

物 理

以下の各問題の解答はすべて解答欄に記入しなさい。選択肢問題以外は、特に指示のない限り解答の過程も簡潔に示しなさい。

1 以下の文章の (①) から (⑫) に適切な数値または式を入れなさい。ただし、解答の過程は示さなくてよい。

- [1] 水平なあらい床の上に質量 m の物体を置き、物体に初め速さ v_0 を与えて滑らせたところ、物体はやがて静止した。物体が滑り始めてから静止するまでの間に、動摩擦力が物体にする仕事は (①) であり、この間に物体に加わる力積の大きさは (②) である。また、物体と床との間の動摩擦係数を μ' 、重力加速度の大きさを g とするとき、物体が滑り始めてから静止するまでの時間は (③) である。
- [2] 静電容量 $4.0 \mu\text{F}$ のコンデンサーに 5.0 V の直流電圧を加えて十分時間が経過したとき、コンデンサーに蓄えられる静電エネルギーは (④) μJ である。静電容量 $6.0 \mu\text{F}$ のコンデンサーを 3 個直列につないだときの合成容量は (⑤) μF 、3 個並列につないだときの合成容量は (⑥) μF である。
- [3] 長さ 30 cm の管内に生じる気柱の固有振動を考える。開口端補正は無視できるものとする。管口近くにスピーカーを置いて振動数が一定の音を出し続けたところ、管内に節が 2 か所生じた。管が閉管であるとする、この音は (⑦) 倍音 (または (⑦) 倍振動の音) であり、この音の波長は (⑧) cm である。また、この管が開管であるとする、この音の波長は (⑨) cm である。
- [4] ${}_{42}^{99}\text{Mo}$ はモリブデンの放射性同位体であり、核子の数は (⑩) 個である。このモリブデンは β 崩壊によって陽子の数 (⑪) 個、中性子の数 (⑫) 個のテクネチウムに変化する。



◇M3(331-20)

2 図1のように、天井にばねの一端を固定し、ばねの他端に質量 m の小物体 P を取り付けてぶら下げたところ、P は天井より x_0 だけ低い位置（高さ）で静止した。ばねは軽く、ばねの自然の長さを L とする。ばねの弾性力による位置エネルギー（弾性エネルギー）の基準を自然の長さを選ぶ。重力加速度の大きさを g とし、重力による位置エネルギーの基準を天井の高さを選ぶ。以下の各問に答えなさい。

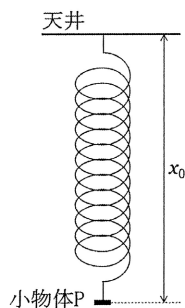


図 1

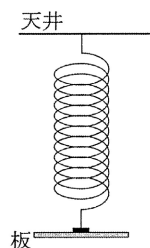


図 2

〔1〕 ばねのばね定数を求めなさい。

図2のように、水平に保った板でPをゆっくりと鉛直方向に持ち上げて、Pをある高さで静止させた。

- 〔2〕 ばねの長さが自然の長さになっているとき、P が板から受ける垂直抗力の大きさを求めなさい。
- 〔3〕 P を天井より x だけ低い位置に静止させたとき、P が板から受ける垂直抗力の大きさを求めなさい。
- 〔4〕 P を天井より x だけ低い位置に静止させたとき、ばねの弾性エネルギーを求めなさい。
- 〔5〕 P を天井より x だけ低い位置に静止させたとき、P の重力による位置エネルギーを答えなさい。解答の過程は示さなくてよい。

水平に保った板を用いてPを天井より L だけ低い位置に静止させた状態から、板を鉛直方向にゆっくりと下げたところ、やがてPは板から離れ、天井より x_0 だけ低い位置で静止した。

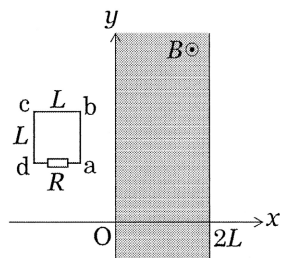
〔6〕 このときPが板から受ける垂直抗力がした仕事を求めなさい。

板を用いてPを天井より X だけ低い位置に静止させた状態から板を瞬間的に取り除いたところ、Pは単振動をするようになった。ただし、 $X < x_0$ である。

- 〔7〕 P の単振動の周期を求めなさい。
- 〔8〕 P の加速度の大きさの最大値を求めなさい。
- 〔9〕 P の速さの最大値を求めなさい。



3 図のように xy 平面の $0 \leq x \leq 2L$ の領域に磁束密度 B の一様な磁場があり、磁場の向きは紙面に垂直で紙面裏から表に向かう向きであるとする。この領域を、 xy 平面上にある正方形のコイル $abcd$ が x 軸の正の向きに速さ v で横切るものとする。コイルの一边の長さは L であり、辺 ab と辺 cd は y 軸に平行である。またコイルには L に比べて十分小さいサイズの抵抗が取り付けられており、その抵抗値を R とする。以下の各問に答えなさい。



