って解答用紙を提出すること。

物 理 I

1 (配点 35点)

次の〔A〕, 〔B〕に答えよ。

- 〔A〕 質量が M 、長さが L である細い棒 AB を、天井に他端を固定した軽い糸と床に固定されたなめらかな表面をもつ円柱を用いて、図 1 のように静止させた。このとき、棒と天井を結ぶ糸は鉛直線に対して 30° の角度をなし、棒の B 端から $\frac{1}{5}L$ のところが円柱面上の点 Q (円柱の中心を O として OQ は鉛直線と 30° の角度となる点) に接した状態で棒は静止した。棒は均質ではなく、棒の重心の位置が棒の中央とは限らない。重力加速度の大きさを g として、以下の問に答えよ。

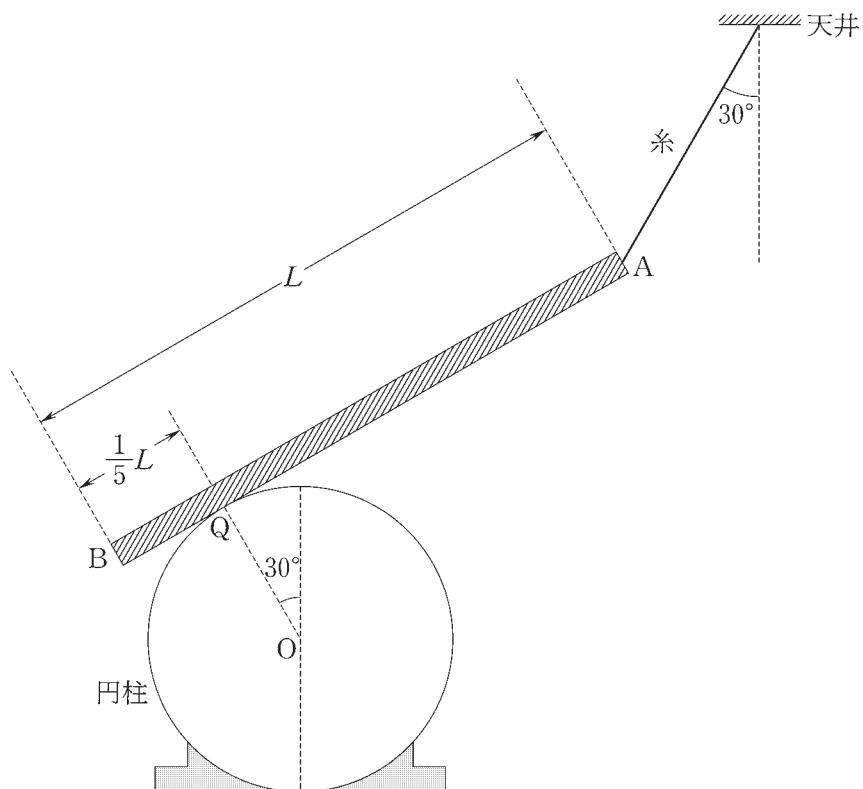


図 1

問 1 棒にはたらく力のつり合いの式を，水平方向と鉛直方向のそれぞれについて書け。ただし，棒の A 端にはたらく糸の張力の大きさを T ，円柱面から受ける垂直抗力の大きさを N とする。

問 2 A 端から棒の重心の位置までの距離を x として，棒にはたらく力の，A 端のまわりの力のモーメントのつり合いを表す式を M, N, g, L および x を用いて表せ。

問 3 N, T の大きさをそれぞれ M, g を用いて表せ。また， x を L を用いて表せ。

〔B〕 図2のように，水平面とのなす角が θ の斜面がある。斜面上の AB 間はなめらかで，その距離は l であり，BC 間はあらくなっている。いま，質量 m の小物体 P を点 A から静かに放すと，AB 間を加速しながら進み，点 B を通過後，しだいに減速し BC 間のある点で静止した。重力加速度の大きさを g ，空気抵抗は無視できるものとして，以下の問に答えよ。

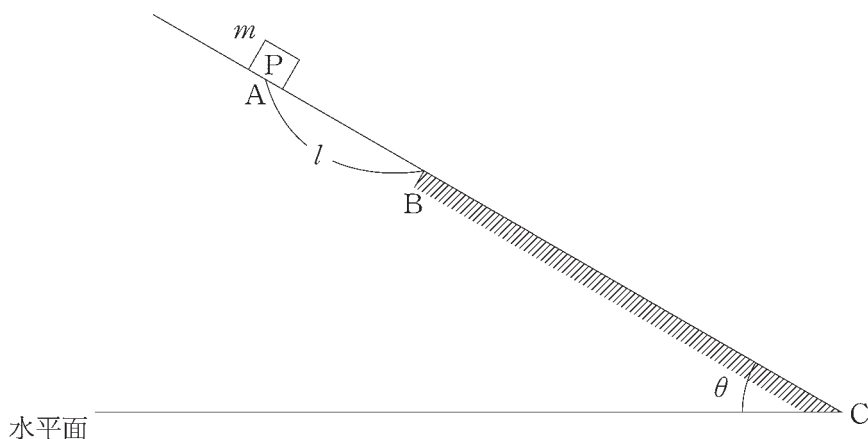


図 2

問 4 小物体 P が AB 間を運動しているときの加速度の大きさを求めよ。また，斜面から受ける垂直抗力の大きさを求めよ。

問 5 小物体 P が点 B に達したときの速さを求めよ。

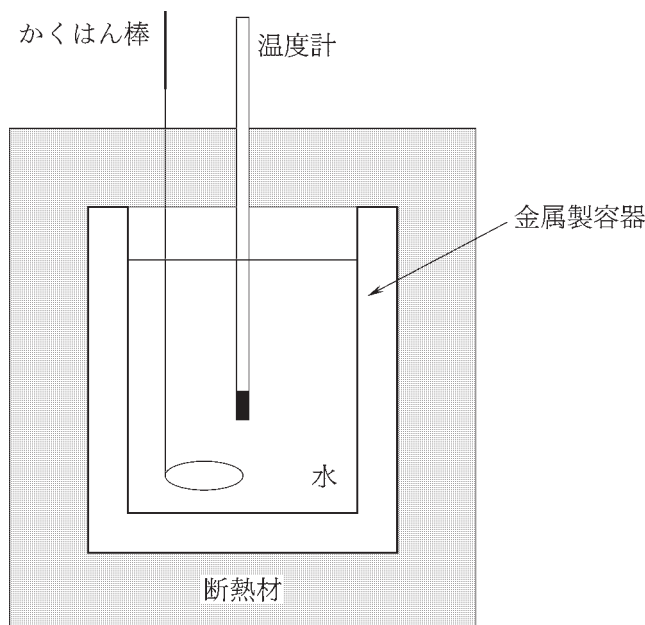
問 6 小物体 P が BC 間を運動しているとき，P にはたらくすべての力を，解答用紙に矢印で図示せよ（矢印の長さ与作用点は適当でよい）。また，P の加速度を a として，運動方程式をたてよ。ただし，加速度は斜面に沿って下向きを正とし，P と斜面との間の動摩擦係数を μ とする。

