2025年度 理　科

医療・保健系統(医学部医学科受験者用)

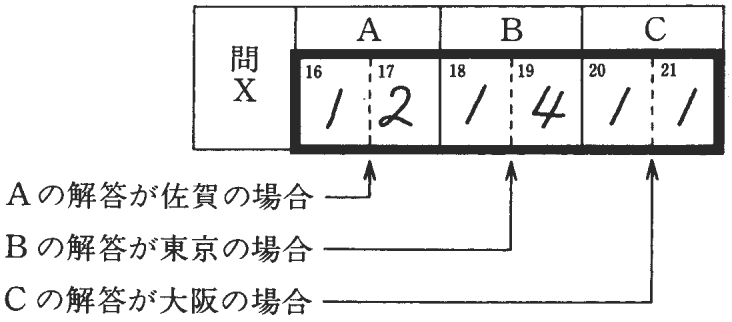
46 物理(1 ～ 6 ページ)
47 化学(7 ～ 19 ページ)　問　題　冊　子
48 生物(20～ 33 ページ)

注　意　事　項

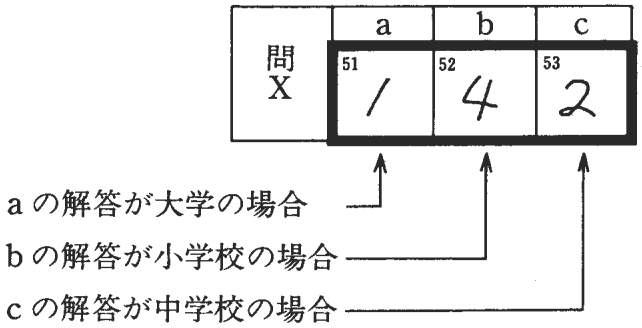
(1) 試験開始の合図があるまで，この問題冊子の中を見ないこと。
(2) 試験中に問題冊子の印刷不鮮明，ページの落丁・乱丁および解答用紙の汚れ等に気付いた場合は，手を挙げて監督者に申し出ること。
(3) 解答は別に配付する解答用紙の該当欄に正しく記入すること。ただし，解答に関係のない語句・記号・落書き等は解答用紙に書かないこと。
(4) 解答用紙上部に印刷してある受験系統コード，受験番号，氏名(カタカナ)を確認し，氏名欄に氏名(**漢字**)を記入すること。もし，印刷に間違いがあった場合は，手を挙げて監督者に申し出ること。

〔**解答用紙記入例(選択式の場合)**〕

例 1. 〔語群〕が二桁で 〔11〕 大阪 〔12〕 佐賀 〔13〕 長崎 〔14〕 東京　とある場合



例 2. 〔語群〕が一桁で(1) 大学 (2) 中学校 (3) 高校 (4) 小学校 とある場合



㊻ 物　　理

◇M45(709—366)

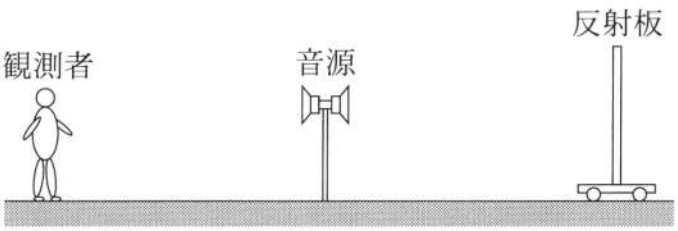
〔Ⅰ〕 空気中を伝わる音について考える。以下の文中の［　　］内に入れるのに適当なものを対応する解答群の中から1つ選び，その番号を解答欄に記入せよ。ただし，音源が出す音波の振動数をf，無風状態での音の速さをVとし，風に関する記述がないときは無風状態であるとする。

(i) 静止している観測者に音源が速さv_Sで近づく場合について考える。ただし，$v_S < V$である。音源を出た音波は時間tの間にVtだけ進む。一方，音源は時間tの間にft個の音波を出しながら［(1)］だけ進むので，音源の進む前方の音波の波長は［(2)］となる。したがって，観測者が聞く音波の振動数は［(3)］となる。このように，音源が観測者に近づく場合，音源が静止しているときに比べて，観測者が観測する音の高さは［(4)］ことがわかる。

ここで，音源が観測者に近づくだけでなく，音源から観測者に向かって速さw($w < V$)の風が吹いている場合について考える。このとき，音源から観測者に向かう音の速さは［(5)］となり，この音波の波長は［(6)］となるので，観測者が聞く音波の振動数は［(7)］となる。

(ii) 下図のように，観測者，音源，音を反射する板(反射板)が一直線上に並んでおり，反射板はこの直線に対して垂直な状態を保っている。観測者と音源が静止していて，反射板が速さv_R($v_R < V$)で音源に近づく場合を考える。

反射板が受け取る音波の振動数は［(8)］である。反射板はこの振動数の音波を出しながら観測者に近づく音源のように考えることができる。したがって，観測者が聞く反射板からの音(反射音)の振動数は［(9)］であることがわかる。観測者には，音源から直接観測者に伝わる音と反射音によってうなりが聞こえる。このとき，観測者が聞くうなりの周期は［(10)］である。



解答群

(1) 〔1〕 $(V-v_S)t$ 〔2〕 $(V+v_S)t$

〔3〕 Vt 〔4〕 v_St

(2) 〔1〕 $\dfrac{f}{V-v_S}$ 〔2〕 $\dfrac{f}{V+v_S}$ 〔3〕 $\dfrac{V-v_S}{f}$ 〔4〕 $\dfrac{V+v_S}{f}$

(3) 〔1〕 $\dfrac{v_S}{V-v_S}f$ 〔2〕 $\dfrac{v_S}{V+v_S}f$ 〔3〕 $\dfrac{V}{V-v_S}f$ 〔4〕 $\dfrac{V}{V+v_S}f$

(4) 〔1〕 低くなる 〔2〕 高くなる 〔3〕 変化しない

(5) 〔1〕 $V-w$ 〔2〕 $V+w$

〔3〕 $V-w+v_S$ 〔4〕 $V+w+v_S$

(6) 〔1〕 $\dfrac{V+w-v_S}{f}$ 〔2〕 $\dfrac{V-w-v_S}{f}$

〔3〕 $\dfrac{V+w+v_S}{f}$ 〔4〕 $\dfrac{V-w+v_S}{f}$

(7) 〔1〕 $\dfrac{V-w}{V-w-v_S}f$ 〔2〕 $\dfrac{V+w}{V+w-v_S}f$

〔3〕 $\dfrac{V+w}{V+w+v_S}f$ 〔4〕 $\dfrac{V-w}{V-w+v_S}f$

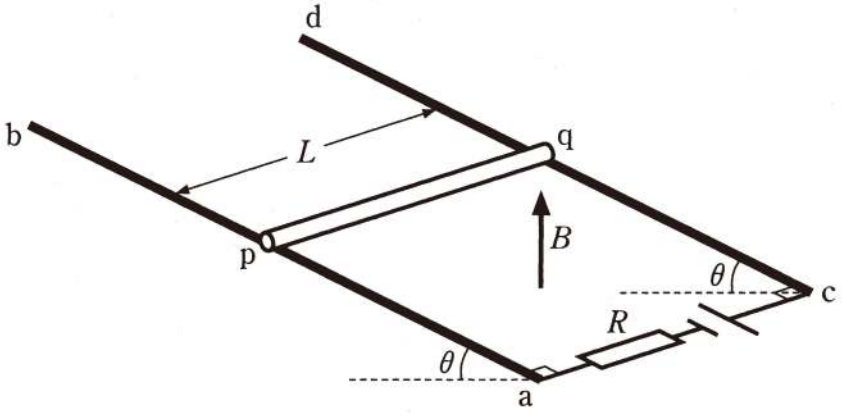
(8) 〔1〕 $\dfrac{V}{V-v_R}f$ 〔2〕 $\dfrac{V-v_R}{V}f$ 〔3〕 $\dfrac{V}{V+v_R}f$ 〔4〕 $\dfrac{V+v_R}{V}f$