[1] コイルの辺 ab が $x=0$ の位置に達したときの時刻を $t=0$ とするとき、以下の①～④の各物理量の $0 < t < 3T$ (ただし $T = \frac{L}{v}$) における値を示したグラフとして最も適切なものを、【選択肢】(あ)～(と)のうちからそれぞれ一つ選び、記号で答えなさい。さらに、選んだグラフに示されている物理量の大きさ A を、 B, L, R, v のうちから必要なものを用いて表しなさい。
解答の過程は示さなくてよい。

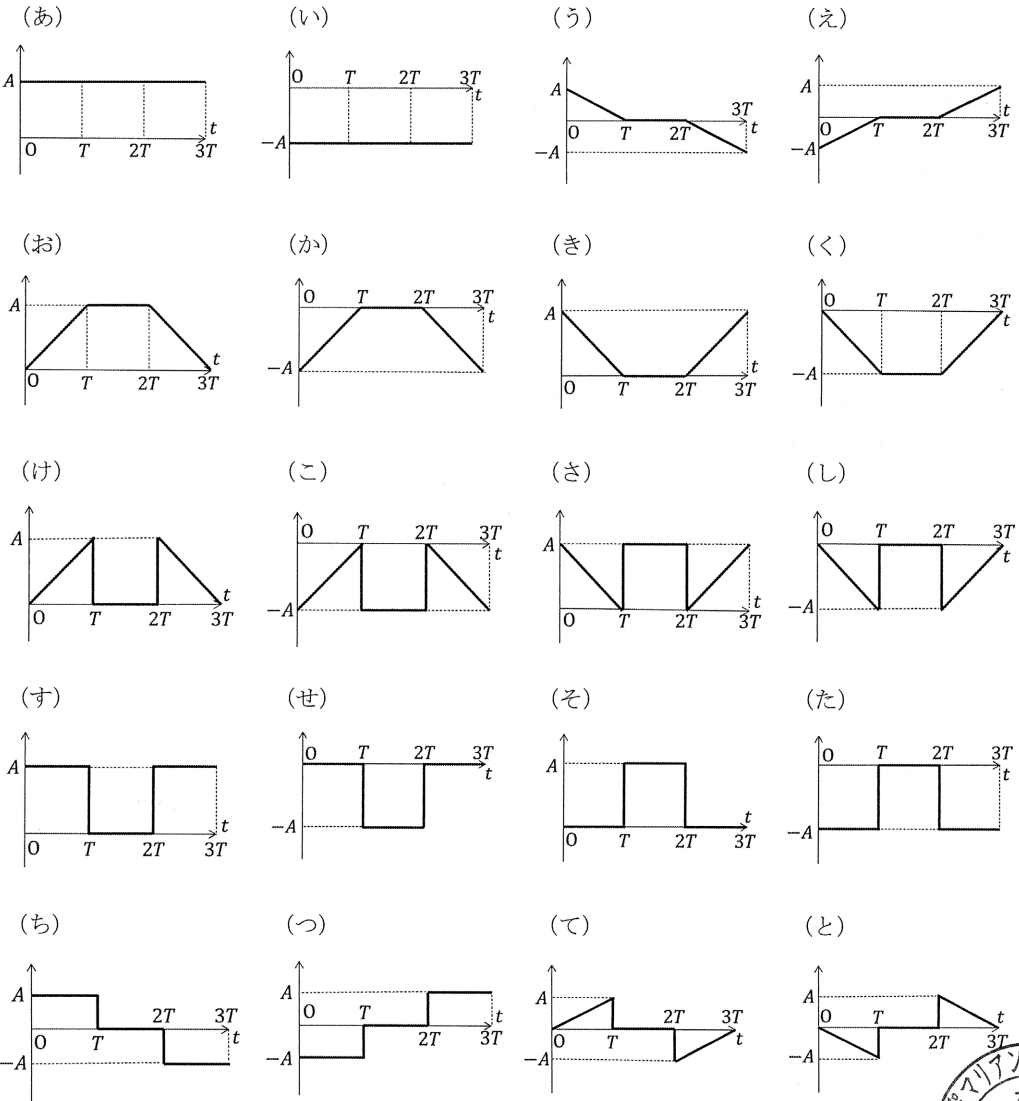
- ① コイルを貫く磁束の大きさ。
- ② コイルに生じる誘導起電力。ただし、 a から b へ反時計周りに電流を流すものを正とする。
- ③ コイルが磁場から力を受けるとき、コイルが x 軸の正の向きに速さ v で運動し続けるために、外部から x 軸に平行に加える力。ただし、 x 軸の正の向きを正とする。
- ④ 抵抗で消費される電力。

[2] コイルの辺 ab が $x=0$ の位置に達したときから、コイルの辺 cd が $x=2L$ の位置に達するまでの間について、以下の①、②の各物理量を B, L, R, v のうちから必要なものを用いて表しなさい。