問 7 小物体 P が点 B から距離 $2l$ 移動した点で静止したとする。このことから，動摩擦係数 μ の値を θ を用いて表せ。なお，解答は結論だけでなく，式・説明も記せ。

(下書き用紙)

2 (配点 30点)

図に示す水熱量計を用いて、金属の比熱を測定する実験をおこなった。水熱量計は、金属製容器とかくはん棒と温度計から成っていて、中には水が入れられ、まわりは断熱材で覆われている。外部との熱のやりとりは無視できるものとする。水の比熱を $4.2 \text{ J}/(\text{g} \cdot \text{K})$ として、以下の問に答えよ。



問1 次の文章を読み、 に最も適する語を下の解答群の中から選べ。

物体に熱量を与えたときにどれだけ温度上昇するかは、その物体の種類や質量によって異なる。物体全体の温度を 1K だけ上昇させるのに必要となる熱量のことを (ア) といい、そのとき単位質量あたりに必要となる熱量のことを (イ) という。したがって、質量が等しい2つの物体にそれぞれ同じだけの熱量を加えた場合、温度上昇が大きいのは、 (イ) が (ウ) 物体の方である。また、高温物体と低温物体を接触させると、必ず高温物体から低温物体へ熱が移動し、最終的に同じ温度となる。この状態を (エ) という。

解答群

熱平衡 比熱 熱容量 潜熱 融解熱 大きい 小さい

問 2 最初に、水熱量計の熱容量を測定するための実験（実験 1）をおこなった。

実験 1：水熱量計に 50 g の水を入れておく。このときの水と水熱量計の温度は 20°C であった。この水熱量計の中に、質量 100 g、温度 36°C の水をさらに加えて、静かにかくはんしたところ、全体の温度は 30°C となった。

- (ア) 後から加えた水が失った熱量を求めよ。
- (イ) はじめに水熱量計に入れてあった水が得た熱量を求めよ。
- (ウ) 水熱量計が得た熱量を求めよ。
- (エ) 水熱量計の熱容量を求めよ。

問 3 次に、金属の比熱を測定するための実験（実験 2）をおこなった。

実験 2：実験 1 に続いて（水は 150 g で全体の温度は 30°C になっている）、水熱量計の中に、 90°C に温めた質量 300 g の金属球を入れて静かにかくはんしたところ、全体の温度は 40°C となった。

- (ア) 水と水熱量計が得た熱量の合計値を求めよ。
- (イ) この金属球の比熱を求めよ。

3 (配点 35点)

図1のように、振動数を自由に変えることのできる振動装置に弦の一端をつなぎ、他端には滑車を通して1個の質量が m [kg] のおもりをつなぐ（おもりの数は変えることができる）。また、装置と滑車の間に位置を変えらることのできるコマを設置する。装置の振動は鉛直方向の微小振動であり、ある振動数のとき、弦には鉛直方向に振動する安定した定常波が形成される。図2のように弦が振動装置につながれた位置を原点 O として、弦に沿って x 軸を設定する。はじめ、コマの位置は $x=L$ [m] である。原点 O とコマの位置は弦の固定端と考えてよく、弦の振動は正弦波とし、弦の変位 y [mm] は鉛直上向きを正とする。以下の問に答えよ。なお、 $\sqrt{2}$ などの無理数はそのまま解答に用いてよい。

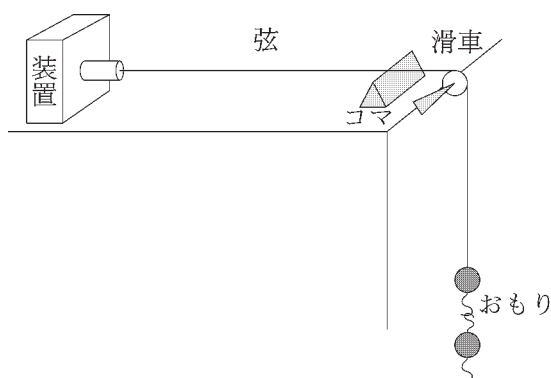


図1

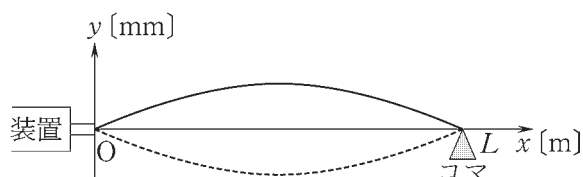


図2

問1 次の文章を読み、 に適切な語句を入れ、正しい文章を完成させよ。

装置の振動は弦を波として伝わり、コマの位置で (ア) する。振動数がある条件を満たすとき、装置からコマの向きに進む波と、コマで (イ) して逆向きに進む波が (イ) して定常波が形成される。

問2 おもりが1つのとき、装置の振動数を f_1 [Hz] に設定すると、図2のように表される定常波ができた。弦を伝わる波の波長および速さを、それぞれ f_1 , L のうち必要なものを用いて表せ。

問3 おもりの数（1つ）を変えずに装置の振動数をゆっくり増していくと、定常波はいったん消えたが、振動数 f_2 [Hz] のとき再び定常波が形成された。さらに振動数をゆっくり増していくと定常波はいったん消え、振動数 f_3 [Hz] のときまた定常波が形成された。 f_2, f_3 をそれぞれ f_1 を用いて表せ。

問4 振動数 f_3 [Hz] のとき、 $x = \frac{1}{2}L$ [m] の位置で、弦の変位の時間変化は図3のようになった（振幅は A [mm]，周期は $\frac{1}{f_3}$ [s]）。

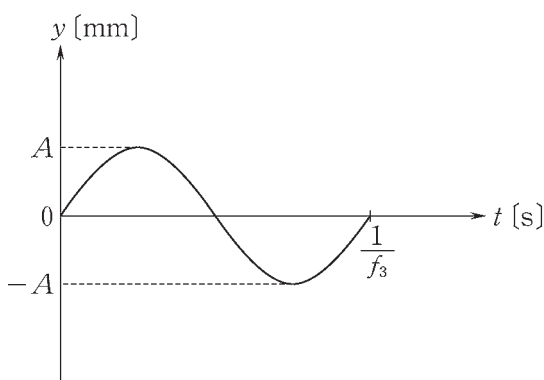


図3

(ア) このとき弦に生じている定常波の概形を図2を参考にして描け。

(イ) このとき $x = \frac{1}{4}L$ [m] および、 $x = \frac{1}{3}L$ [m] の位置における弦の変位の時間変化を、 $0 \leq t \leq \frac{1}{f_3}$ [s] の範囲でそれぞれグラフに描け。