(9) 〔1〕 $\dfrac{V-v_R}{V+v_R}f$ 〔2〕 $\dfrac{V+v_R}{V-v_R}f$ 〔3〕 $\dfrac{V-v_R}{v_R}f$ 〔4〕 $\dfrac{V+v_R}{v_R}f$

(10) 〔1〕 $\dfrac{v_R}{(V-v_R)f}$ 〔2〕 $\dfrac{2v_R}{(V-v_R)f}$

〔3〕 $\dfrac{V-v_R}{2v_Rf}$ 〔4〕 $\dfrac{V+v_R}{2v_Rf}$

〔Ⅱ〕 図のように，鉛直上向きで磁束密度の大きさがBの一様な磁場中に，十分に長い2本の導体でできたレールab，cdを間隔Lで水平面に対して角度$\theta\left(0 < \theta < \frac{\pi}{2}\right)$で固定した。そのレールに抵抗値$R$の抵抗と電池を接続し，質量$m$の導体棒pqをレールと直角に置いて静かにはなした。重力加速度の大きさをgとして，以下の文中の［　　］内に入れるのに適当なものを対応する解答群の中から1つ選び，その番号を解答欄に記入せよ。ただし，導体棒はレールと常に直角で水平を保ちながら，なめらかに動くものとし，抵抗以外の電気抵抗および回路を流れる電流が作る磁場は無視できるものとする。



(i) 電池の起電力をEとしたとき，pqがレール上で静止していた。このときpqを流れる電流の強さはEとRを用いると［(1)］であり，pqが磁場から受ける力の大きさは［(2)］である。導体棒にはたらく力のつり合いを考えると，Eはg，B，L，Rを含む式で［(3)］とあらわすことができる。

(ii) 電池の起電力を$E_1\left(E_1 > E\right)$としたとき，pqはレールにそって上向きに動き始めた。pqの速さがvになったとき，十分に短い時間Δtの間に閉回路acqpaを貫く磁束は［(4)］だけ増加し，pqには大きさ［(5)］の誘導起電力が生じる。このとき閉回路に流れる電流の強さは［(6)］，pqが磁場から受ける力の大きさは［(7)］である。

十分に時間がたつと，pqは一定の速さで運動するようになった。このとき力のつり合いを考えると，閉回路を流れる電流の強さは［(8)］であり，pqの速さは［(9)］である。ここで電池により供給されている電力は［(10)］，抵抗で消費されている電力は［(11)］となり，その差がpqの単位時間あたりに増加する位置エネルギーに等しい。

解答群

(1) 〔1〕 $\frac{E}{R}$ 〔2〕 $\frac{R}{E}$ 〔3〕 RE 〔4〕 RE^2

(2) 〔1〕 $\frac{EBL}{R}$ 〔2〕 $\frac{RBL}{E}$ 〔3〕 $\frac{ERB}{L}$ 〔4〕 $ERBL$

(3) 〔1〕 $\frac{R\cos\theta}{mgBL}$ 〔2〕 $\frac{mg\cos\theta}{RBL}$ 〔3〕 $\frac{mg\tan\theta}{RBL}$ 〔4〕 $\frac{mgR\tan\theta}{BL}$

(4) 〔1〕 $\frac{BLv\Delta t}{\cos\theta}$ 〔2〕 $\frac{BLv\Delta t}{\sin\theta}$

〔3〕 $BLv\Delta t\cos\theta$ 〔4〕 $BLv\Delta t\sin\theta$

(5) 〔1〕 $\frac{BLv}{\cos\theta}$ 〔2〕 $\frac{BLv}{\sin\theta}$ 〔3〕 $BLv\cos\theta$ 〔4〕 $BLv\sin\theta$

(6) 〔1〕 $\frac{BLv\cos\theta}{R}$ 〔2〕 $\frac{BLv\sin\theta}{R}$

〔3〕 $E_1 - \frac{BLv\cos\theta}{R}$ 〔4〕 $\frac{E_1 - BLv\cos\theta}{R}$

(7) 〔1〕 $\frac{B^2L^2v\cos\theta}{R}$ 〔2〕 $\frac{B^2L^2v\sin\theta}{R}$

〔3〕 $\left(E_1 - \frac{BLv\cos\theta}{R}\right)BL$ 〔4〕 $\frac{E_1 - BLv\cos\theta}{R}BL$

(8) 〔1〕 $\frac{mg\cos\theta}{BL}$ 〔2〕 $\frac{mg\tan\theta}{BL}$

〔3〕 $\frac{mgR\tan\theta}{BL}$ 〔4〕 $\frac{mg\cos\theta}{RBL}$

(9) 〔1〕 $\frac{mgR\tan\theta}{B^2L^2\cos\theta}$ 〔2〕 $\frac{E_1BL - mg\tan\theta}{B^2L^2\cos\theta}$

〔3〕 $\frac{E_1B^2L^2 - mg\tan\theta}{R\cos\theta}$ 〔4〕 $\frac{E_1BL - mgR\tan\theta}{B^2L^2\cos\theta}$

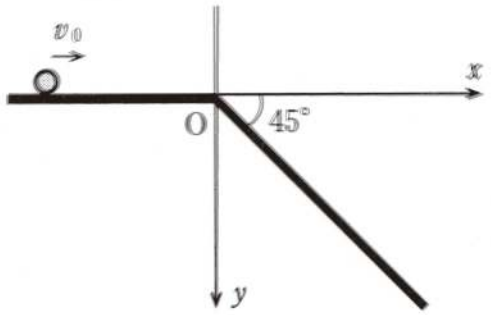
(10) 〔1〕 $\frac{E_1mg\tan\theta}{BL}$ 〔2〕 $\frac{E_1mgR\tan\theta}{BL}$

〔3〕 $\frac{E_1mg}{RBL}$ 〔4〕 $\frac{E_1mg\cos\theta}{RBL}$

(11) 〔1〕 $R\left(\frac{E_1\tan\theta}{BL}\right)^2$ 〔2〕 $R\left(\frac{mg\tan\theta}{BL}\right)^2$

〔3〕 $\left(\frac{E_1mg\tan\theta}{BL}\right)^2$ 〔4〕 $\left(\frac{E_1mgR}{BL}\right)^2$