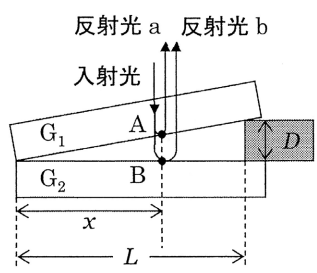
- ① [1] ③の外力がコイルにした仕事。
- ② 抵抗で発生したジュール熱



【選択肢】



4 図のように、2枚の透明な平面ガラス板 G_1 と G_2 を重ね、ガラス板が接している左端から距離 L の位置に厚さ D の薄い金属箔をはさんでくさび形の空気層をつくった。ガラス板の真上から波長 λ の光を当てて真上から観察したところ、反射光に等間隔の干渉縞が観察された。図のように、ガラス板 G_1 の下面を点 A、ガラス板 G_2 の上面を点 B としたとき、この干渉縞は点 A で反射した反射光 a と点 B で反射した反射光 b との干渉によるものである。AB 間の距離を d とし、左端から点 B までの距離を x とする。空気の屈折率を 1.00 とし、ガラスの屈折率は空気の屈折率よりも大きい。以下の各問に答えなさい。



- [1] 反射光 a, b について、点 A および点 B での反射による位相の変化の説明として、正しいものを【選択肢】(ア) ~ (キ) のうちから一つ選び、その記号を答えなさい。
- [2] 真上から見たとき、A の位置が暗線になる条件式を、整数 m (ただし、 $m=0, 1, 2, \dots$) および d を含む式で答えなさい。解答の過程は示さなくてよい。
- [3] d を x, D, L を用いて表しなさい。
- [4] 暗線の間隔 Δx を D, L, λ を用いて表しなさい。

次に、同じ装置を用いて同じ条件の下で真下から観察したところ、同じような干渉縞が観察された。この干渉縞は 2 枚のガラス板を反射せずに透過した光と点 B, 点 A の各々で一回反射し透過した光との干渉によるものである。

- [5] 干渉縞を生じさせる光のうち、点 A, 点 B の各々で反射した光について、点 A および点 B での反射による位相の変化の説明として、正しいものを【選択肢】(ア) ~ (キ) のうちから一つ選び、その記号を答えなさい。
- [6] 真下から見たとき、B の位置が明線になる条件式を、整数 m (ただし、 $m=0, 1, 2, \dots$) および d を含む式で答えなさい。解答の過程は示さなくてよい。
- [7] $L=10\text{ cm}$ 、 $\lambda=540\text{ nm}$ のとき、明線の間隔は 0.90 mm であった。金属箔の厚さ D を求めなさい。
- [8] くさび形の空気層を水で満たして同様の観察をした。[7] と同じ条件のとき、明線の間隔を有効数字 2 けたで求めなさい。ただし、水の屈折率を 1.33 とする。水の屈折率はガラスの屈折率よりも小さい。

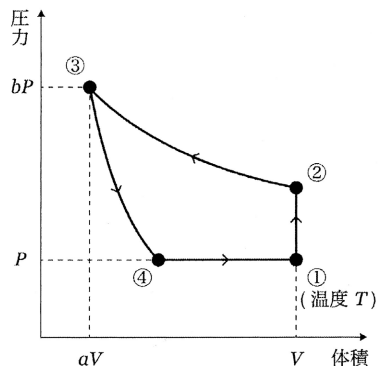
【選択肢】

	点 A	点 B
(ア)	変化なし	変化なし
(イ)	$\frac{\pi}{2}$ 変化	変化なし
(ウ)	π 変化	変化なし
(エ)	変化なし	$\frac{\pi}{2}$ 変化

	点 A	点 B
(オ)	変化なし	π 変化
(カ)	$\frac{\pi}{2}$ 変化	$\frac{\pi}{2}$ 変化
(キ)	π 変化	π 変化



5 滑らかに動くピストンのついた容器に一定量の単原子分子理想気体を閉じ込め、気体の圧力と体積の状態を図のように ①→②→③→④→① と変化させる。状態①は体積 V 、圧力 P 、温度 T 、状態②の温度は T より高く、状態③ は体積 aV 、圧力 bP (ただし、 $0 < a < 1$ 、 $b > 1$ の範囲) である。各過程の状態変化は、過程①→②は定積変化、過程②→③は等温変化、過程③→④は断熱変化、過程④→①は定圧変化である。以下の各問に答えなさい。



ただし、気体の(体積, 圧力)が (v, p) から (v', p') に状態変化

するとき、この状態変化が等温変化であれば外部にする仕事は「 $pv \log_e \frac{v'}{v}$ 」($e \doteq 2.72$ の定数)となること、この状態変化が断熱変化であればポアソンの法則「 $pv^{\frac{5}{3}} = p'v'^{\frac{5}{3}} = \text{一定}$ 」の関係があることを用いてよい。また、この気体の定積モル比熱は気体定数の $\frac{3}{2}$ 倍、定圧モル比熱は気体定数の $\frac{5}{2}$ 倍である。

[1] 状態②、③、④の体積、圧力、温度が状態①のそれぞれ何倍になっているかを求める。以下の文章の《 》内にはいる適切な式を答えなさい。解答の過程は示さなくてよい。