問5 振動数を f_3 [Hz] で一定にして、おもりの個数を2つに増やすと、定常波ができなくなった。そこで、コマを x 軸の正の向きにゆっくり移動していくと、やがて定常波が現れた。このときのコマの x 座標を L を用いて表せ。また、このとき弦に生じている定常波の腹の数はいくつか。ただし、弦を伝わる波の速さ v [m/s] は、弦の張力の大きさ S [N]，弦の線密度 ρ [kg/m] を用いて、 $v = \sqrt{\frac{S}{\rho}}$ [m/s] と表されることを用いよ。

化 学 I

必要であれば，次の数値を用いよ。

原子量 H 1.0 C 12 O 16 S 32 Ba 137

標準状態における気体のモル体積 22.4 L/mol

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

- 1** 次の表 1 は，10 種類の原子ア～コの電子配置を示したものである。これらの原子について，問 1 ～問 6 に答えよ。(配点 25点)

表 1

	電子殻の電子の数			
	K	L	M	N
ア	1			
イ	2	6		
ウ	2	7		
エ	2	8	1	
オ	2	8	2	
カ	2	8	4	
キ	2	8	6	
ク	2	8	7	
ケ	2	8	8	
コ	2	8	8	1

問 1 次の文章中の空欄 ～ にあてはまる語、数値を記せ。

元素の周期表の横の行を周期，縦の列を族という。同じ族に属する元素を同族元素といい，特別の名称でよばれるものがある。たとえば，**エ**と**コ**は 元素，**ウ**と**ク**は 元素，**ケ**は希ガス元素とよばれる。

ア～**コ**の中で非金属元素の原子であるものは， 種類ある。

問 2 次の (1)～(4) にあてはまる原子を**ア**～**コ**のうちから一つずつ選び，**元素記号**で記せ。

- (1) 周期表の第 3 周期に属し，電子親和力が最も大きい原子。
- (2) 価電子の数が 0 である原子。
- (3) 単体が共有結合の結晶を形成する原子。
- (4) 2 価の陰イオンの電子配置が K 殻に 2 個，L 殻に 8 個である原子。

問 3 **イ**，**ウ**，**エ**が安定なイオンになったとき，これらをイオン半径(イオンの大きさ)の大きいものから順に**イオン式**で記せ。

問4 イオン化エネルギーに関する次の文章を読み、下の(1)、(2)に答えよ。

気体状態の原子から1個の 1 を取り去って、1価の 2 イオンにするのに必要なエネルギーを第一イオン化エネルギーという。イオン化エネルギーが 3 いほど 2 イオンになりやすい。1価の 2 イオンからさらに1個の 1 を取り去るのに必要なエネルギーを第二イオン化エネルギーという。また、2価の 2 イオンからさらに1個の 1 を取り去るのに必要なエネルギーを第三イオン化エネルギーという。

- (1) 上の文章中の空欄 1 ～ 3 にあてはまる語句を記せ。
- (2) 次の表2は3つの原子①～③の第一～第三イオン化エネルギーの値を示したものであり、図1はそれをグラフにしたものである。①～③はエ、オ、ケのいずれかの原子に対応する。オに対応する原子を①～③のうちから一つ選び、その番号を記せ。

表 2

	イオン化エネルギー [kJ/mol]		
	第一	第二	第三
①	496	4561	6910
②	737	1450	7730
③	1520	2665	3929

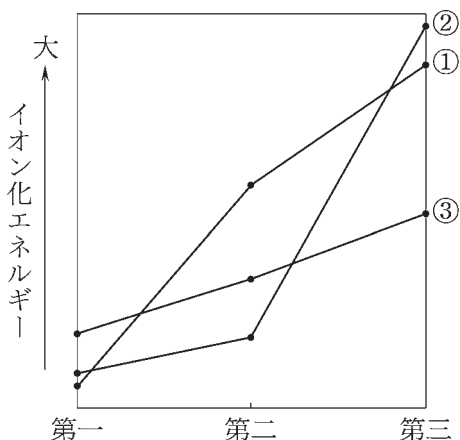


図 1

問 5 原子の相対質量 1.00 の **ア** と相対質量 35.0 の **ク** からなる分子 **X** と相対質量 1.00 の **ア** と相対質量 37.0 の **ク** からなる分子 **Y** がある。次の (1) ～ (3) の大小関係を下の【解答群】の (ア) ～ (ウ) のうちから一つずつ選び、その記号を記せ。

- (1) 1 分子中に含まれる中性子の数。
- (2) 標準状態で同体積の気体中に含まれる分子の数。
- (3) 同じ質量中に含まれる分子の数。

【解答群】

(ア) $X > Y$

(イ) $X = Y$

(ウ) $X < Y$

問 6 **イ** と **ク** からなる化合物 **A** 中の **ク** の質量百分率は 81.6 % であった。**A** の組成式を記せ。ただし、**ク** は相対質量 35.0 の同位体の存在比が 75.0 %、相対質量 37.0 の同位体の存在比が 25.0 % であるとする。

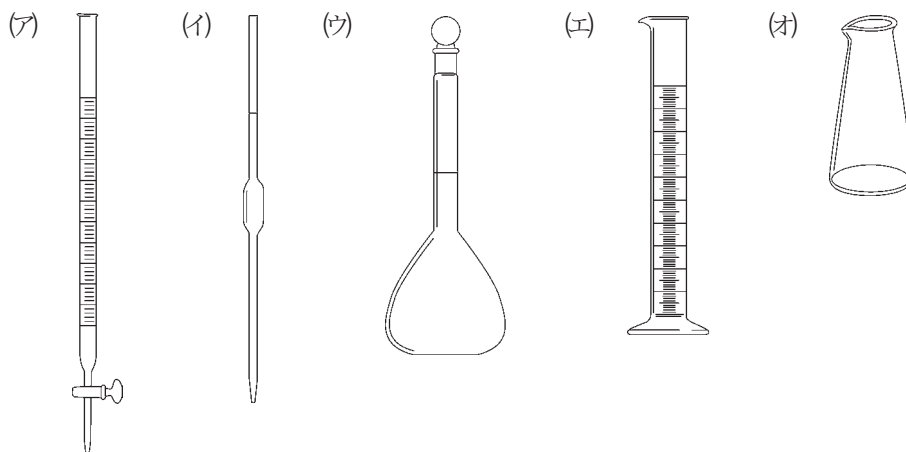
2 次の《操作1》～《操作3》を読み、問1～問8に答えよ。(配点 25点)

《操作1》 シュウ酸二水和物($\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) a g を正確にはかり取り、水を加えて溶かし、500 mL の 1 に移して標線まで水を加え、0.0500 mol/L のシュウ酸水溶液を調製した。

《操作2》 操作1で調製した 0.0500 mol/L シュウ酸水溶液を 20 mL のホールピペットを用いて正確にはかりとり、コニカルビーカーに移した後、指示薬を適量加えた。次に、濃度不明の水酸化ナトリウム水溶液を 2 に入れて滴下した。この滴定により、水酸化ナトリウム水溶液の濃度が 0.10 mol/L と算出された。