〔Ⅲ〕 図のように，水平な床に水平面からの傾斜が45°の十分に長い斜面をつないだ。水平な床の右端に原点O，水平方向右向きにx軸，鉛直方向下向きにy軸をとる。小球を水平な床の上でx軸方向正の向きに大きさv_0の初速度で打ち出した。その後，小球はOから水平方向に空中に飛び出し，斜面への衝突をくりかえした。小球がOを通過する時刻を$t = 0$，重力加速度の大きさをg，小球と斜面との間の反発係数(はねかえり係数)をe($e > 0$)，小球と床または斜面との間の摩擦および空気抵抗は無視できるものとして，以下の問いに答えよ。



(1) 小球が斜面に1回目に衝突する時刻はいくらか。

(2) 小球が斜面に1回目に衝突する場所のx座標はいくらか。

(3) 小球が斜面に1回目に衝突する直前の，小球の速度のx成分の大きさとy成分の大きさはそれぞれいくらか。

(4) 小球が斜面に1回目に衝突する直前の，小球の速度の斜面に平行な成分の大きさと斜面に垂直な成分の大きさはそれぞれいくらか。

(5) 小球が斜面に1回目に衝突した直後の，小球の速度の斜面に平行な成分の大きさと斜面に垂直な成分の大きさはそれぞれいくらか。

(6) 小球が斜面に1回目に衝突した直後の，小球の速度のx成分の大きさとy成分の大きさはそれぞれいくらか。

(7) 小球が斜面に1回目に衝突してから，斜面に2回目に衝突するまでの時間はいくらか。

(8) 小球が斜面に2回目に衝突する場所のx座標はいくらか。

㊼ 化　　学

◇M45(709—372)

1 次の**問1**～**問3**に答えよ。解答はそれぞれの解答群より適するものを1つずつ選び，番号で答えよ。

問 1 次の記述(A)および(B)の両方ともにあてはまる陽イオンの組み合わせはどれか。下の(1)～(9)から選び，番号で答えよ。

(A) 酸性の下で，硫化水素を通じると沈殿が生じる。

(B) アンモニア水を加えると沈殿が生じ，過剰に加えると沈殿が溶解する。

(1) Al^{3+} と Zn^{2+}　(2) Al^{3+} と Ag^{+}　(3) Fe^{3+} と Cu^{2+}

(4) Fe^{3+} と Ag^{+}　(5) Fe^{3+} と Pb^{2+}　(6) Zn^{2+} と Ag^{+}

(7) Zn^{2+} と Pb^{2+}　(8) Cu^{2+} と Ag^{+}　(9) Ag^{+} と Pb^{2+}

問 2 次の**表**は可逆反応(a)～(d)の**反応物**と**生成物**を示している。反応が十分に進行し平衡状態にあるとき，温度一定のままで体積を小さくすると，逆反応の方向に平衡が移動する反応はどれか。正しいものの組み合わせを下の(1)～(6)から選び，番号で答えよ。

表

	反応物	生成物
(a)	SO_2(気) と O_2(気)	SO_3(気)
(b)	CO_2(気) と H_2(気)	CO(気) と H_2O(気)
(c)	CH_4(気) と H_2O(気)	CO(気) と H_2(気)
(d)	C(固) と CO_2(気)	CO(気)

(1) aとb　(2) aとc　(3) aとd

(4) bとc　(5) bとd　(6) cとd

問 3　芳香族カルボン酸に関する次の記述(a)～(e)のうち，**誤っているもの**の組み合わせはどれか。下の(1)～(9)から選び，番号で答えよ。

(a)　エチルベンゼンを過マンガン酸カリウム水溶液で酸化すると，安息香酸になる。

(b)　安息香酸は冷水には溶けにくいが，温水に溶解し，強酸性を示す。

(c)　*o*-キシレンを過マンガン酸カリウム水溶液で酸化すると，フタル酸になる。

(d)　イソフタル酸を加熱すると分子内で脱水反応が起こり，酸無水物になる。

(e)　テレフタル酸はポリエステル繊維の原料として利用される。

(1)　aとb	(2)　aとc	(3)　aとd
(4)　aとe	(5)　bとc	(6)　bとd
(7)　bとe	(8)　cとd	(9)　cとe

2 次の文を読み，下の**問1**～**問8**に答えよ。ただし，原子量はH＝1.0，C＝12.0，O＝16.0，Na＝23.0，P＝31.0とする。

リン酸H_3PO_4は3価の酸であり，その水溶液を水酸化ナトリウムNaOH水溶液で中和滴定すると，次の**式**①～③のように3段階で中和反応が進む。これらの中和反応では，第1および第2中和点は観察されるが，第3中和点はpHの変化が小さく観察できない。

$$H_3PO_4 + NaOH \longrightarrow NaH_2PO_4 + H_2O \quad ①$$
$$NaH_2PO_4 + NaOH \longrightarrow Na_2HPO_4 + H_2O \quad ②$$
$$Na_2HPO_4 + NaOH \longrightarrow Na_3PO_4 + H_2O \quad ③$$

第1中和点から第2中和点までは，NaH_2PO_4とNa_2HPO_4の混合水溶液であり，中性付近のpHを示す。この混合水溶液は，少量の強酸や強塩基を加えてもpHをほぼ一定に保つ［ア］作用をもつ。

いま，H_3PO_4とNaH_2PO_4の**混合水溶液X**中の両化合物のモル濃度を求めるために，次の**実験Ⅰ**および**Ⅱ**を行った。

実験Ⅰ　NaOH水溶液の濃度決定

シュウ酸二水和物$(COOH)_2 \cdot 2H_2O$ 1.26 gをはかり取り，適量の純水に溶かして**器具A**へ移し，純水を加えて正確に100 mLとした。このシュウ酸標準液10 mLを**器具B**で正確にはかり取り，**器具C**に入れた。これに，**器具D**を用いてNaOH水溶液を滴下して中和滴定を行った。NaOH水溶液12.5 mLを滴下したときに中和点となった。

実験Ⅱ　**混合水溶液X**中のH_3PO_4とNaH_2PO_4の定量

混合水溶液X 10 mLを**器具B**で正確にはかり取り，**器具C**に入れ，指示薬としてメチルオレンジとフェノールフタレインを加え，**器具D**を用いてNaOH水溶液を滴下して中和滴定を行った。NaOH水溶液7.5 mLを滴下した

とき，溶液の色が変化して第1中和点となった。さらに滴定を続けて，第1中和点後にNaOH水溶液22.5 mLを滴下したとき，溶液の色が変化して第2中和点となった。ただし，指示薬どうしは反応せず，中和点における色の変化は正確に識別できるものとする。

問 1　文中の空欄 **ア** に最も適する語句を**漢字2文字**で記せ。

問 2　**実験 I** を必要とするのは，水酸化ナトリウムの純度が低いためである。その原因となる物質または現象を次の(1)～(6)から**2つ**選び，番号で答えよ。

(1)　N_2　　(2)　O_2　　(3)　CO_2

(4)　酸　化　　(5)　昇　華　　(6)　潮　解

問 3　**器具 A**，**B** および **D** に該当するものはどれか。正しいものの組み合わせを次の(1)～(4)から選び，番号で答えよ。

	器具 A	器具 B	器具 D
(1)	コニカルビーカー	駒込ピペット	ビュレット
(2)	コニカルビーカー	ホールピペット	駒込ピペット
(3)	メスフラスコ	ホールピペット	駒込ピペット
(4)	メスフラスコ	ホールピペット	ビュレット