はじめに状態③の温度を T_3 とすると、ボイル・シャルルの法則より $T_3 = \langle \text{あ} \rangle T$ である。つぎに状態②の体積を V_2 、圧力を P_2 、温度を T_2 とすると、過程①→②は定積変化なので $V_2 = V$ 、過程②→③は等温変化なので $T_2 = \langle \text{い} \rangle T$ である。したがって、ボイル・シャルルの法則より $P_2 = \langle \text{う} \rangle P$ となる。最後に、状態④の体積を V_4 、圧力を P_4 、温度を T_4 とすると、過程④→①は定圧変化なので $P_4 = P$ 、過程③→④は断熱変化なのでポアソンの法則より $V_4 = \langle \text{え} \rangle V$ である。したがって、ボイル・シャルルの法則より $T_4 = \langle \text{お} \rangle T$ となる。



この一連の状態変化①→②→③→④→①について以下の各問に答えなさい。ただし、〔3〕および〔5〕以外の解答には a 、 b 、 P 、 V 、 T のうち必要なものを用いなさい。

〔2〕 内部エネルギーの変化量を求めなさい。

〔3〕 外部から熱を吸収する過程を【選択肢】(か)～(こ)のうちから全て選び、その記号を答えなさい。あてはまる過程がない場合は「なし」を選び、その記号を答えなさい。

〔4〕 〔3〕で選択した解答について、外部から吸収する熱の総量を求めなさい。

〔5〕 外部へ熱を排出する過程を【選択肢】(か)～(こ)のうちから全て選び、その記号を答えなさい。あてはまる過程がない場合は「なし」を選び、その記号を答えなさい。

〔6〕 〔5〕で選択した解答について、外部へ排出する熱の総量を求めなさい。

〔7〕 外部にする仕事を求めなさい。

【選択肢】

(か) 過程①→② (き) 過程②→③ (く) 過程③→④ (け) 過程④→① (こ) なし



化 学

[注意] 原子量は次の値を用いよ。また、用語の定義を参照せよ。

原子量：H=1.00　C=12.0　N=14.0　O=16.0　S=32.0　K=39.0

けん化価：油脂 1 g を完全にけん化するのに必要な水酸化カリウム KOH の質量を mg 単位で表した数値

- 1 日本で行われている発電では石炭に代表される化石燃料がおもに利用されているが、近年、発電の一部を太陽光などから得られる自然エネルギーで補う試みがなされている。しかし、自然エネルギーは天候に左右されやすいため、自然エネルギーによる発電は電力の安定供給が難しい。そこで、自然エネルギーを利用してアンモニアを合成・貯蔵し、これを燃料として発電に利用することで電力供給をコントロールする技術開発が進められている。

- [1] 下線部の取り組みは P2G (Power to Gas の略で、電気エネルギーを可燃性ガスに変換するという意味) と呼ばれている。P2G では自然エネルギーから作られた電力を使って水から水素を生成し、この水素を窒素と反応させることによってアンモニアを合成する。アンモニアを燃焼させるとエネルギーを取り出すことができるため、このエネルギーを利用して発電を行う (図 1)。反応熱は常温常圧での値を用い、発熱反応には+、吸熱反応には-の符号をそれぞれ付する。有効数字は3桁とし、次の問いに答えよ。

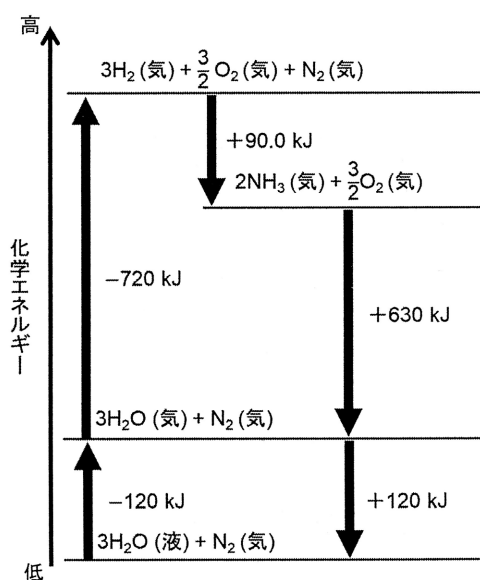


図 1

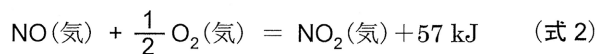
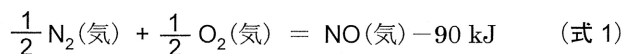


◇M3(331—30)

