令和７年度　入学者選抜試験問題

一般選抜　令和７年１月28日

理　科　（120分）

Ⅰ　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てはいけません。**

2　この問題冊子は92ページあります。各科目の出題ページは下記のとおりです。

物理　4～36ページ
化学　38～56ページ
生物　58～87ページ

3　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づいた場合は，手を挙げて監督員に知らせなさい。

4　**解答用紙は２枚配付されます。解答用紙には解答欄以外に次の記入欄があるので，その説明と解答用紙の「記入上の注意」を読み，それぞれ正しく記入し，マークしなさい。**

①　**受験番号欄**
受験番号を記入し，さらにその下のマーク欄に**マーク**しなさい。**正しくマークされていない場合は，採点できないことがあります。**

②　**氏名欄**
氏名・フリガナを記入しなさい。

③　**解答科目欄**
解答する科目を一つ選び，科目の下の◯**にマーク**しなさい。**マークされていない場合または複数の科目にマークされている場合は，０点**となります。

5　試験開始後30分間および試験終了前５分間は退出できません。

6　この表紙の受験番号欄に受験番号を記入しなさい。**この問題冊子は試験終了後回収します。**

Ⅱ　解答上の注意

1　解答はすべて解答用紙の所定の欄へのマークによって行います。たとえば，大問 1 の 3 と表示のある問いに対して②と解答する場合は，次の〈例〉のように解答番号３の解答欄の②をマークします。

〈例〉

1	解答欄									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
3	①	●	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩

受験番号				

獨協医科大学　医学部

（問題は次ページから始まる）

物　　理

1　次の問１～４に答えなさい。〔解答番号 1 ～ 4 〕

問１　次の文章中の空欄 ア ，イ に入る式の組合せとして正しいものを，下の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 1

図１のように，z 軸の正の向きに，磁束密度の大きさ B の一様な磁場が加えられている中で，原点 O に置かれた電気量 q（$q > 0$）の荷電粒子を yz 平面内において y 軸と $\theta\left(0<\theta<\dfrac{\pi}{2}\right)$〔rad〕の角をなす向きに速さ v で射出したところ，らせん運動を開始した。

この粒子の運動を xy 平面に射影した運動を考えると，その運動は等速円運動となり，その円運動の半径 r は $r =$ ア となる。

荷電粒子を射出した後に，再度，z 軸上の点を通過するときの z 座標は イ である。

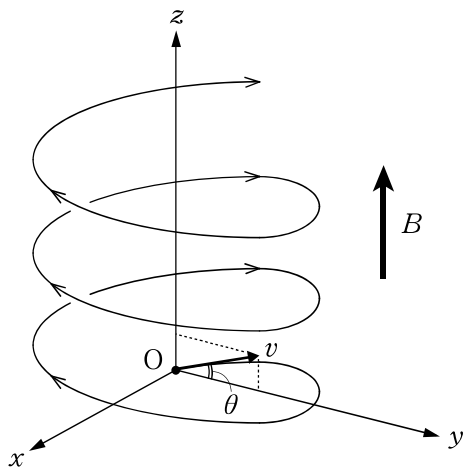


図１

	①	②	③	④	⑤	⑥
ア	$\dfrac{mv\sin\theta}{qB}$	$\dfrac{mv\sin\theta}{qB}$	$\dfrac{mv\sin\theta}{qB}$	$\dfrac{mv\cos\theta}{qB}$	$\dfrac{mv\cos\theta}{qB}$	$\dfrac{mv\cos\theta}{qB}$
イ	$\dfrac{2\pi mv\sin\theta}{qB}$	$\dfrac{2\pi mv\cos\theta}{qB}$	$\dfrac{2\pi mv}{qB}$	$\dfrac{2\pi mv\sin\theta}{qB}$	$\dfrac{2\pi mv\cos\theta}{qB}$	$\dfrac{2\pi mv}{qB}$