問 4　器具 A～D のうち，純水で洗浄したあと，乾燥させずに使用しても実験結果に影響しないものはどれか。最も適するものを次の(1)～(9)から選び，番号で答えよ。

(1)　A のみ　　(2)　B のみ　　(3)　C のみ
(4)　D のみ　　(5)　A と B のみ　　(6)　A と C のみ
(7)　A と D のみ　　(8)　B と C のみ　　(9)　C と D のみ

問 5　実験Ⅰで決定された NaOH 水溶液のモル濃度(mol/L)はいくらか。最も近い値を次の(1)～(6)から選び，番号で答えよ。

(1)　3.2×10^{-2}　　(2)　8.0×10^{-2}　　(3)　1.6×10^{-1}
(4)　3.2×10^{-1}　　(5)　8.0×10^{-1}　　(6)　1.6

問 6　実験Ⅱの(i)滴定開始から第 1 中和点の間，(ii)第 1 中和点から第 2 中和点の間に進行した反応は，本文中の**式**①～③のどれか。最も適するものを次の(1)～(6)から選び，それぞれ番号で答えよ。

(1)　①のみ　　(2)　②のみ　　(3)　③のみ
(4)　①と②のみ　　(5)　②と③のみ　　(6)　①と②と③

問 7　混合水溶液 X 中の(i)H_3PO_4 のモル濃度(mol/L)および(ii)NaH_2PO_4 のモル濃度(mol/L)はいくらか。最も近い値を次の(1)～(9)から選び，それぞれ番号で答えよ。

(1)　6.0×10^{-2}　　(2)　1.2×10^{-1}　　(3)　2.4×10^{-1}
(4)　3.6×10^{-1}　　(5)　4.8×10^{-1}　　(6)　6.0×10^{-1}
(7)　1.2　　(8)　2.4　　(9)　3.6

問 8　25 ℃ のとき，**混合水溶液 X** の水素イオン濃度(mol/L)はいくらか。**有効数字 2 桁**で答えよ。ただし，$[NaH_2PO_4]=[H_2PO_4^-]$であり，25 ℃ におけるリン酸の第 1 段階の電離定数 K_1 は次式のとおりとする。

$$K_1=\frac{[H^+][H_2PO_4^-]}{[H_3PO_4]}=7.60\times10^{-3}\ \text{mol/L}$$

3 次の文を読み，下の**問 1** および**問 2** に答えよ。

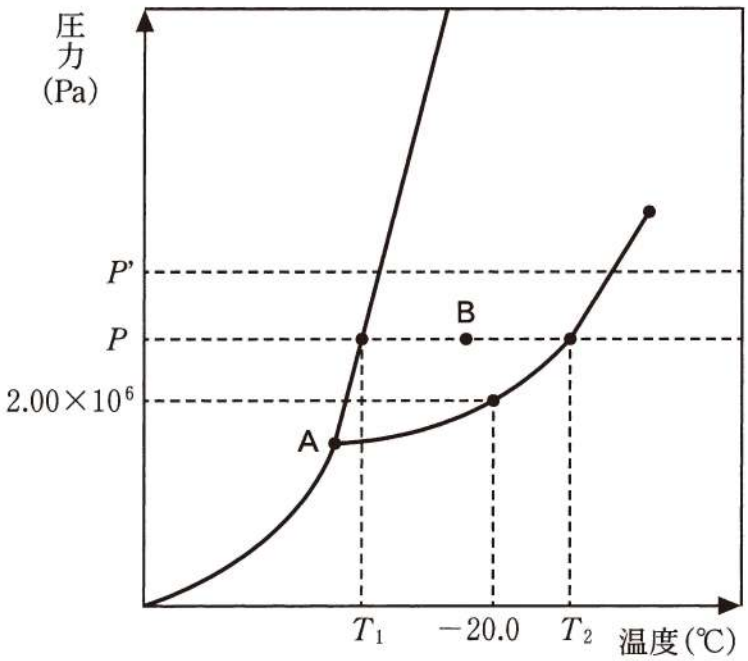
純物質には，固体，液体および気体の三種の状態があり，物質中の粒子のふるまいによって状態が変化する。一定圧力のもとで固体を加熱すると，ある温度で液体になる。この現象は［あ］とよばれる。一方，一定圧力のもとで液体を冷却すると，ある温度で固体になる。この現象を［い］とよぶ。また，液体が気体になる現象を［う］といい，沸点未満の温度では，液体から分子が［う］するときに，液体の温度は［え］。一方，気体が液体になる現象を［お］とよぶ。ある物質の沸点において，液体 1 mol が［う］するときに［か］される熱量は，気体 1 mol が［お］するときに［き］される熱量に等しい。

純物質の状態は，温度と圧力で決定される。さまざまな温度および圧力下で，物質がとる状態を示す図を状態図とよび，状態図は物質の種類によって異なる。状態図を見ることで，任意の温度・圧力における物質の状態を知ることができる。また，状態図を使えば，温度や圧力を変えると，物質がどのように状態変化するかを知ることも可能である。

問 1 文中の空欄［あ］～［き］に最も適するものを，次の(11)～(25)から選び，番号で答えよ。

(11) 風　解	(12) 融　解	(13) 潮　解
(14) 凝　縮	(15) 凝　固	(16) 凝　集
(17) 蒸　発	(18) 変　性	(19) 転　化
(20) 上がる	(21) 下がる	(22) 変化しない
(23) 放　出	(24) 吸　収	(25) 分　解

問 2　下線部について，次の**図**は二酸化炭素 CO_2 の状態図を概略的に示したものである。この**図**に関して，下の**問**(ⅰ)～(ⅴ)に答えよ。



図

(ⅰ)　点 A の名称を**漢字 3 文字**で記せ。

(ⅱ)　点 A における CO_2 の状態として，正しいものはどれか。次の(1)～(7)から選び，番号で答えよ。

(1)　固体のみが存在　　(2)　液体のみが存在

(3)　気体のみが存在　　(4)　固体と液体のみが共存

(5)　固体と気体のみが共存　　(6)　液体と気体のみが共存

(7)　固体と液体と気体が共存

(iii)　CO_2 の圧力を P に保ち，点Bから温度を変化させたとき，温度 T_1 および T_2 の前後における CO_2 の状態変化について，**変化前**と**変化後**の状態の正しい組み合わせはどれか。次の(1)～(6)から選び，番号で答えよ。

	T_1		T_2	
	変化前	**変化後**	**変化前**	**変化後**
(1)	固　体	気　体	固　体	液　体
(2)	気　体	液　体	気　体	固　体
(3)	液　体	固　体	液　体	気　体
(4)	固　体	液　体	固　体	気　体
(5)	液　体	気　体	液　体	固　体
(6)	気　体	固　体	気　体	液　体

(iv)　CO_2 の圧力を P' ($> P$)に保ったときの CO_2 の融点および沸点は，圧力 P における CO_2 の融点および沸点に比べてそれぞれどのように変化するか。正しいものを次の(1)～(3)から選び，それぞれ番号で答えよ。ただし，同じ番号を何度用いてもよい。

(1)　高くなる　　(2)　低くなる　　(3)　変化しない

(v)　容積一定の密閉容器に 13.2 kg の液体の CO_2 のみを入れ，－20.0 ℃に保った。容器内の CO_2 が気液平衡状態に達したとき，容器内で気体の CO_2 が占める体積は 0.253 m^3 であった。このとき，液体として存在する CO_2 の質量は［ X ］kg である。