- 1) Fe_3O_4 に代表される鉄を含む触媒を用いて、水素と窒素からアンモニアを直接合成する方法の名称を記せ。
- 2) P2G で合成したアンモニアを燃料として利用する方法は、化石燃料を利用するよりも温室効果が低減されると考えられている。その理由を2行以内で説明せよ。
- 3) 図1を用いて、次の反応熱を表す熱化学方程式を記せ。
- i) 水から1 molの水素ができるときの反応熱
 - ii) アンモニアの生成熱
 - iii) アンモニアの燃焼熱
- 4) P2G において、水から可燃性ガスを合成するのに必要なエネルギーと、合成した可燃性ガスから取り出すことができるエネルギーの割合(エネルギー回収率)を求めたい。図1を用いて、1 molのアンモニアの合成に必要な水素を水から生成するのに必要な反応熱 Q_1 とアンモニアの燃焼熱 Q_2 との割合 $\frac{Q_2}{Q_1}$ の値を求めよ。
- 5) P2G では、水から生成した水素をそのまま燃料とする方が、アンモニアを合成して利用するよりもエネルギー回収率は高い。しかし、水素を常圧で液化して貯蔵することは、アンモニアの貯蔵と比べて難しい。アンモニアは -33°C で凝縮するのに対し、水素は -253°C にまで冷却しなければ凝縮しないからである。アンモニアと比べて水素が凝縮しにくい理由を、水素結合に言及して3行以内で説明せよ。



[2] 窒素は常温常圧では酸化されにくい、炉などのきわめて高い温度の環境下では酸化され、一酸化窒素を経て二酸化窒素となる (式 1・式 2)。反応熱の有効数字は 2 桁とする。



1) 一酸化窒素の生成熱と、1 mol の一酸化窒素が酸化されて二酸化窒素が生じるときの反応熱を、図 1 にならって 1 つのエネルギー図にまとめて描け。

2) 水素分子と窒素分子について、以下の問いに答えよ。

i) それぞれの構造を電子式で表せ。

ii) 常温常圧で、水素と酸素を適切な比率で混合して着火すると水素は直ちに酸化される。

しかし、同じように窒素と酸素を混合して着火しても窒素は酸化されにくい。その理由を結合と反応熱に言及して 3 行以内で説明せよ。必要ならば図 1 および式 1 を参照せよ。

3) アンモニアの燃焼は、図 1 に示すように窒素と水しか生成されることが望ましい。しかし、実際の燃焼では副生成物として一酸化窒素が生成する。これが大気中に放出されると、連続する 2 つの化学反応によって酸性雨の原因物質に変化する。その 2 つの反応の化学反応式を示し、反応によって生じた酸性雨の原因物質の名称を記せ。



〔2〕水溶液中中等電点をもつ分子を【選択肢】からすべて選び、記号で記せ。

〔3〕ニンヒドリン溶液を加えて加熱すると呈色反応を示す分子を【選択肢】からすべて選び、記号で記せ。

〔4〕タンパク質の構造について、以下の問いに答えよ。

- 1) タンパク質の一次構造とは何か。15文字以内で記せ。
- 2) タンパク質の二次構造ではなく、三次構造で見られる共有結合の名称を記せ。また、この結合で結びつくことが出来る分子を【選択肢】から2つまで選び(同じものを2回選んでもよい)、例にならって組み合わせを1つ記せ。(例：クーク、クーケ、など)

〔5〕以下の問いに答えよ。

- 1) 油脂を【選択肢】から1つ選び、記号で記せ。
- 2) この油脂のけん化価を有効数字2桁で求めよ。
- 3) この油脂 1 mol がもつ炭素原子間の二重結合 $C=C$ すべてに水素を付加させた。付加させた水素 H_2 の物質量を自然数で求めよ。



生 物

1 次の文章を読んで下の質問に答えなさい。

動物の雄がつくる配偶子を a 精子という。一方、雌がつくる配偶子は卵母細胞あるいは卵であり、発生初期に分化する (ア) 細胞に由来する。(ア) 細胞は将来の卵巣とは別の場所で分化し、やがて卵巣ができるとそこへ移動し、(イ) 細胞となる。(イ) 細胞は増殖し、b 減数分裂に入って一次卵母細胞となる。一次卵母細胞はその後 2 回の分裂を行うが、いずれの分裂においても著しく大きさの異なる細胞をつくり、分裂の結果生じる小型の細胞を (ウ) という。

受精に際し、卵母細胞 (卵) が減数分裂のどの段階で精子を受容するかは動物種によって異なる。例えばウニの場合、減数分裂を完了した卵が産卵され、これに精子が融合する。また、二枚貝のウバガイでは一次卵母細胞が精子を受容し、受精後に減数分裂の第一および第二分裂が行なわれる。一方 a 哺乳類では、排卵された二次卵母細胞と精子が融合し、第二減数分裂が起こる。第二減数分裂が終わると、形成された卵核 (雌性前核) と精核 (雄性前核) が互いに接近し、第一卵割へと至る。

[1] 文中の空欄 (ア) ~ (ウ) に入る適切な語を答えなさい。

[2] 下線部 a について、鞭毛内部には軸糸という構造がある。図 1 に軸糸横断面を模式的に示す。

- 1) A は直径約 25 nm の細胞骨格である。A の名称と、A を構成するタンパク質の名称を答えなさい。
- 2) ダイニンは A に結合しており、隣り合った別の A と相互作用する。ダイニンが持つ酵素活性を 1 行で説明しなさい。
- 3) 精子鞭毛におけるダイニンの役割を 1 行で説明しなさい。