問1 文章中の空欄 1 , 2 にあてはまる器具を【解答群1】の(ア)～(オ)のうちから一つずつ選び、その記号を記せ。また、それらの器具の名称を【解答群2】の(あ)～(お)のうちから一つずつ選び、その記号を記せ。

【解答群1】



【解答群2】

(あ) 三角フラスコ (い) ビュレット (う) メスシリンダー
(え) メスフラスコ (お) メスピペット

問2 文章中の空欄 a に入る数値を求め、四捨五入により有効数字3桁で答えよ。

問3 操作2で、シュウ酸の中和に要した水酸化ナトリウム水溶液の体積は何 mL であったか。四捨五入により有効数字2桁で答えよ。

《操作 3》 1 価の強酸 HX と 1 価の弱酸 HY の混合水溶液 **A** がある。ここに水酸化ナトリウム水溶液を滴下していくと、はじめに HX が反応し、HX が完全に反応し終わった後、HY の反応が始まる。この滴定では、HX および HY の中和反応が終わる(中和点)前後で、水溶液の pH が急変する。なお、HX および HY と NaOH の中和反応はそれぞれ次の式で表される。



混合水溶液 **A** を 20 mL はかりとり、操作 2 で調製した 0.10 mol/L 水酸化ナトリウム水溶液を滴下した。滴下量が 10 mL になったとき、最初中和点(中和点 **p**)に達し、はじめにあった HX のすべてが反応し終わった。中和点 **p** における水溶液の pH は 4.0 であった。さらに、水酸化ナトリウム水溶液を滴下したところ、滴下量が 40 mL になったとき、2 つ目の中和点(中和点 **q**)に達し、はじめにあった HY のすべてが反応し終わった。このときの滴定曲線は次の図 1 で表される。

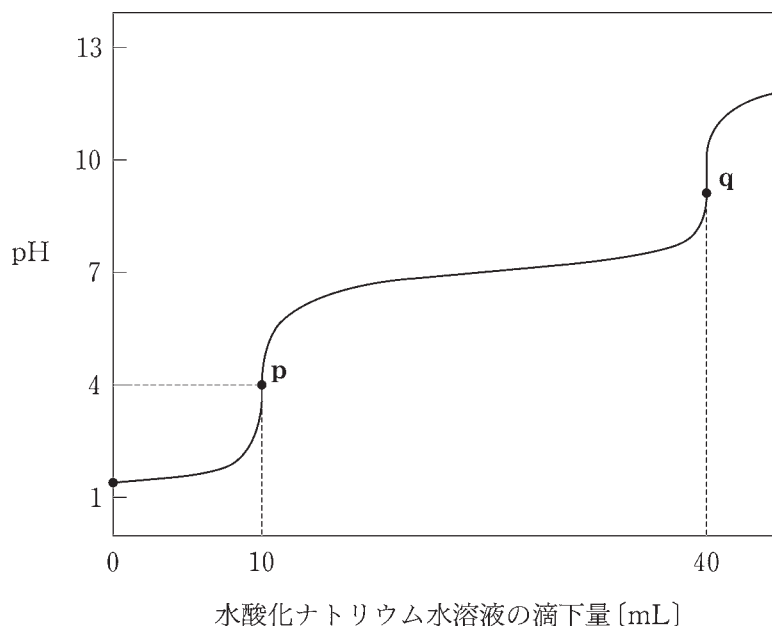


図 1

問 4 次の表 1 は，4 種類の指示薬 (ア)～(エ) の変色域を示したものである。この滴定における中和点 p および中和点 q を知るために最も適当な指示薬を，(ア)～(エ) のうちから一つずつ選び，その記号を記せ。

表 1

指示薬	(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)
変色域 (pH)	1.2～2.8	3.1～4.4	4.5～8.3	8.2～10.0

問 5 操作 3 において，滴下した水酸化ナトリウム水溶液の体積が何 mL のとき，次の (1)，(2) の状態となるか。それぞれについて，四捨五入により整数で答えよ。

(1) NaX と NaY のモル濃度が等しい。

(2) HY と NaY のモル濃度が等しい。

問 6 混合水溶液 A 中の HX および HY のモル濃度はそれぞれ何 mol/L か。四捨五入により有効数字 2 桁で答えよ。

問 7 中和点 p において， HY の電離度はいくらか。四捨五入により有効数字 2 桁で答えよ。

問 8 中和点 p を知るための指示薬として，変色域が pH 6.0～7.6 の指示薬を誤って用いてしまった。この場合，混合水溶液 A 中の HX および HY のモル濃度は，正しいモル濃度と比べてどのように算出されるか。次の (ア)～(ウ) のうちから一つずつ選び，その記号を記せ。ただし，中和点 q を知るための指示薬は適切なものを用いたものとする。

(ア) 大きく算出される。

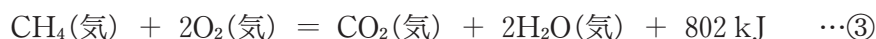
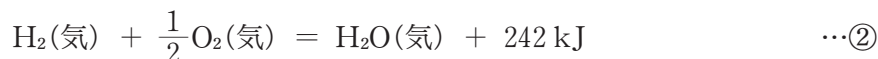
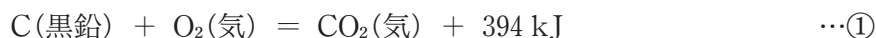
(イ) 小さく算出される。

(ウ) 変わらない。

(下書き用紙)

3 次の文章を読み、問 1 ～問 6 に答えよ。(配点 25点)

黒鉛、水素およびメタンの燃焼反応を表す熱化学方程式は、それぞれ次の①式～③式で表される。



問 1 次の文章(1)～(3)の正誤を判断し、正しいものには○を、誤りを含むものには×を記せ。

- (1) 二酸化炭素の生成熱は 394 kJ/mol である。
- (2) 液体の水の生成熱は 242 kJ/mol より小さい。
- (3) メタン 2 mol が完全燃焼し、二酸化炭素と気体の水が生じるときの反応熱は 1604 kJ である。

問 2 メタンの生成熱を表す熱化学方程式を記せ。ただし、反応熱は四捨五入により整数で記し、物質の状態や同素体名を付記すること。

問 3 次の熱化学方程式の反応熱 Q [kJ] を求め、四捨五入により整数で答えよ。



水素－酸素燃料電池は，水素の燃焼により生じるエネルギーの一部を電気エネルギーに変換する装置である。近年，家庭用燃料電池の水素供給源として，都市ガスの主成分であるメタンを利用した方法が実用化されている。燃料電池中の電解質には酸が用いられている。