次に，容積可変の密閉容器に 1.01 kg の液体の CO_2 のみを入れ，大気圧下で－20.0 ℃に保ったところ，容器の容積は［ Y ］m^3 となった。

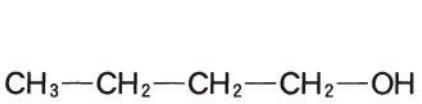
図をもとに，［ X ］と［ Y ］にあてはまる数値をそれぞれ**有効数字2桁**で記せ。ただし，気体の CO_2 は理想気体としてふるまうものとし，大気圧を 1.01×10^5 Pa，気体定数を 8.31×10^3 Pa·L/(K·mol)とする。また，原子量は C = 12.0，O = 16.0 とする。

4 アルケンやアルコールについて述べた次の文を読み，下の**問1**～**問6**に答えよ。

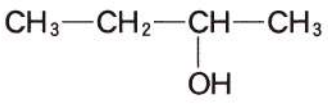
エチレンは炭素数の最も少ないアルケンで，工業的にはナフサの熱分解によって合成される。エチレンを［ア］重合させるとポリエチレンとなり，プラスチックとして利用される。また，エチレンはさまざまな有機化合物の原料として用いられており，塩素と反応させると［イ］が，触媒を用いて酸化すると［ウ］が得られる。

一方，実験室でエチレンを発生させる際は，エタノールに濃硫酸を加えて160～170 ℃に加熱し，発生したエチレンは［エ］置換法で捕集する。このような反応をアルコールの分子内脱水とよび，同様に，1-プロパノールの分子内脱水では［オ］が得られる。

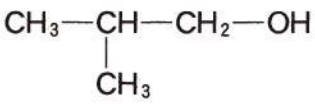
図1に(あ)分子式 $C_4H_{10}O$ で表されるアルコールA～Dの構造式を示す。(い)A～Dの分子内脱水では，複数のアルケンが得られる場合がある。たとえば，Bに濃硫酸を加えて加熱すると分子内脱水が進行し，主生成物として化合物Eと化合物Fが，副生成物として化合物Gが得られる。なお，EとFはシス-トランス異性体の関係にある。アルコールの分子内脱水では，ヒドロキシ基が結合した炭素原子のとなりの炭素原子のうち，直接結合している水素原子の数が少ない方の炭素原子から水素原子が失われる反応の方が進行しやすいことが知られている。



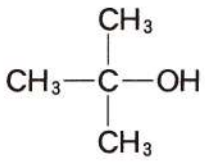
アルコールA



アルコールB



アルコールC



アルコールD

図1　分子式 $C_4H_{10}O$ で表されるアルコールA～Dの構造式

問 1　文中の空欄 [ア] ～ [オ] に最も適する語句を次の(11)～(24)から選び，番号で答えよ。

(11)　付　加　　(12)　縮　合　　(13)　共
(14)　上　方　　(15)　下　方　　(16)　水　上
(17)　クロロエタン　　(18)　クロロホルム
(19)　1,2-ジクロロエタン　　(20)　ジエチルエーテル
(21)　ホルムアルデヒド　　(22)　アセトアルデヒド
(23)　プロペン　　(24)　プロピン

問 2　アルケンに関する次の記述(1)～(5)のうち，**誤っているもの**はどれか。番号で答えよ。

(1)　鎖式不飽和炭化水素に分類される。
(2)　同じ炭素数の場合，シクロアルカンの構造異性体である。
(3)　硫酸酸性の過マンガン酸カリウム水溶液に通じると，赤紫色が消える。
(4)　エチレン分子の炭素原子間の結合距離は，ベンゼン分子の炭素原子間の結合距離よりも長い。
(5)　触媒の存在下で水素と混合すると，アルカンへ変化する。

問 3　**下線部(あ)**について，分子式 $C_4H_{10}O$ で表される化合物には，エーテルは何種類あるか。次の(1)～(6)から選び，番号で答えよ。

(1)　1種類　　(2)　2種類　　(3)　3種類
(4)　4種類　　(5)　5種類　　(6)　6種類

問 4　アルコール A～D に関する次の記述(1)～(5)のうち，**誤っているもの**はどれか。番号で答えよ。

(1)　A～D のそれぞれをアンモニア性硝酸銀水溶液に加えて加熱しても，いずれも変化が見られない。
(2)　B はヨードホルム反応を示し，酸化するとケトンを生じる。
(3)　D の沸点は A の沸点より高い。
(4)　D は，硫酸酸性の二クロム酸カリウム水溶液で酸化されない。
(5)　B は不斉炭素原子をもつ。

問 5　**下線部(い)**について，本文中の波線部の記述をもとに化合物 G を決定し，その名称を記せ。

問 6　ペンタノール $C_5H_{11}OH$ に関する次の**問**(i)～(iii)に答えよ。

(i)　ペンタノールの構造異性体には，第一級アルコールは何種類あるか。次の(1)～(6)から選び，番号で答えよ。

(1)　1 種類　　(2)　2 種類　　(3)　3 種類
(4)　4 種類　　(5)　5 種類　　(6)　6 種類

(ii)　ペンタノールの構造異性体であるアルコールのうち，**図 2** に示す化合物 Y に対して分子内脱水を行った。本文中の波線部の記述をもとに主生成物を決定し，その構造式を解答例にならって記せ。

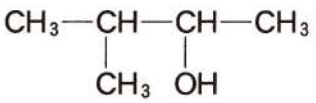


図 2　アルコール Y の構造式

(iii)　アルコール Z は，ペンタノールの構造異性体のひとつである。Z に濃硫酸を加えて加熱しても，分子内脱水は進行しなかった。Z の構造式を解答例にならって記せ。

㊽ 生　　物

◇M45 (709—385)

〔Ⅰ〕 細胞とその構成分子に関する次の文章を読み，**問1**～**問8**に答えよ。

細胞は生物のからだをつくる基本単位である。すべての細胞は，細胞膜に包まれて周囲から独立したまとまりとなっている。真核細胞の内部は，核と細胞質に分けられる。核の内部には，遺伝物質であるDNAを含む染色体が存在する。(a)真核細胞の細胞質にはさまざまな細胞小器官が存在し，それぞれ特定のはたらきをもつ。小胞体は一重の(b)生体膜で囲まれた袋状の細胞小器官で，その表面にリボソームが付着した（　イ　）とリボソームが付着していない（　ロ　）の2つの領域に分けられ，それぞれ分泌タンパク質の合成と脂質などの合成を担っている。合成された分泌タンパク質は小胞体の内部に取り込まれ，（　ハ　）へ運ばれて糖鎖の付加などの修飾を受けた後に，(c)小胞に包まれて細胞膜へと送られて細胞外へ分泌される。

細胞を構成する物質には，(d)タンパク質，炭水化物，脂質，核酸などの有機物のほかに無機物も含まれる。タンパク質は細胞を構成する物質の中で最も種類が多く，(e)細胞のあらゆる構造と機能に関わり，生命活動の中心的な担い手である。