（下　書　き　用　紙）

1の問は次に続く。

問２　次の文章中の空欄［ア］～［ウ］に入る数値の組合せとして正しいものを，下の①～⑧のうちから一つ選びなさい。［2］

図２のように，容積がそれぞれ 1.49 m^3，1.00 m^3 である断熱容器Ａと断熱容器Ｂが，コックを備えた体積の無視できる細管で結ばれている。以下では，気体定数を 8.3 J/(mol･K) とする。

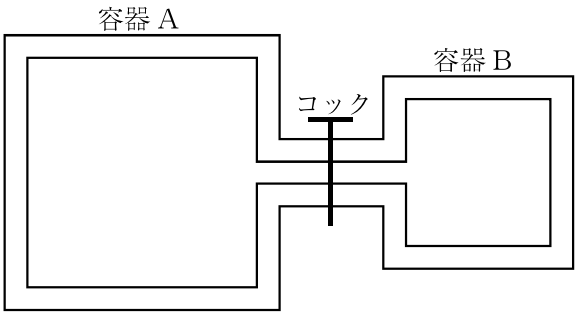


図２

まず，容器Ａに温度 2.0×10^2 K，物質量 12 mol，容器Ｂに温度 3.0×10^2 K，物質量 8.0 mol の単原子分子理想気体をそれぞれ入れる。コックを開き，十分に時間が経過したとき，容器内の気体の温度は［ア］K，圧力は［イ］Pa となる。

次に，コックを閉じた状態で容器Ｂを真空にし，容器Ａには温度 2.0×10^2 K，物質量 12 mol の単原子分子理想気体を入れる。コックを開くと，きわめて急激な状態変化が起こる。この変化においては，気体がされる仕事は 0 となり，気体の内部エネルギーの総量は保存される。このような変化を，断熱自由膨張とよぶ。コックを開いて十分な時間が経過したときの容器内の圧力は，［ウ］Pa となる。

	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧
ア	1.2×10^2	1.2×10^2	1.2×10^2	1.2×10^2	2.4×10^2	2.4×10^2	2.4×10^2	2.4×10^2
イ	8.0×10^3	8.0×10^3	1.6×10^4	1.6×10^4	8.0×10^3	8.0×10^3	1.6×10^4	1.6×10^4
ウ	8.0×10^3	1.3×10^4	8.0×10^3	1.3×10^4	8.0×10^3	1.3×10^4	8.0×10^3	1.3×10^4

（下　書　き　用　紙）

1の問は次に続く。

問３　次の文章中の空欄［ア］，［イ］に入る式の組合せとして正しいものを，下の①～⑧のうちから一つ選びなさい。［3］

抵抗の抵抗値を測定する際に，図３のように，電流計Ａと電圧計Ｖを用いて測定すると，電流計と電圧計の内部抵抗が影響し，高い精度で測定することが難しい。電流計の内部抵抗を r_{A}，電圧計の内部抵抗を r_{V} とする。図３の接続の場合，電流計の測定値 I_0 と電圧計の測定値 V_0 から抵抗の測定値を $R_0 = \dfrac{V_0}{I_0}$ として定めると，抵抗の真の抵抗値 R_{t} と測定値のずれ $\Delta R = |R_{\mathrm{t}} - R_0|$ は，$\Delta R =$［ア］となる。

そこで，抵抗値が未知の抵抗 R_x の抵抗値 R_x を高い精度で測定するために，図４のように，抵抗 R_x に抵抗値がそれぞれ R_1，R_2 であることが正確にわかっている抵抗 R_1，R_2，可変抵抗，検流計Ｇ，電池Ｅを接続した，「ホイートストンブリッジ」と呼ばれる回路が用いられる。検流計Ｇに電流が流れないように，可変抵抗の値 R_3 を調整すると，$R_x =$［イ］$\times R_3$ と求めることができる。