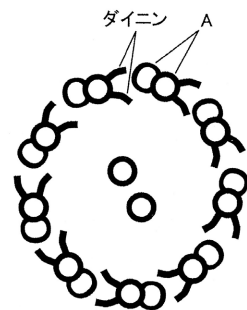


図1

[3] 下線部 b について、減数分裂は遺伝的多様性を生み出す。その仕組みを 2 つ箇条書きで挙げなさい。

[4] 下線部 c について、下の間に答えなさい。

- 1) 二枚貝が属する分類学上の門の名称を答えなさい。
- 2) 二枚貝は発生の特徴から旧口動物であるとされる。旧口動物とはどのような発生の特徴を持つか、2 行以内で説明しなさい。



◇M3(331—36)

〔5〕下線部 d に関するマウスを用いた研究の一部を以下に示す。

〔実験 1〕二次卵母細胞を顕微鏡下で受精させ、精子が卵母細胞のどこに融合したかを調べた。精子が融合した場所は、卵母細胞の染色体からの距離として示した (図 2)。

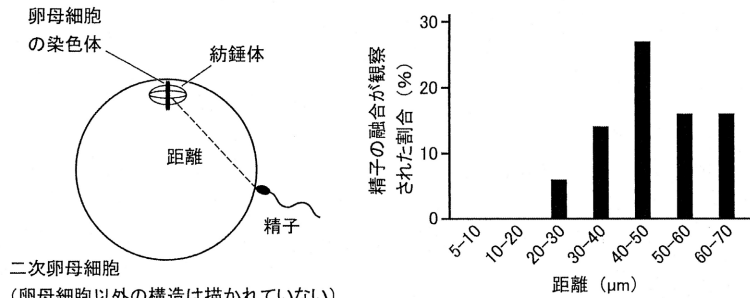


図 2

〔実験 2〕細いガラスピペットを用いて精子を顕微鏡下で卵母細胞に注入して受精卵を得る方法がある。これによって精子の核を二次卵母細胞の任意の位置に注入し、第二減数分裂に際して精子由来の染色体が極体中に見出されるかを調べた (図 3)。精子を注入した位置は、卵母細胞の染色体と注入した精子の核との距離で表した。

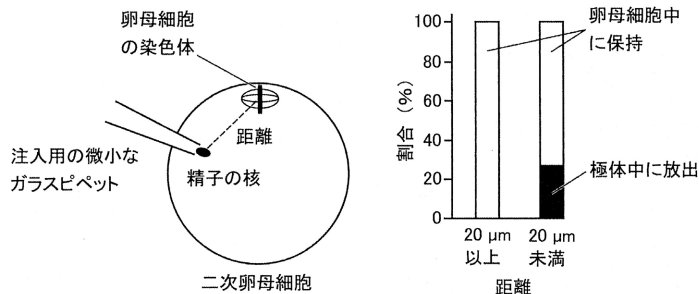


図 3

- 1) 実験 1 の結果を 1 行で説明しなさい。
- 2) 実験 1 で観察されたような精子の融合の仕方にはどのような意義があると考えられるか、実験 2 の結果を踏まえ 2 行以内で説明しなさい。

2 次の文章を読んで下の質問に答えなさい。

体内環境を維持するには、その時々体内環境状況を感じ、速やかに調節を行う事が必要で、体内での情報伝達に重要な役目を負っているのが神経系である。神経系は中枢神経系と末梢神経系で構成され、中枢神経系は脳と脊髄、また末梢神経系は体性神経系と自律神経系に分けられる。脳は大腦をはじめ幾つかに分けることができ、それぞれ働きが異なる。例えば、大腦は視覚や聴覚のような感覚を生じ、また随意運動、記憶や推理といった高度な精神活動を行う。



◇M3(331-37)

神経系は2種類の細胞で構成されている。一つは、電気的な信号を発生し、それを情報として伝える。ニューロンで、もう一つはニューロンへの栄養補給などを行う（ア）である。ニューロンは、核がある（イ）と、そこから伸びる突起から成る。突起の一つは他の細胞からの興奮を受け取る（ウ）であり、もう一つは（イ）から離れたところへ興奮を伝える（エ）である。（エ）の末端には、他のニューロンや効果器と連絡する「シナプス」と呼ばれる構造がある。

〔1〕文中の空欄（ア）～（エ）に入る適切な語を答えなさい。

〔2〕下線部 a について、自律神経系は内分泌系とともに体内環境の調節に関わっている。

- 1) 自律神経系の働きを調節する中枢はどの脳にあるか。脳の名称と、中枢がある部位の名称を答えなさい。
- 2) 内分泌系は、ホルモンを体液中に分泌し、循環系を通して特定の標的へ働きかける。次に挙げる①～⑦のうち、自律神経系によってのみ分泌が調節されるホルモンを全て選び、記号で答えなさい。