タンパク質のはたらきを調べるため，ブタの肝臓に含まれる酵素に関する以下の**【実験1】**および**【実験2】**を行った。

【実験1】

① ブタの肝臓10 gに蒸留水5 mLを加え，乳鉢ですりつぶして上澄み液（以後，酵素液）を得た。

② 空の試験管A，B，Cを準備し，試験管Aに蒸留水1 mL，試験管Bに酵素液1 mL，試験管Cに酸化マンガン(Ⅳ)を数粒入れた。

③ すべての試験管に3％過酸化水素水3 mLを加えると，試験管Aの液体には変化はなかったが，試験管Bと試験管Cの液体では気泡が発生した。

【実験２】

① 空のビーカーＡとＢを準備し，ビーカーＡには【実験１】と同様の方法で得た酵素液３mLを，ビーカーＢには蒸留水３mLと共に酸化マンガン(Ⅳ)を数粒入れ，それぞれ煮沸した後に静置して室温まで冷却した。

② 空の試験管ＤとＥを準備し，試験管Ｄにはビーカーから酵素液１mLを，試験管Ｅにはビーカーから取り出した酸化マンガン(Ⅳ)を数粒入れた。

③ 試験管ＤとＥのそれぞれに３％過酸化水素水３mLを加えると，試験管Ｄの液体には変化はなく，試験管Ｅの液体では気泡が発生した。

問 1 文中の(　イ　)～(　ハ　)に適切な語句を記入せよ。

問 2 下線部(ａ)に関連して，細胞内共生によって植物細胞のみが獲得した細胞小器官の由来となった生物に最も近縁の現生生物は何か。

問 3 下線部(ｂ)に関する記述として，**誤っている**ものを，次の(１)～(４)から１つ選び，番号で答えよ。

(１) リン脂質二重層ではリン脂質分子の親水性部分が外側を向いている。
(２) 主成分のリン脂質分子ではリン酸に炭化水素鎖が直接結合している。
(３) 生体膜に埋め込まれたタンパク質は膜の中を移動する。
(４) 酸素や二酸化炭素は生体膜を自由に透過する。

問 4 下線部(ｃ)に関連して，小胞の膜が細胞膜と融合することで小胞内の物質が細胞外へ分泌される現象を，何と呼ぶか。

問 5 下線部(ｄ)に関連して，タンパク質分子は，その一次構造に基づいた固有の立体構造をもつ。この立体構造を形成する過程を何と呼ぶか，**解答欄Ⅰ**に記入せよ。また，この過程を補助する機能をもったタンパク質を総称して何と呼ぶか，**解答欄Ⅱ**に記入せよ。

問 6　下線部(e)に関連して，真核生物の細胞内にはタンパク質で構成される細胞骨格が存在する。この細胞骨格に関する記述として**誤っている**ものを，次の(1)～(5)から**すべて**選び，番号で答えよ。

(1)　微小管は球状タンパク質のα-チューブリンによって構成される中空の管である。
(2)　微小管は鞭毛や繊毛の運動に関わっている。
(3)　中間径フィラメントは網目状に分布する繊維状構造で，細胞や核の形の保持に関わっている。
(4)　繊維の直径が最も太い細胞骨格はアクチンフィラメントである。
(5)　アクチンフィラメントはアクチンからなる繊維状構造で，細胞の運動に関わっている。

問 7　**【実験 1】**の③で，気泡が発生している試験管ＢとＣのそれぞれに火のついた線香を入れると激しく燃えた。試験管ＢとＣで発生した気体は何か。また，試験管Ｂでその気体を発生させた酵素は何か。気体の名称を**解答欄Ⅰ**に，酵素の名称を**解答欄Ⅱ**に，それぞれ記入せよ。

問 8　**【実験 2】**の③で，試験管ＤとＥのそれぞれに火のついた線香を入れると，試験管Ｄでは変化がなく，試験管Ｅでは激しく燃えた。試験管Ｄの酵素液に含まれるタンパク質に，どのような変化が起こったと考えられるか。起こった変化の名称を**解答欄Ⅰ**に，そのような変化によって酵素のはたらきが無くなる現象の名称を**解答欄Ⅱ**に，それぞれ記入せよ。

〔Ⅱ〕 遺伝情報の発現に関する次の文章を読み，**問1**～**問10**に答えよ。

大腸菌は，生育にグルコースを必要とする。しかし，グルコースがない状態でもラクトースが存在すれば，(a)β-ガラクトシダーゼなどの3種類の酵素を合成してラクトースを分解し，その分解物を利用して生育できる。これら3種類の酵素の遺伝子はDNA上で隣接して存在し，まとめて1つの(b)mRNAとして転写される。この転写は，DNAの別の場所に存在する(c)調節遺伝子からつくられる調節タンパク質によって制御される。調節タンパク質は，(d)RNAポリメラーゼが結合するプロモーターのすぐそばにあるオペレーターに結合する。調節タンパク質のオペレーターへの結合は，ラクトースに由来する物質によって制御される。(e)人為的にβ-ガラクトシダーゼの転写を誘導できる物質として，ラクトース類似化合物であるIPTGが知られている。

このように原核生物では，(f)1つのオペレーターによって遺伝子群の発現が制御されることがある。そこで，オペレーターのはたらきを調べるために，以下の**【実験】**を行った。

【実験】

グルコースとラクトースを共に含まない培地に大腸菌を懸濁した後，ラクトースを培地に添加した。しばらく培養した後，ラクトースを培地から取り除き，さらに培養を続けた。**図1**は，ラクトース添加直後から経時的にβ-ガラクトシダーゼ量を測定した結果に基づいて作成したグラフである。なお，β-ガラクトシダーゼ量は，同じ数の大腸菌あたりの量として示されている。

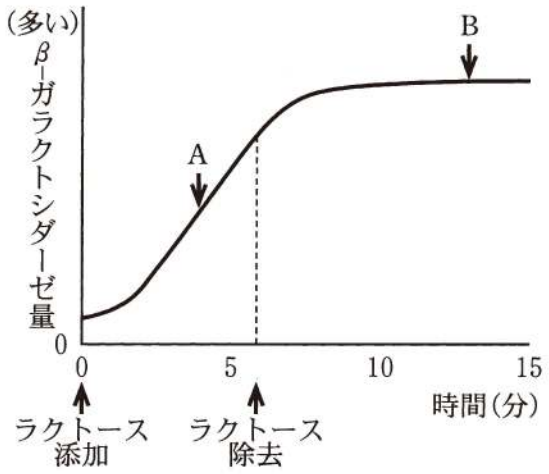


図 1

問 1 下線部(a)の β-ガラクトシダーゼによってラクトースが分解されて生じるグルコース以外の単糖の名称を答えよ。

問 2 下線部(b)に関連して，大腸菌の遺伝子 X から転写された mRNA の塩基の組成がアデニン 10 %，グアニン 15 %，ウラシル 40 %，シトシン 35 %であった。遺伝子 X が存在する DNA の領域の塩基におけるアデニンの割合を%で答えよ。

問 3 下線部(b)に関連して，真核生物の mRNA では鋳型となった DNA の塩基配列には存在しないリボヌクレオチドが多数付加される。この付加された部分を特に何と呼ぶか。