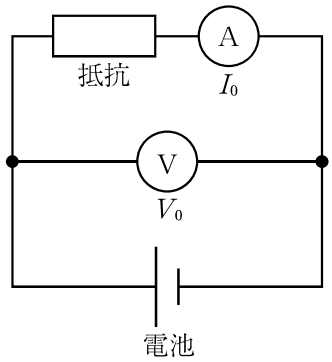


図３

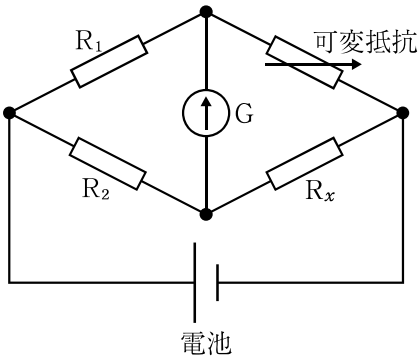


図４

	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧
ア	r_{A}	r_{A}	r_{V}	r_{V}	$r_{\mathrm{A}} + r_{\mathrm{V}}$	$r_{\mathrm{A}} + r_{\mathrm{V}}$	$\dfrac{r_{\mathrm{A}} r_{\mathrm{V}}}{r_{\mathrm{A}} + r_{\mathrm{V}}}$	$\dfrac{r_{\mathrm{A}} r_{\mathrm{V}}}{r_{\mathrm{A}} + r_{\mathrm{V}}}$
イ	$\dfrac{R_2}{R_1}$	$\dfrac{R_1}{R_2}$	$\dfrac{R_2}{R_1}$	$\dfrac{R_1}{R_2}$	$\dfrac{R_2}{R_1}$	$\dfrac{R_1}{R_2}$	$\dfrac{R_2}{R_1}$	$\dfrac{R_1}{R_2}$

（下　書　き　用　紙）

1の問は次に続く。

問4　次の文章中の空欄［ア］，［イ］に入る式の組合せとして正しいものを，下の①～⑥のうちから一つ選びなさい。［4］

図5のように屈折率 n_1 の媒質1と，屈折率 n_2 の媒質2を水平に重ね，境界面から深さ h の点Pを媒質1中でほぼ真上から見るとその見かけの深さ h' は $h' =$［ア］$\times h$ となる。なお，角 θ が微小のとき，$\sin\theta \fallingdotseq \tan\theta$ が成り立つとする。

次に，図6のように厚さがそれぞれ d_1，d_2 であり，屈折率がそれぞれ n_1，n_2 である媒質1と2を水平に重ねる。媒質2の底にある点P′は，ほぼ真上の媒質1中から見ると P_2 の位置にあるように見え，ほぼ真上の空気中から見ると P_1 の位置にあるように見える。このとき，媒質1中から見た見かけの深さ AP_2 は $AP_2 =$［ア］$\times d_2$ であり，空気中から見た見かけの深さ $O'P_1$ は $O'P_1 =$［イ］となる。ただし，空気の屈折率を1とする。