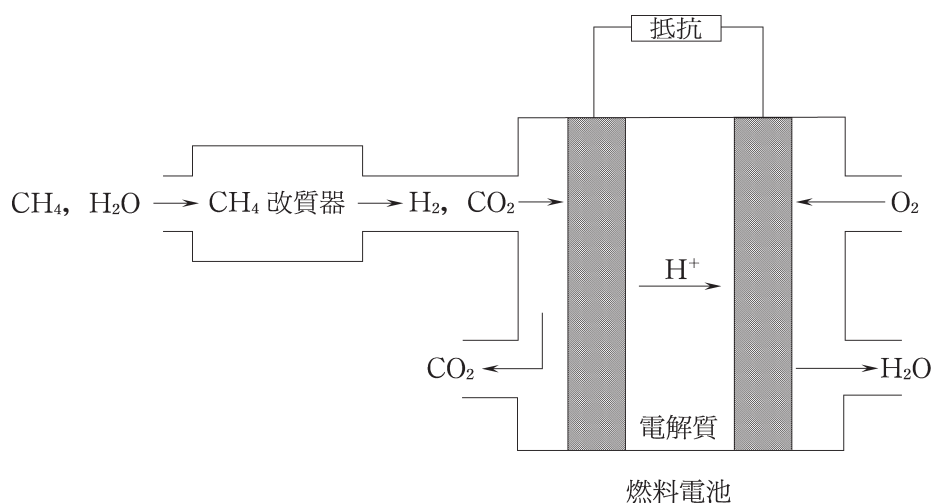
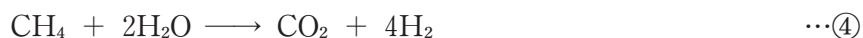


図 1

この方法では，メタンを水蒸気と反応させて，水素と二酸化炭素を得る。これをメタンの改質という。



④式によって得られた混合気体を，図1のように燃料電池の負極側に導入すると，次の⑤式にしたがって水素が反応し，電子 e^- が放出される。



また，燃料電池の正極側では，次の⑥式にしたがって空気中の酸素と水素イオンが反応し，水が生成する。



④式～⑥式をまとめると⑦式になり，この装置全体としてメタンの完全燃焼が起きていることになる。



問 4 文章中の空欄 1 , 2 を埋め、電子 e^- を含むイオン反応式を完成させよ。

問 5 次の (1)～(3) に答えよ。

- (1) ④式の反応により、標準状態において 22.4 L のメタンから得られる水素は何 mol か。四捨五入により有効数字 2 桁で答えよ。
- (2) 水素 1 mol が消費されるとき、回路に流れる電気量は理論上、何 C(クーロン) か。四捨五入により有効数字 3 桁で答えよ。
- (3) 標準状態において 22.4 L のメタンを燃料として用いた場合、理論上、20 A の電流を何秒間放電することができるか。四捨五入により有効数字 3 桁で答えよ。

問 6 この燃料電池では、水素の燃焼(②式)により発生するエネルギーのうち、45 % が電気エネルギーとして取り出せる。電気エネルギーとして取り出せない 55 % のエネルギーの一部はメタンの改質(④式)により消費され、残りは熱エネルギーとして外部に放出される。

メタン 1 mol を用いたとき、外部に放出された熱エネルギーは何 kJ か。四捨五入により整数で答えよ。ただし、問題文中に与えられた反応以外は起こらないものとし、反応物および生成物の水はすべて気体であるものとする。

(下書き用紙)

4 次の文章を読み、問 1 ～問 5 に答えよ。(配点 25点)

硫黄 S は、単体または化合物として自然界に数多く存在している。

単体の S は、空気中で点火すると青白い炎を上げて燃焼する。

(a)
化合物には、硫化水素 H_2S や二酸化硫黄 SO_2 、硫酸 H_2SO_4 などがあり、硫化水素は酸素と反応すると、硫黄が生成する。



この反応では、 H_2S が 1 剤として、 O_2 が 2 剤としてはたらいっている。

また、 H_2SO_4 は濃度や条件を変えることでそのはたらきに違いが生じる。たとえば、希硫酸に銅を加えても反応しないが、濃硫酸に銅を加えて加熱すると次の反応が起こり、
(b)
 SO_2 を発生しながら銅が溶ける。



このとき、 H_2SO_4 は 3 剤としてはたらいっている。

問 1 次の (1) ～ (4) の単体または化合物中の S 原子の酸化数をそれぞれ記せ。

(1) S (2) H_2S (3) SO_2 (4) H_2SO_4

問 2 文章中の空欄 1 ～ 3 にあてはまる語を、次の (ア) ～ (ウ) のうちから一つずつ選び、その記号を記せ。ただし、同じ記号を繰り返し選んでもよい。

(ア) 酸化 (イ) 還元 (ウ) 中和

問 3 下線部(a)で起こる変化を化学反応式で記せ。

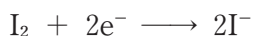
問 4 下線部(b)について、希硫酸に銅を加えても反応しないが、希硫酸に鉄を加えると水素 H_2 を発生しながら鉄が溶ける。次の (ア) ～ (オ) の金属単体のうち、希硫酸に加えたときに水素を発生しながら溶けるものをすべて選び、その記号を記せ。

(ア) アルミニウム (イ) 金 (ウ) 銀
(エ) ニッケル (オ) 白金

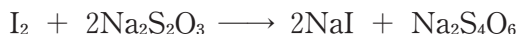
問 5 硫化水素 H_2S と二酸化硫黄 SO_2 の気体の混合物(混合気体 A とする)に含まれる H_2S と SO_2 の物質量をそれぞれ求めるために次の実験を行った。これについて、下の (1)～(4) に答えよ。

《実験》 混合気体 A を 0.050 mol/L のヨウ素 I_2 を含む溶液 100 mL に完全に吸収させた。吸収後の溶液に塩化バリウム BaCl_2 水溶液を白色沈殿が新たに生じなくなるまで加えた後、ろ過した。得られた白色沈殿の質量は 0.699 g であった。また、ろ液に残っているヨウ素 I_2 をすべて還元するために、 0.10 mol/L のチオ硫酸ナトリウム $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 水溶液を 10.0 mL 要した。

- (1) ヨウ素と硫化水素の反応およびヨウ素と二酸化硫黄の反応をそれぞれ化学反応式で記せ。ここで、 I_2 、 H_2S および SO_2 が反応するときの電子 e^- を含むイオン反応式は、それぞれ次のようになる。



- (2) 下線部(c)の白色沈殿の化学式を記せ。
- (3) 下線部(d)について、ろ液に残っているヨウ素は何 mol か。四捨五入により有効数字 2 桁で答えよ。ただし、 I_2 と $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ の反応は次式で表される。



- (4) この実験で用いた混合気体 A 中の硫化水素と二酸化硫黄の物質量はそれぞれ何 mol か。四捨五入により有効数字 2 桁で答えよ。

生 物 I

1 細胞分裂に関する次の文章を読み、下の各問に答えよ。(配点 25点)