問 4 下線部(c)の調節タンパク質は発現を抑制する。このような調節タンパク質を特に何と呼ぶか。

問 5 下線部(d)に関連して，真核生物の RNA ポリメラーゼの性質として**誤っている**ものを，次の(1)～(4)から 1 つ選び，番号で答えよ。

(1) 核内ではたらく。
(2) 転写反応の開始にプライマーを必要とする。
(3) mRNA の塩基配列に存在しないゲノム DNA の部分も鋳型にする。
(4) 部分的にほどけた 2 本鎖 DNA のうち，一方を鋳型にする。

問 6 下線部(d)に関連して，真核生物において RNA ポリメラーゼと共にプロモーターへ結合し，転写に必須のタンパク質群を何と呼ぶか。

問 7 下線部(e)に関連して，IPTG のはたらきとして正しいものを，次の(1)～(4)から 1 つ選び，番号で答えよ。

(1) 調節タンパク質を分解する。
(2) 調節タンパク質と結合して活性化する。
(3) 調節タンパク質と結合してオペレーターとは結合できなくする。
(4) β-ガラクトシダーゼに結合して，ラクトースの分解を阻害する。

問 8 下線部(f)のような遺伝子群を何と呼ぶか。

問 9　**図1**のAおよびBの時点における調節タンパク質とβ-ガラクトシダーゼの遺伝子の転写に関する記述として最も適切なものを，次の(1)～(7)から選び，Aについては**解答欄Ⅰ**に，Bについては**解答欄Ⅱ**に，それぞれ番号で答えよ。

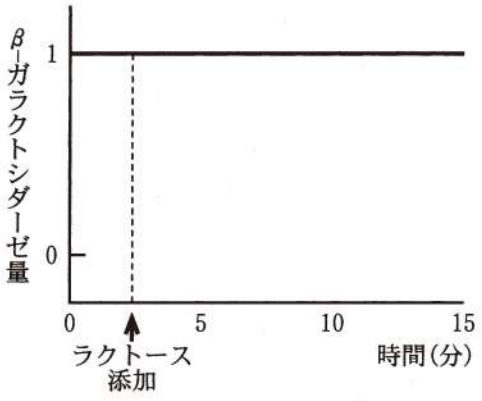
(1)　調節タンパク質は合成されず，転写は誘導されている。
(2)　調節タンパク質は合成されず，転写は抑制されている。
(3)　調節タンパク質がオペレーターに結合し，転写は誘導されている。
(4)　調節タンパク質がオペレーターに結合し，転写は抑制されている。
(5)　調節タンパク質はオペレーターに結合しているが，転写は誘導も抑制もされていない。
(6)　調節タンパク質がオペレーターから解離し，転写は誘導されている。
(7)　調節タンパク質がオペレーターから解離し，転写は抑制されている。

問10　**表1**に示した大腸菌の突然変異株Yと突然変異株Zを，グルコースを含まない培地に懸濁した後に，ラクトースを培地に添加した。大腸菌がもつβ-ガラクトシダーゼ量の変化を表すグラフとして最も適切なものを，以下の(1)～(4)から選び，突然変異株Yについては**解答欄Ⅰ**に，突然変異株Zについては**解答欄Ⅱ**に，それぞれ番号で答えよ。なお，β-ガラクトシダーゼ量は，グルコースを含まずラクトースを含む培地で培養した野生型大腸菌との比で示している。

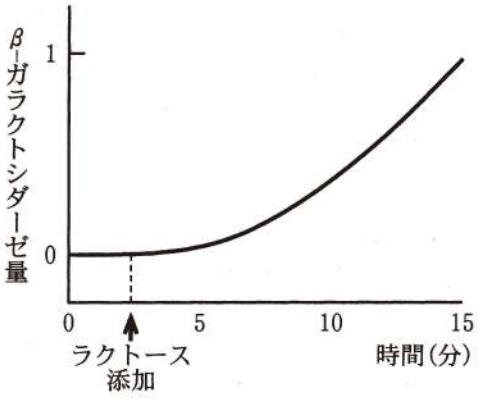
表1

突然変異株	形質
Y	調節タンパク質を合成しない
Z	調節タンパク質にラクトース由来物質が結合しない

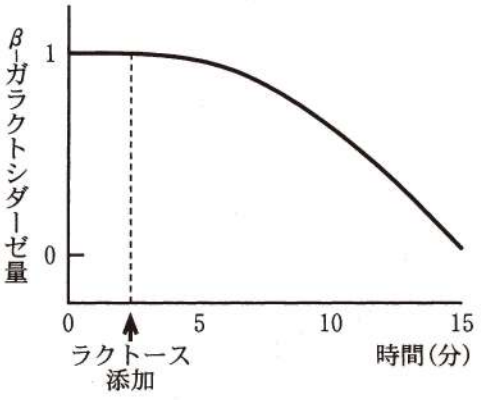
(1)



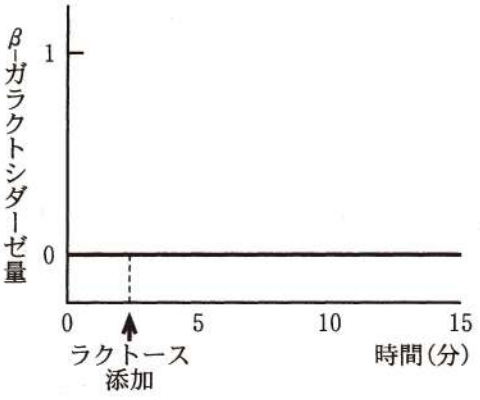
(2)



(3)



(4)



〔Ⅲ〕 哺乳類の染色体に関する次の文章を読み，**問1**～**問5**に答えよ。

哺乳類の体細胞の(a)染色体は，父親由来と母親由来のものが2本で対をなし，さらに複数の対が集まったセットになっている。哺乳類ではほとんどの種で，染色体の対には，大きさと形が同じ対と，形が異なる染色体の対が存在する。後者の対を構成する染色体にはX染色体とY染色体の2種類があり，遺伝的な性の決定に関与することから，性染色体と呼ばれる。体細胞では，オスはX染色体とY染色体を，メスは2本のX染色体をもっている。メスでは発生の初期段階で，2本のX染色体のうちの1本が，細胞ごとに無作為に(b)不活性化されてはたらかなくなる。この不活性化は体細胞分裂を経ても維持される。そのため，発生が進行すると，不活性化されたX染色体の由来が異なる2種類の細胞が，1つの個体の中でブロック状に分布するようになる。このような細胞の分布を容易に観察できる例として，イエネコの毛色が知られている。

(c)イエネコの体毛の一本一本は毛色をもつことがある。それは毛根にある色素細胞が色素を合成し，その色素を毛に分泌しているためである。毛根の形成過程で，色素細胞が毛根まで移動して増殖するとその毛根が作る毛は有色となり，色素細胞が移動してこないと色素のない白い毛になる。イエネコでは，X染色体に色素の色に関係する対立遺伝子として，茶色遺伝子Oと黒色遺伝子oが存在する。(d)性染色体以外の染色体には，色素細胞の移動に関係する対立遺伝子である白斑遺伝子Sと斑なし遺伝子sが存在する。Sは色素細胞の移動を制限するが，sは制限しない。Sはsに対して顕性(優性)なため，Sをもつ個体では色素細胞の移動が制限され，主に腹側の体毛の毛根に色素細胞が存在せず白い毛が集まった領域(白斑)を生じる。これらの遺伝子のはたらきによって，イエネコの体表には毛色によるさまざまな模様が形成される。