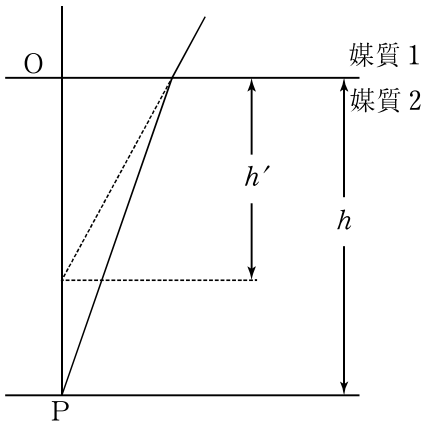


図5

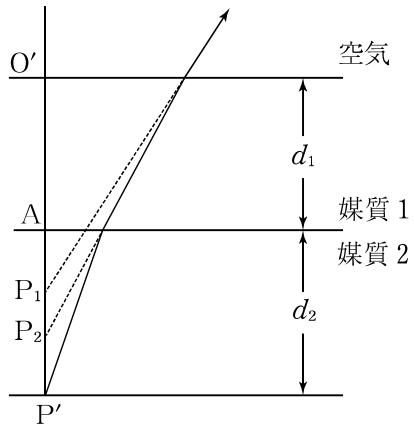


図6

	①	②	③	④	⑤	⑥
ア	$\frac{n_1}{n_2}$	$\frac{n_1}{n_2}$	$\frac{n_1}{n_2}$	$\frac{n_2}{n_1}$	$\frac{n_2}{n_1}$	$\frac{n_2}{n_1}$
イ	$\frac{d_1d_2}{n_1n_2}$	$\frac{d_1d_2}{n_1+n_2}$	$\frac{d_1}{n_1}+\frac{d_2}{n_2}$	$\frac{d_1d_2}{n_1n_2}$	$\frac{d_1d_2}{n_1+n_2}$	$\frac{d_1}{n_1}+\frac{d_2}{n_2}$

（下　書　き　用　紙）

物理の試験問題は次に続く。

2　次の文章を読み，下の**問１～４**に答えなさい。〔**解答番号** 1 ～ 4 〕

図１のように，傾き θ のなめらかな斜面をもつ質量 $3m$ の三角台Ｐが水平でなめらかな床の上に置かれている。三角台Ｐの斜面上に質量 m の小球Ｑを静かに置いて，静かにはなしたところ，Ｐ，Ｑともに動き出した。なお，重力加速度の大きさを g とし，空気の抵抗と小球の回転は考えないものとする。さらに，三角台Ｐと小球Ｑは同一鉛直面内でのみ運動するものとする。

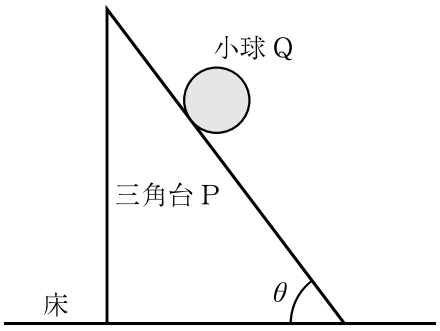


図１

問１　三角台Ｐはどのような運動をするか。最も適したものを，次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。ただし，小球Ｑが三角台Ｐから受ける垂直抗力の大きさを N とする。 1

①　三角台Ｐは，水平方向に大きさ N の力を受けて右向きに動き出す。
②　三角台Ｐは，水平方向に大きさ N の力を受けて左向きに動き出す。
③　三角台Ｐは，水平方向に大きさ $N\sin\theta$ の力を受けて右向きに動き出す。
④　三角台Ｐは，水平方向に大きさ $N\sin\theta$ の力を受けて左向きに動き出す。
⑤　三角台Ｐは，水平方向に大きさ $N\cos\theta$ の力を受けて右向きに動き出す。
⑥　三角台Ｐは，水平方向に大きさ $N\cos\theta$ の力を受けて左向きに動き出す。

（下　書　き　用　紙）

2の問は次に続く。

次に，図2のように三角台Pに伸び縮みしない軽い糸を取り付ける。小球Qを静かに置いて，静かにはなすと同時に，糸を水平方向右向きに一定の大きさFの力で引いたところ，Qは斜面上をすべることなく三角台Pと一体となって加速度運動をした。このとき，小球Qと三角台Pの加速度の大きさをaとする。

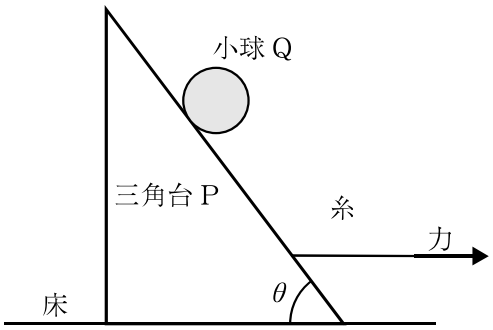


図2

問2　次の文章中の空欄［ア］，［イ］に入る語句または式の組合せとして正しいものを，下の①～⑥のうちから一つ選びなさい。［2］

三角台Pとともに運動する観測者には，小球Qには水平方向［ア］向きに大きさ［イ］の慣性力がはたらいてつり合っているように見える。

	①	②	③	④	⑤	⑥
ア	右	右	右	左	左	左
イ	ma	$3ma$	$4ma$	ma	$3ma$	$4ma$

問3　力の大きさFはいくらか。正しいものを，次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。$F=$［3］