- | | | |
|----------|------------|----------|
| ① インスリン | ② 糖質コルチコイド | ③ アドレナリン |
| ④ パラトルモン | ⑤ チロキシン | ⑥ バソプレシン |
| ⑦ 成長ホルモン | | |

〔3〕下線部 b について、下の問に答えなさい。

- 1) ヒトの脳（左脳）側面を模式的に示す（図4）。脳新皮質における下のA～Eの機能は、①～⑥のどこが担うか。

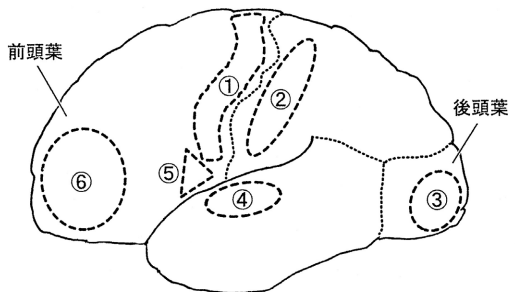


図4

- | | |
|----------|---------|
| A. 皮膚感覚 | B. 随意運動 |
| C. 思考・意思 | D. 聴覚 |
| E. 視覚 | |

- 2) 脳新皮質は灰白質、一方髄質は白質である。灰白質と白質の違いを、それぞれに多く見られる構造に着目して2行以内で説明しなさい。

〔4〕下線部 c について、ニューロンに刺激を与え膜電位の経時変化を測定した（図5）。

- 1) 次の文中の空欄（①）～（④）に入る適切な語を答えなさい。

通常、刺激が与えられていない細胞では、（①）イオンは細胞の外側より内側が、一方（②）イオンは細胞の内側より外側が高い濃度に保たれている。この濃度差は



主に、細胞膜にある (③) と呼ばれる輸送タンパク質により生じている。この状態で膜電位を測定すると、細胞膜の外側を基準として細胞の内側が $-50 \sim -90 \text{ mV}$ 程度にある。この膜電位は (④) と呼ばれ、図 5 の A に該当する。細胞に刺激を与えると、膜電位が B、C のように変化する。この膜電位変化を活動電位という。

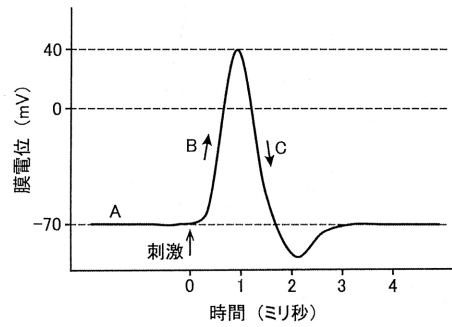


図5

2) B、C のような膜電位の変化には、細胞膜に存在するイオンチャネルの開閉が関与している。B、C それぞれにおけるイオンチャネルの状態について正しい記述を①～⑥から全て選び、記号で答えなさい。

- ① 電位依存性ナトリウムチャネルが開き、細胞内へ Na^+ が流入する。
- ② 電位依存性ナトリウムチャネルが開き、細胞外へ Na^+ が流出する。
- ③ 電位依存性カリウムチャネルが開き、細胞内へ K^+ が流入する。
- ④ 電位依存性カリウムチャネルが開き、細胞外へ K^+ が流出する。
- ⑤ 電位依存性ナトリウムチャネルは閉じている。
- ⑥ 電位依存性カリウムチャネルは閉じている。

3) 図 5 における、活動電位の最大値を答えなさい。

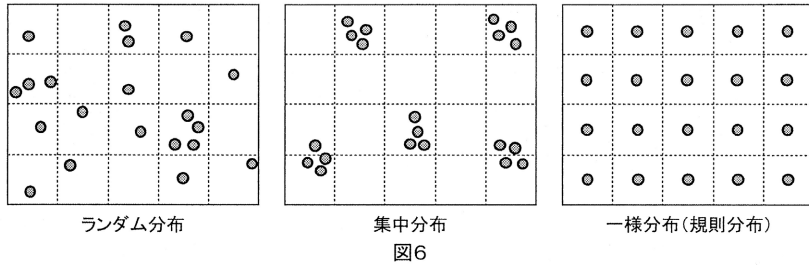
[5] 下線部 d について、シナプスでは、次のニューロンへ興奮を伝える為に神経伝達物質が放出される。

- 1) シナプス前細胞で神経伝達物質の放出に直接関与しているイオンは何か。
- 2) 神経伝達物質はシナプス後細胞 (シナプス後膜) にある受容体に結合する。この受容体の特性とその働きについて、3 行以内で説明しなさい。

3 次の文章を読んで下の質問に答えなさい。

個体群の水平面での散らばりの状態を空間分布といい、その分布様式は、ランダム分布、集中分布、一様分布 (規則分布) に大別される (図 6)。ある生物の、ある地域における分布様式を評価するための指標が幾つか案出され用いられてきた。そのうちの一つでは、図 6 のようにマス目状に区分した調査対象領域において各区画の個体数を記録し、各区画の個体数の分散を平均値で除した値 (分散/平均値) が 1 より小さければ一様分布、1 であればランダム分布、1 より大きければ集中分布と判断