問 1 下線部(a)の対になっている染色体を何と呼ぶか。

問 2 下線部(a)に関連して，精子あるいは卵がもつ染色体に含まれるすべての遺伝情報を何と呼ぶか。

問 3　下線部(b)の現象には，DNA 結合タンパク質であるヒストンが関与している。このヒストンに DNA が巻き付いた構造を何と呼ぶか。

問 4　下線部(c)に関連して，次の(**イ**)～(**ニ**)に答えよ。

(**イ**)　体毛に茶色，黒色と白斑のすべてをもつメスについて，毛色に関わる対立遺伝子の組み合わせとして正しいものを，次の(1)～(6)から**すべて**選び，番号で答えよ。なお，[OO]，[Oo]，[oo]は性染色体における遺伝子の組み合わせを示す。

(1)　[OO]Ss　　(2)　[OO]ss　　(3)　[Oo]SS
(4)　[Oo]Ss　　(5)　[oo]Ss　　(6)　[oo]ss

(**ロ**)　体毛に黒色と白斑の両方をもつオスについて，毛色に関わる対立遺伝子の組み合わせとして正しいものを，次の(1)～(6)から**すべて**選び，番号で答えよ。なお，Y は Y 染色体を，[OY]と[oY]は性染色体における遺伝子の組み合わせを示す。

(1)　[OY]SS　　(2)　[OY]Ss　　(3)　[OY]ss
(4)　[oY]SS　　(5)　[oY]Ss　　(6)　[oY]ss

(**ハ**)　全身が黒色のオスと全身が茶色のメスを両親とする子のオスとメスは，それぞれどのような色の体毛をもつと期待できるか。次の(1)～(4)から正しいものを 1 つ選び，オスの子は**解答欄 I** に，メスの子は**解答欄 II** に，それぞれ番号で答えよ。

(1)　茶色毛だけをもつ。
(2)　黒色毛だけをもつ。
(3)　茶色毛と黒色毛の両方をもつ。
(4)　茶色毛，黒色毛と白斑のすべてをもつ。

(ニ)　体毛に茶色と白斑をもつオスと全身が黒色のメスを両親とする子のオスとメスは，それぞれどのような色の体毛をもつと期待できるか。次の(1)～(6)から正しいものを**すべて**選び，オスの子については**解答欄Ⅰ**に，メスの子については**解答欄Ⅱ**にそれぞれ番号で答えよ。

(1)　茶色毛だけをもつ。
(2)　黒色毛だけをもつ。
(3)　黒色毛と茶色毛の両方をもつ。
(4)　茶色毛と白斑の両方をもつ。
(5)　黒色毛と白斑の両方をもつ。
(6)　茶色毛，黒色毛と白斑のすべてをもつ。

問 5　下線部(d)の染色体を何と呼ぶか。

〔Ⅳ〕 植物の光合成に関する次の文章を読み，**問 1** ～**問 9** に答えよ。

植物は(a)光エネルギーを利用して，(b)水と二酸化炭素から有機物を合成する。この反応を光合成と呼ぶ。植物が光合成のために吸収する二酸化炭素の量は光合成量と呼ばれ，(c)光が強くなると，ある光の強さにいたるまでは光合成量が増加する。単位時間あたりの光合成量を光合成速度と呼ぶ。また，植物は，呼吸によって発生した二酸化炭素も放出する。そのため，(d)ある光の強さで，二酸化炭素の出入りは見かけ上なくなる。この光の強さは，植物の種や成長状態によって異なることが知られている。(e)植生を構成する植物種の組成が安定した森林では，林冠から林床にかけて光の強さが減少し，(f)林冠と林床では構成する植物種が異なっている。

図 1 は，**植物 X** と**植物 Y** の葉が受ける光の強さと二酸化炭素吸収速度との関係をグラフにしたものである。

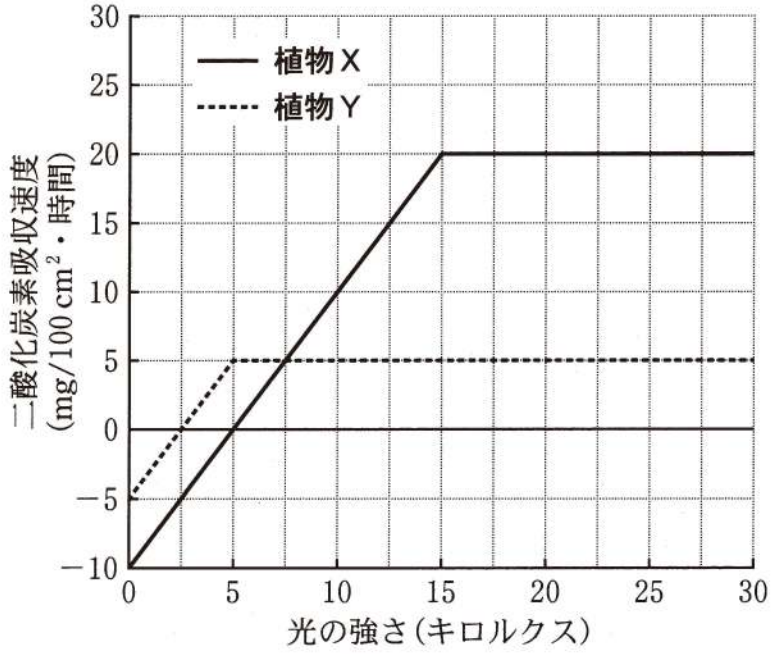


図 1

問 1 下線部(a)に関連して，光化学系の中の光化学反応が起こる部分を特に何と呼ぶか。

問 2　下線部(b)に関連して，それぞれ1分子のC_5化合物と二酸化炭素から2分子のC_3化合物を合成する酵素は何か。

問 3　下線部(c)に関連して，光合成速度が増加しなくなる時の光の強さを何と呼ぶか。

問 4　下線部(d)の光の強さを何と呼ぶか。

問 5　遷移が下線部(e)の状態となった森林のことを特に何と呼ぶか。

問 6　下線部(e)の状態となった森林において，木々が枯れたり，台風で倒れたりして，局所的に太陽光が差し込む空所ができることがある。この空所を何と呼ぶか。

問 7　下線部(f)に関連して，本州中部の太平洋側に分布する照葉樹林において，成木が林冠にみられる樹種として正しいものを，次の(1)～(4)から1つ選び，番号で答えよ。

(1)　イヌビワ　　(2)　スダジイ　　(3)　ヤブツバキ　　(4)　アオキ

問 8　**図1の植物X**と**植物Y**に関して，光の強さが7.5キロルクスにおける光合成速度を，**植物X**については**解答欄I**に，**植物Y**については**解答欄II**に，それぞれ整数で答えよ。なお，単位は$mg/100\ cm^2$・時間とする。

問 9　**図1の植物X**と**植物Y**に関して，1日あたり16時間の光照射で生存可能な光の強さ(キロルクス)について，最低限必要な光の強さに最も近いものを，次の(A)～(F)から選び，**植物X**については**解答欄I**に，**植物Y**については**解答欄II**に，それぞれ記号で答えよ。

(A)　2　　(B)　5　　(C)　8　　(D)　12　　(E)　15　　(F)　20