① $3mg\sin\theta$　② $3mg\cos\theta$　③ $3mg\tan\theta$
④ $4mg\sin\theta$　⑤ $4mg\cos\theta$　⑥ $4mg\tan\theta$

（下　書　き　用　紙）

2の問は次に続く。

小球Qと三角台Pの斜面との間に摩擦力がはたらいている場合を考える。なお，このときの静止摩擦係数をμとする。

問4　小球Qが三角台Pに対して静止しているようにPを引く力を調整し，この状態からPの加速度を徐々に大きくしていくと，加速度の大きさaがある値a_{m}より大きくなった瞬間に，QはPの斜面上をすべり上がり始めた。ある値a_{m}はいくらか。正しいものを，次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。$a_{\mathrm{m}}=$ 4

① $\dfrac{\sin\theta+\cos\theta}{\sin\theta-\cos\theta}\mu g$　② $\dfrac{\sin\theta+\mu\cos\theta}{\sin\theta-\mu\cos\theta}g$　③ $\dfrac{\sin\theta+\mu\cos\theta}{\cos\theta-\mu\sin\theta}g$

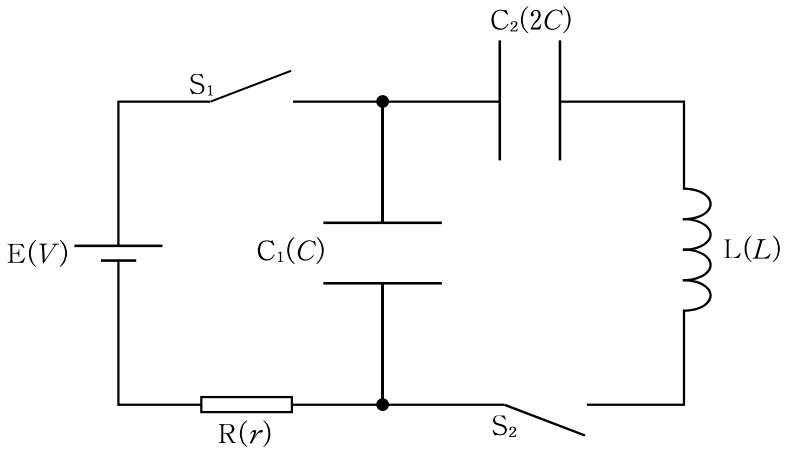
④ $\dfrac{\sin\theta-\cos\theta}{\sin\theta+\cos\theta}\mu g$　⑤ $\dfrac{\sin\theta-\mu\cos\theta}{\sin\theta+\mu\cos\theta}g$　⑥ $\dfrac{\sin\theta-\mu\cos\theta}{\cos\theta-\mu\sin\theta}g$

（下　書　き　用　紙）

物理の試験問題は次に続く。

3　次の文章を読み，下の問１～４に答えなさい。〔解答番号 1 ～ 4 〕

内部抵抗の無視できる起電力 V の電池 E，抵抗値 r の電気抵抗 R，電気容量がそれぞれ C，$2C$ のコンデンサー C_1，C_2，自己インダクタンス L のコイル L，スイッチ S_1，S_2 を図のように接続した回路がある。はじめ，スイッチ S_1，S_2 は開いており，コンデンサー C_1，C_2 に電荷は蓄えられていないものとする。電気抵抗以外の抵抗は無視でき，回路を流れる電流による磁場も無視できるものとする。