個体や集団が一定の領域を占有し、他個体や他集団がその領域へ侵入するのを阻止しようとすることがある。このような排他的な領域を縄張りという。広い縄張りを持てば、資源を独占できたり生殖の機会が増したりするなどの利益が見込めるが、縄張りを維持するには侵入者に対応する労力が必要で、それもまた縄張りの面積に依存する。そのため縄張りには適正な大きさがあり、状況により変動し得ると考えられる。

[1] ある領域において、ある植物の分布様式を明らかにするため、
100 m × 100 m の観察区域を 20 m × 20 m の小区画に区分し、
各区画の個体数を記録した (図 7)。

3	2	5	3	7
2	4	0	6	4
2	3	5	1	5
4	1	4	6	6
5	8	7	4	3

図7

- 1) 小区画の個体数の平均値を答えなさい。
- 2) 1) で答えた値を \bar{x} とし、各小区画の個体数を x_j とおく。
 $\{\sum_{j=1}^{25}(x_j - \bar{x})^2\} \div 25$ により、小区画の個体数の分散を求めなさい。

- 3) 「分散/平均値」の値を求めなさい。これに基づき、この区画設定から判断されるこの植物の分布様式を答えなさい。

[2] 縄張りを形成している動物において、縄張りから得られる利益と縄張りの維持に必要な労力の関係を模式的に示す (図 8)。

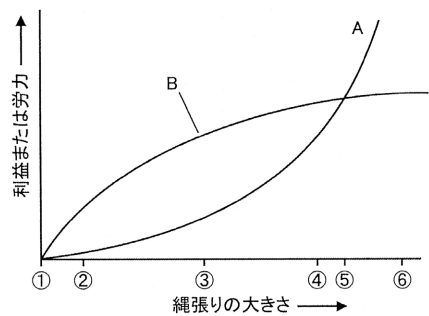
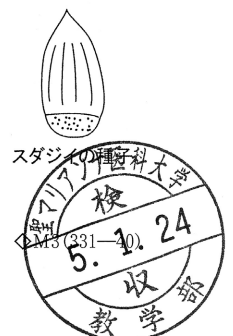
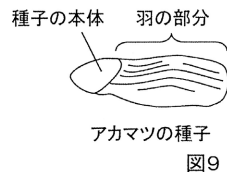


図8

- 1) 縄張りから得られる利益と縄張りを守る労力を表しているのは、それぞれ曲線 A、B のどちらか答えなさい。

- 2) 最適な縄張りの大きさは①～⑥のどれか。

[3] アカマツの種子には薄い羽根のような構造が認められる (図 9)。一方スダジイの種子には羽根のような構造はなく、いわゆるドングリの典型である。関東地方平



地の植生遷移において、種子に羽根があることは、アカマツがスダジイよりも先に進出する上でどのように有利か、3行以内で説明しなさい。

[4] よく発達した森林の垂直方向の構造を模式的に示す(図10)。

- 1) ①～④の名称を答えなさい。
- 2) 森林の最上部を何というか、漢字2字で答えなさい。
- 3) 病虫害で樹木が枯死したり、自然災害で樹木が倒されたりして森林に生じる明るい空間を何と呼ぶか。
- 4) 極相に達した森林でも、3)で答えた空間がいつもどこかしらに形成されているものである。3)で答えた空間の存在は、極相林の種の多様性を高める効果がある。その理由を3行以内で説明しなさい。

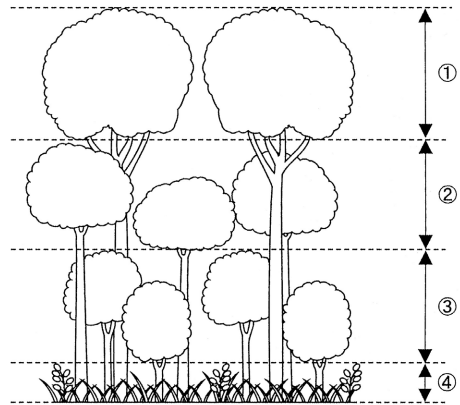


図10

- 5) ニホンジカが多く生息する地域の森林伐採跡地では、伐採後に再生した植生がシカの採食によって退行する現象が見られる。イワヒメワラビは、日当たりの良い土地に生育するシダ植物で、シカが忌避する成分を含む。表1は、シカが多く生育する淡路島のある地域の森林伐採跡地のうち、イワヒメワラビを含む群落と、イワヒメワラビを含まない群落を対象に25m²の区画に出現した植物の種数を調べ、それぞれ6区画の平均値で表したものである。イワヒメワラビの存在は、その領域における植物種数にどのように影響したと考えられるか、シカによる採食と関連付けて3行以内で説明しなさい。

表1. 区画あたりの出現種数(平均値)

イワヒメワラビを含む群落	イワヒメワラビを含まない群落
25.1	12.0