細胞分裂を繰り返している細胞において、核分裂が行われている時期を分裂期、核分裂が終了してから次の核分裂が始まるまでの時期を間期という。分裂期はさらに前期、中期、後期、終期に分けられる。前期には核膜や 1 が消失し、両極付近から 2 が伸びて、その先端が染色体のくびれた部分である 3 に結合する。続いて、_a中期を経て、後期に至ると染色体は両極へと移動し、終期に核膜や 1 が再び出現するとともに、_b細胞質分裂が起こり、細胞が二分される。分裂期が終了すると間期に入り、しばらくして再び分裂期に入る。このように、分裂期が終わってから間期を経て次の分裂期が終わるまでを細胞周期と呼ぶ。細胞周期は、分裂期が終わってから DNA 合成が起こるまでの時期(I 期)、DNA 合成が行われている時期(II期)、DNA 合成が終わってから分裂期に入るまでの時期(III期)、分裂期の 4 つの時期に分けられる。

動物細胞の増殖について調べるために、次の実験 1 ～ 3 を行った。

実験 1 動物細胞をシャーレで培養し、48時間ごとに細胞数を計測して、細胞数の変化を調べたところ、表 1 の結果を得た。

表 1

時間	0 時間	48 時間	96 時間
細胞数(×10 ⁴ 個)	0.4	1.6	6.4

実験 2 培養開始48時間後に**実験 1**で培養をしているシャーレから細胞を取り出して細胞あたりの DNA 量を測定し、DNA 量と細胞数の関係を調べたところ、図 1 の結果を得た。このとき、Aの部分の細胞数：Bの部分の細胞数：Cの部分の細胞数=2：1：1であった。

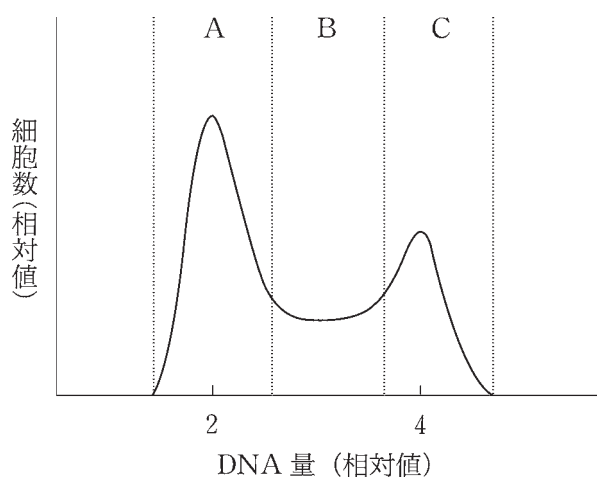


図 1

実験 3 培養開始48時間後に**実験 1**で培養をしているシャーレに DNA の合成を阻害する物質 X を加え、そのまま 6 時間培養を続けたあと細胞を取り出し、細胞あたりの DNA 量を測定し、DNA 量と細胞数の関係を調べた。

問 1 文章中の 1 ～ 3 に入る適当な語を記せ。

問 2 細胞分裂には体細胞分裂と減数分裂がある。体細胞分裂と比較したときの減数分裂の特徴として適当なものを次のア～エから 1 つ選び、記号で答えよ。

ア 連続した 2 回の分裂が起こり、第一分裂と第二分裂の間で染色体が複製される。

イ 第一分裂、第二分裂ともに、相同染色体が対合した二価染色体が形成される。

ウ 染色体の分離のしかたは、第一分裂は体細胞分裂と同じであるが、第二分裂は異なっている。

エ 第一分裂では染色体数が半減するが、第二分裂では染色体数は変化しない。

問 3 動物の成体の体細胞では、盛んに細胞分裂を繰り返している細胞と、細胞分裂を行わない細胞がある。細胞分裂を行わない細胞として最も適当なものを次のア～エから 1 つ選び、記号で答えよ。

ア 精原細胞 イ 骨髄細胞 ウ 小腸上皮細胞 エ 神経細胞

問 4 下線部 a について、体細胞分裂中期の染色体はどのような状態になっているか、20 字以内で述べよ。

問 5 下線部 b について、植物細胞と比べたときの動物細胞の細胞質分裂の特徴を 30 字以内で述べよ。

問 6 図 1 の C の部分の細胞は細胞周期のどの時期にあたるか。次のア～エから該当するものをすべて選び、記号で答えよ。

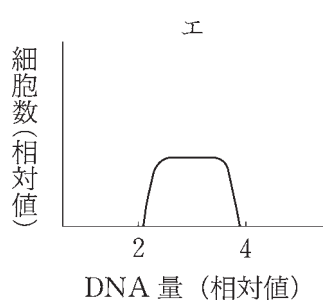
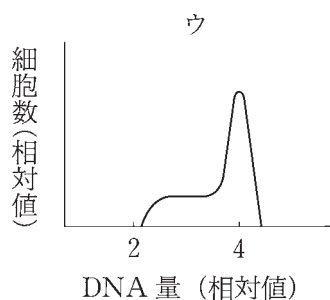
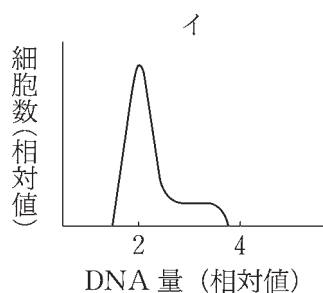
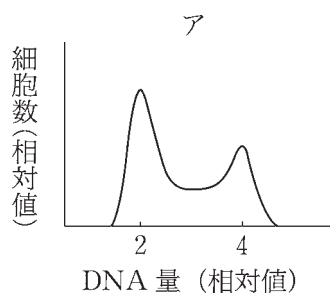
ア I 期 イ II 期 ウ III 期 エ 分裂期

問 7 実験 1・2 について、次の(1)・(2)に答えよ。なお、DNA 量の測定に際しては誤差が生じるので、A の範囲にある細胞は相対値 2 の DNA 量を、B の範囲にある細胞は相対値 2～4 の DNA 量を、C の範囲にある細胞は相対値 4 の DNA 量をそれぞれもつと考えよ。

(1) 1 回の細胞周期に要する時間は何時間か。

(2) II 期に要する時間は何時間か。

問 8 実験 3 で、物質 X を加えてから 6 時間後には、細胞あたりの DNA 量と細胞数の関係はどのようになると考えられるか。最も適当なものを次のア～エから 1 つ選び、記号で答えよ。



2 両生類の発生に関する次のA・Bの文章を読み、下の各問に答えよ。(配点 25点)

A 両生類の発生過程では、a 受精卵は卵割を繰り返して細胞数を増やし、桑実胚を経て胞胚となる。胞胚期を過ぎると陥入が始まり、b 原腸胚となって、この時期に三胚葉が分化する。その後、原腸胚は神経胚、尾芽胚を経て幼生となる。この間にさまざまな器官が形成されるが、器官の形成には誘導が大きな役割を果たしている。誘導は組織間の相互作用であり、形成体からの誘導作用と、それに反応する組織の感受性の両方が重要である。また、尾芽胚期に、c 眼が分化する過程では誘導の連鎖がみられる。