問１　スイッチ S_1 を閉じた直後に抵抗 R に流れる電流の大きさを I_0 とする。抵抗 R を流れる電流の大きさが $\frac{1}{2}I_0$ となった瞬間に，スイッチ S_1 を開いた。このとき，コンデンサー C_1 に蓄えられている電気量 Q_0 はいくらか。正しいものを，次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。$Q_0 =$ 1 $\times CV$

① $\frac{1}{8}$　② $\frac{1}{4}$　③ $\frac{3}{8}$

④ $\frac{1}{2}$　⑤ $\frac{3}{4}$　⑥ 1

（下　書　き　用　紙）

3の問は次に続く。

次に，スイッチ S_2 を閉じると，コンデンサー C_1，C_2 とコイル L を含む回路で電気振動が始まった。このとき，コンデンサー C_1，C_2 は，直列に接続していると考えてよい。

問２　電気振動の周期 T はいくらか。正しいものを，次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。$T =$ [2] $\times \pi\sqrt{LC}$

① $\frac{\sqrt{6}}{3}$　② $\frac{2\sqrt{6}}{3}$　③ $\sqrt{3}$

④ 2　⑤ $\sqrt{6}$　⑥ $2\sqrt{3}$

問３　コイルに流れる電流の大きさの最大値 $I_{\max}$ はいくらか。正しいものを，次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。$I_{\max} =$ [3] $\times V\sqrt{\frac{C}{L}}$

① $\frac{1}{\sqrt{6}}$　② $\sqrt{\frac{2}{3}}$　③ $\frac{\sqrt{3}}{2}$

④ $\sqrt{3}$　⑤ $\sqrt{6}$　⑥ 3

問４　コイルに流れる電流の大きさが最大となった瞬間にスイッチ S_1 を閉じた。スイッチ S_1 を閉じてから十分に時間が経過するまでの間に抵抗 R で生じたジュール熱 W_R はいくらか。正しいものを，次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。$W_R =$ [4] $\times CV^2$

① $\frac{1}{16}$　② $\frac{1}{8}$　③ $\frac{3}{8}$

④ $\frac{5}{8}$　⑤ $\frac{15}{16}$　⑥ $\frac{9}{8}$

（下　書　き　用　紙）

物理の試験問題は次に続く。

4　次の文章を読み，下の**問１～４**に答えなさい。〔**解答番号** 1 ～ 4 〕

熱の吸収と放出を繰り返して熱を仕事に変換する装置を熱機関と呼ぶ。例えば，気体をシリンダー内にピストンで閉じ込め，熱を気体に与えることで膨張させてピストンを動かし，力学的な仕事をさせる装置などが挙げられる。膨張した気体は冷却され，外部からの力でピストンを動かして圧縮されて再度同じ行程を繰り返す。この行程をサイクルと呼ぶ。サイクルは熱機関のモデルとして考えることができる。ここでは，よく知られているカルノーサイクルとガソリンエンジンなどでよく用いられるオットーサイクルについて議論する。

図１，２はシリンダー内の気体の $P-V$ 図であり，これらのサイクルを模式的に示している。ここで，状態 A，B，C，および D における気体の圧力，体積，および温度をそれぞれ，P_A，V_A，T_A などと表す。

図１で表されるカルノーサイクルでは高温熱源にシリンダーを接触させながら，気体を状態 A から温度 T_A で等温膨張させて状態 B に達した後，熱源をはずして状態 C まで断熱膨張させる。状態 C での気体の温度を T_C とする。ここで，温度 T_C の低温熱源に接触させたまま状態 D まで等温圧縮させ，熱源を外して体積 V_A まで断熱圧縮する。

カルノーサイクル

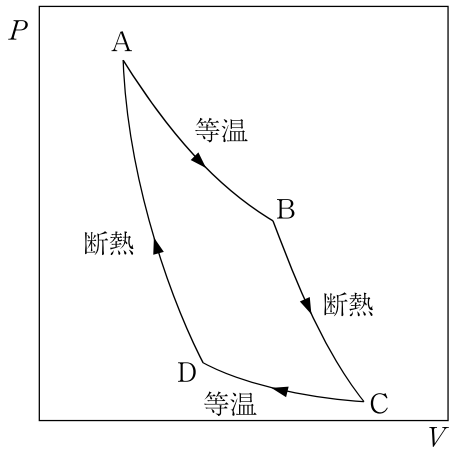


図１

（下　書　き　用　紙）

4の問は次に続く。

ガソリンエンジンなどで用いられるオットーサイクルは，近似的に図 2 で表される（以下図 2 で表されるサイクルをオットーサイクルと表記する）。オットーサイクルでは状態 C から状態 D までシリンダー内の気体を断熱圧縮し，D から A までは高温熱源を用いて定積加熱を行い，A から B までは断熱膨張させ，B から C までは低温熱源で定積冷却させて一巡する。

シリンダー内の気体は n〔mol〕の理想気体であり，定積モル比熱と定圧モル比熱をそれぞれ C_V，C_P および比熱比を $\gamma = \dfrac{C_P}{C_V}$ とする。理想気体の断熱変化では圧力 P と体積 V について

$$PV^{\gamma} = \text{一定}$$

の関係が成り立つ。次に，$V_C = V_B = V_1$ および $V_A = V_D = V_2$ としてオットーサイクル A→B→C→D について詳細を議論する。

オットーサイクル

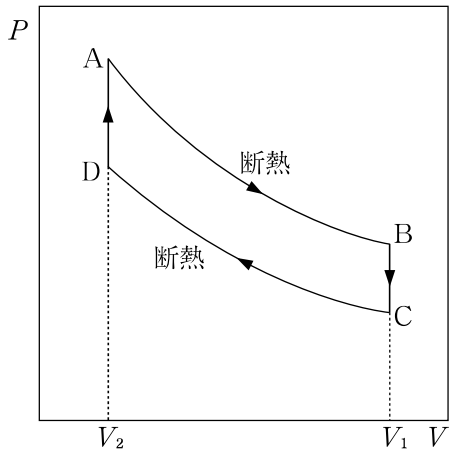


図 2

（下　書　き　用　紙）

4の問は次に続く。

問1　状態Cからサイクルをスタートさせるとして，T_{D} を T_{C}，V_1，V_2 および γ を用いて表すことができる。また，ここで，気体に与えた熱量を Q_{in} としたとき，T_{A} を T_{D}，n，C_V および Q_{in} を用いて表すことができる。T_{D} と T_{A} として正しいものを，次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。

1

① $T_{\mathrm{D}} = T_{\mathrm{C}}\left(\dfrac{V_1}{V_2}\right)^{\gamma}$，$T_{\mathrm{A}} = T_{\mathrm{D}} + \dfrac{Q_{\mathrm{in}}}{nC_V}$

② $T_{\mathrm{D}} = T_{\mathrm{C}}\left(\dfrac{V_2}{V_1}\right)^{\gamma-1}$，$T_{\mathrm{A}} = T_{\mathrm{D}} + \dfrac{Q_{\mathrm{in}}}{nC_V}$

③ $T_{\mathrm{D}} = T_{\mathrm{C}}\left(\dfrac{V_1}{V_2}\right)^{\gamma-1}$，$T_{\mathrm{A}} = T_{\mathrm{D}} + \dfrac{Q_{\mathrm{in}}}{nC_V}$

④ $T_{\mathrm{D}} = T_{\mathrm{C}}\left(\dfrac{V_1}{V_2}\right)^{\gamma-1}$，$T_{\mathrm{A}} = T_{\mathrm{D}} + nC_V Q_{\mathrm{in}}$

⑤ $T_{\mathrm{D}} = T_{\mathrm{C}}\left(\dfrac{V_2}{V_1}\right)^{\gamma}$，$T_{\mathrm{A}} = T_{\mathrm{D}} + nC_V Q_{\mathrm{in}}$