問1 下線部aについて、次の(1)～(3)に答えよ。

(1) 受精後には、精子進入点のほぼ反対側に表層の色がまわりとは異なる部位が出現する。この部位を何と呼ぶか。

(2) (1)で答えた部位は将来胚のどちらの側になるか。最も適当なものを次のア～エから1つ選び、記号で答えよ。

ア 頭側 イ 尾側 ウ 背側 エ 腹側

(3) 卵割に関する次の文章中の 1 と 2 に入る適当な数字または語を記せ。

カエルでは、1 回目の卵割で初めて不等割が起こり、桑実胚期では 2 極側の割球のほうが大きくなる。

問2 下線部bについて、図1は初期原腸胚の原基分布図である。図中の①～⑥は胚の表面の領域を示し、a～cはそれぞれ領域①、②、⑤の一部を示している。次の(1)～(4)に答えよ。

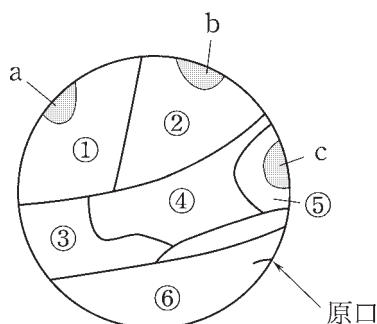


図1

- (1) 図1の③と④は尾芽胚では何に分化するか。次のア～オからそれぞれ1つずつ選び、記号で答えよ。

ア 神経 イ 側板 ウ 脊索 エ 表皮 オ 体節

- (2) 図1の①～⑥のうちで、神経胚初期に胚の表面にとどまっている領域をすべて選び、番号で答えよ。

- (3) 図1のa～cを用いた移植実験に関する次の文章中の 1 ～ 4 にあてはまる領域をa～cの記号で答えよ。ただし、移植は必ず切り出した部位とは異なる領域に対して行うものとする。また、同じ記号を繰り返し選んでもよい。

領域 1 から切り出した移植片を同じ時期の他の胚の領域 2 に移植すると、移植片は表皮に分化した。また、領域 3 から切り出した移植片を同じ時期の他の胚の領域 4 に移植すると、腹側に二次胚が形成された。

- (4) 図1の⑥からつくられる器官として誤っているものを次のア～オから1つ選び、記号で答えよ。

ア すい臓 イ 肺 ウ 肝臓 エ 腎臓 オ 小腸

問3 下線部cについて、次の(1)・(2)に答えよ。

- (1) 水晶体が誘導される過程で形成体として働く組織は何か。
(2) (1)の組織は将来眼のどの部分に分化するか。

B 水晶体の誘導に関して調べるために、アフリカツメガエルの胚を用いて**実験 1 ～ 3**を行った。

実験 1 予定水晶体域の外胚葉を初期神経胚、中期神経胚および後期神経胚から切り出し、それぞれを単独で培養した。このような培養実験を多数行い、切り出した予定水晶体域の外胚葉から水晶体が形成された割合(%)を調べ、その結果を表 1 に示した。

表 1

予定水晶体域の由来	初期神経胚	中期神経胚	後期神経胚
水晶体が形成された割合(%)	0	5	75

実験 2 初期神経胚の予定水晶体域の外胚葉を取り除き、そこに、初期原腸胚、後期原腸胚、初期神経胚および中期神経胚からそれぞれ切り出した将来水晶体になる領域の外胚葉(初期原腸胚については頭部の背側の表皮になる領域)を移植した。このような移植を多数行い、移植片から水晶体が形成された割合(%)を調べ、その結果を表 2 に示した。

表 2

移植片の由来	初期原腸胚	後期原腸胚	初期神経胚	中期神経胚
水晶体が形成された割合(%)	16	58	82	100

実験 3 初期神経胚の予定水晶体域の外胚葉を取り除き、そこに、初期原腸胚、後期原腸胚、初期神経胚および中期神経胚からそれぞれ切り出した将来頭部の腹側の表皮になる領域の外胚葉を移植した。このような移植を多数行い、移植片から水晶体が形成された割合(%)を調べ、その結果を表 3 に示した。

表 3

移植片の由来	初期原腸胚	後期原腸胚	初期神経胚	中期神経胚
水晶体が形成された割合(%)	17	50	14	0

問 4 実験 1 の結果から，外胚葉の水晶体への分化が決定される時期はいつか。最も適当なものを次のア～エから 1 つ選び，記号で答えよ。

ア 初期神経胚よりも前の時期

イ 初期神経胚から中期神経胚の時期

ウ 中期神経胚から後期神経胚の時期

エ 後期神経胚よりも後の時期

問 5 実験 2・3 の結果の比較から推察されることを，「誘導」「感受性」の語を用いて 60 字以内で述べよ。

3 神経に関する次の A・B の文章を読み、下の各問に答えよ。(配点 25点)

A 動物は外部環境の変化に対して適切に反応する。外界からの刺激は、さまざまな受容器で受け取られるが、受容器は特定の刺激に対して反応する特有の感覚細胞をもっており、それぞれの感覚細胞に有効な刺激を 1 という。また、感覚細胞はある強さ以上の 1 に対してのみ興奮するが、興奮を生じさせる最小限の刺激の強さを 2 という。一方、刺激に対して反応を行うのは筋肉などの効果器であり、受容器と効果器を結びつけているのが神経系である。

脊椎動物は発達した ^a 中枢神経系 をもち、受容器からの情報は感覚神経を経て中枢神経系に伝えられる。中枢神経系では情報が適切に処理され、^b その情報は運動神経によって効果器に伝えられる。神経細胞どうしや神経細胞と筋細胞の接合部は 3 と呼ばれ、神経伝達物質が分泌されて情報が伝達される。神経伝達物質にはさまざまな種類があるが、運動神経の末端から分泌されるのは、副交感神経と同じ 4 である。

問 1 文章中の 1 ～ 4 に入る適切な語を記せ。

問 2 下線部 a について、ヒトの中枢神経系について述べた次のア～クから誤っているものを 2 つ選び、記号で答えよ。

ア 大脳の皮質は灰白質と呼ばれ、多数の細胞体が集まっている。

イ 間脳は視床と視床下部からなり、視床下部には自律神経系や内分泌系の中枢がある。

ウ 中脳には、眼球運動や瞳孔反射、姿勢保持の中枢がある。

エ 小脳は運動の調節を行い、からだの平衡を保つ中枢がある。

オ 延髄には、血糖量調節や心臓の拍動など生命維持に直接関係する働きの中枢がある。

カ 間脳、中脳、延髄をあわせて脳幹といい、大脳と脊髄を結びつけている。

キ 脊髄の皮質は白質と呼ばれ、多数の軸索が集まっている。

ク 腹根から感覚神経が脊髄に入り、背根からは運動神経が出ている。

問 3 下線部 b について，筋肉を運動神経がついた状態に取り出し，神経筋接合部から 15 cm 離れた部位の運動神経を刺激すると，5.0 ミリ秒後に筋肉が収縮した。また，神経筋接合部から 6 cm 離れた部位を刺激すると，3.5 ミリ秒後に筋肉が収縮した。これらの結果から，この運動神経における興奮の伝導速度 (m/秒) を求めよ。

B 中枢神経系では、適切な情報処理を行うために神経細胞どうしが複雑なネットワークを形成している。図1はそのネットワークの1例であり、A～Fは刺激部位または測定部位を示している。Aにある強さ(Mとする)の電気刺激を与え、Cで電位変化を測定したところ、図2の①のようなグラフが得られた。なお、ニューロンはすべて興奮性のニューロンであり、抑制性のニューロンは含まれていない。

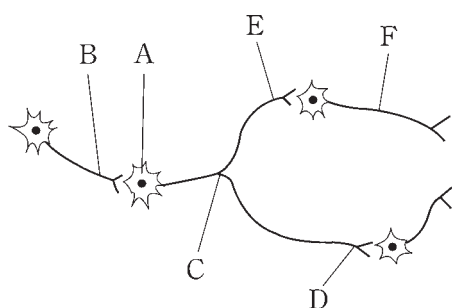


図1

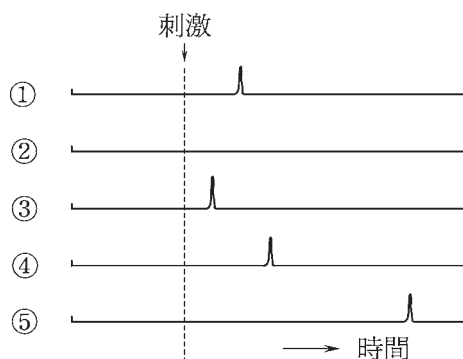


図2

問4 AにMと同じ強さの電気刺激を与え、Bで電位変化を測定した。次の(1)・(2)に答えよ。

- (1) Bにおける電位変化はどのようなになるか。図2の②～⑤から最も適当なものを1つ選び、番号で答えよ。
- (2) (1)のようになる理由を30字以内で述べよ。

問5 AにMと同じ強さの電気刺激を与え、DとFで電位変化を測定した。AからDまでの距離とAからFまでの距離は等しいものとして、次の(1)・(2)に答えよ。

- (1) DとFにおける電位変化はそれぞれどのようなになるか。図2の②～⑤から最も適当なものを1つずつ選び、番号で答えよ。
- (2) DとFにおいて(1)で異なる結果が得られた理由を40字以内で述べよ。

問 6 DとEにMと同じ強さの電気刺激を同時に与え，Cで電位変化を測定した結果として最も適当なものを次のア～エから1つ選び，記号で答えよ。

ア 電位変化は生じない。

イ 電位変化が1回生じる。

ウ 電位変化が2回生じる。

エ 電位変化は1回生じる場合と2回生じる場合がある。

4 遺伝に関する次の A・B の文章を読み、下の各問に答えよ。(配点 25点)

A メンデルは、エンドウの交配実験によって遺伝のしくみを研究し、その成果を1865年に『雑种植物の研究』として発表した。メンデルの遺伝の法則は、「優性の法則」、「1の法則」, 「独立の法則」の3つにまとめられている。彼の研究は当時の研究者には理解されなかったが、彼の死後、1900年に、ド フリース、コレンス、チエルマクがそれぞれ別々にこれらの遺伝の法則を再発見した。遺伝の研究が進むにつれ、一見これまでとは異なる a さまざまな遺伝現象 が発見されたが、それらの遺伝現象も基本的にはメンデルの遺伝の法則で説明できることが示された。しかし、遺伝子と同じ染色体上に存在し 2 の関係にある場合、「独立の法則」は成立しない。

問1 文章中の 1 と 2 に入る適切な語を記せ。

問2 下線部 a について、次の(1)～(5)の遺伝現象と最も関係の深い語を下の A～カからそれぞれ1つずつ選び、記号で答えよ。

- (1) マルバアサガオの純系の赤色花と純系の白色花を交配すると、生じた F_1 はすべて桃色花となった。
- (2) 黄色の毛色のハツカネズミどうしを交配すると、黄色と黒色の個体が2:1の比で現れた。
- (3) スイートピーにおいて異なる系統の白色花どうしを交配すると、生じた F_1 はすべて有色花となり、 F_2 では有色花と白色花が9:7の比で現れた。
- (4) キイロショウジョウバエの白眼の雌と赤眼の雄を交配すると、生じた F_1 は雌はすべて赤眼、雄はすべて白眼になった。
- (5) アサガオにおいて、純系の並葉と純系の柳葉を交配すると、生じた F_1 はすべて並葉だった。純系の並葉と純系の立田葉を交配すると、生じた F_1 はすべて並葉だった。純系の立田葉と純系の柳葉を交配すると、生じた F_1 はすべて立田葉だった。

ア 補足遺伝子 イ 複対立遺伝子 ウ 致死遺伝子 エ 不完全優性
オ 伴性遺伝 カ 抑制遺伝子

B 性決定様式が XY 型であるグッピーは、さまざまな体色を示すことが知られている。ここでは、ブルー、ブラック、タキシード(尾部側のみ黒に着色する)、ピングー(尾部側のみピンクに着色する)の 4 種類の体色について考える。この 4 種類の体色は、2 組の対立遺伝子の組合せで生じ、体色をブルーにするか、ブラックにするかを支配する対立遺伝子(A, a)と、尾部側で特定の色素を発色させるか、発色させないかを支配する対立遺伝子(B, b)によって決まる。この体色の遺伝について、次の**実験 1 ～ 3**を行った。

実験 1 純系のブルーの雌と純系のブラックの雄を交配したところ、生じた F_1 はすべてブルーであった。 F_1 どうしを交配して生じた F_2 は、雌雄ともにブルー：ブラックが 3：1 に分離した。

実験 2 純系のブルーの雌と純系のタキシードの雄を交配したところ、 F_1 は雌はすべてタキシード、雄はすべてブルーとなった。

実験 3 純系のピングーの雌と純系のブルーの雄を交配したところ、 F_1 はすべてタキシードとなった。

問 3 (1)体色をブルーにする遺伝子、また(2)尾部側で特定の色素を発色させる遺伝子について適当なものを次のア～エからそれぞれ 1 つずつ選び、記号で答えよ。

ア 常染色体上の優性遺伝子

イ X 染色体上の優性遺伝子

ウ 常染色体上の劣性遺伝子

エ X 染色体上の劣性遺伝子

問 4 (1)遺伝子型 AaBb の雌、(2)遺伝子型 aaBB の雌の体色はそれぞれ何色になるか。次のア～エからそれぞれ 1 つずつ選び、記号で答えよ。

ア ブルー イ ブラック ウ タキシード エ ピンダー

問 5 **実験 2** の F_1 の(1)雌と(2)雄の遺伝子型をそれぞれ A(a), B(b) を用いて記せ。

問 6 **実験 3** の F_1 どうしを交配して F_2 を得た。 F_2 の (1)雌と(2)雄の表現型の分離比はそれぞれどのようなになるか。ブルー：ブラック：タキシード：ピングーの順に最も簡単な整数比で答えよ。