⑥ $T_{\mathrm{D}} = T_{\mathrm{C}}\left(\dfrac{V_1}{V_2}\right)^{\gamma}$，$T_{\mathrm{A}} = T_{\mathrm{D}} + nC_V Q_{\mathrm{in}}$

問2　状態Aから状態Bまで断熱膨張を行い，Bから熱量 Q_{out} を放出することで状態Cに戻る。Q_{out} を Q_{in} と V_1，V_2 および γ で表した式として正しいものを，次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。$Q_{\mathrm{out}} =$ 2

① $Q_{\mathrm{in}}\left\{1 - \left(\dfrac{V_2}{V_1}\right)^{\gamma}\right\}$　② $Q_{\mathrm{in}}\left\{1 - \left(\dfrac{V_2}{V_1}\right)^{\gamma-1}\right\}$　③ $Q_{\mathrm{in}}\left(1 - \dfrac{V_2}{V_1}\right)^{\gamma}$

④ $Q_{\mathrm{in}}\left(1 - \dfrac{V_2}{V_1}\right)^{\gamma-1}$　⑤ $Q_{\mathrm{in}}\left(\dfrac{V_2}{V_1}\right)^{\gamma-1}$　⑥ $Q_{\mathrm{in}}\left(\dfrac{V_2}{V_1}\right)^{\gamma}$

（下　書　き　用　紙）

4の問は次に続く。

熱機関の気体に与える熱量を Q_{in} ($Q_{\mathrm{in}} > 0$)，気体から外部へ放出される熱量を Q_{out} ($Q_{\mathrm{out}} > 0$)，および熱機関が外部へ行う仕事を W とすれば，この熱機関の熱効率 ε は $\varepsilon = \dfrac{W}{Q_{\mathrm{in}}} = \dfrac{Q_{\mathrm{in}} - Q_{\mathrm{out}}}{Q_{\mathrm{in}}}$ で与えられる。

問３　この熱機関の熱効率 ε_0 を V_1，V_2 および γ で表した式として正しいものを，次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。$\varepsilon_0 =$ [3]

① $1 - \left(\dfrac{V_2}{V_1}\right)^{\gamma-1}$　② $1 - \left(\dfrac{V_2}{V_1}\right)^{\gamma}$　③ $1 - \dfrac{V_2}{V_1}$

④ $1 - \left(\dfrac{V_2}{V_1}\right)^{\gamma+1}$　⑤ $1 - \left(\dfrac{V_2}{V_1}\right)^{1-\gamma}$　⑥ $\left(\dfrac{V_2}{V_1}\right)^{\gamma+1}$

（下　書　き　用　紙）

4の問は次に続く。

問４　熱機関は高温の熱源と低温の熱源の温度差を利用して力学的エネルギーを生み出す装置である。温度 T_A の高温熱源と温度 T_C の低温熱源の間で作動するカルノーサイクルとオットーサイクルについて考えてみよう。このとき，各サイクルにおける最高温度は高温熱源の温度，最低温度は低温熱源の温度に等しいとする。また，カルノーサイクルにおいては次の関係が成り立つことが知られている。

$$\varepsilon_C = 1 - \frac{\text{低温熱源温度}}{\text{高温熱源温度}} = 1 - \frac{T_C}{T_A}$$

オットーサイクルの状態 B と状態 D の温度をそれぞれ T_B，T_D とし，オットーサイクルの熱効率 ε_O をカルノーサイクルの熱効率 ε_C と比較した説明として最も適したものを，次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。なお，［ 4 ］

① $\varepsilon_O = 1 - \dfrac{T_B}{T_A}$ で ε_C より必ず小さい。

② $\varepsilon_O = 1 - \dfrac{T_C}{T_D}$ で ε_C より必ず大きい。

③ $\varepsilon_O = 1 - \dfrac{T_C}{T_A}$ で ε_C と等しい。

④ $\varepsilon_O = \sqrt{1 - \dfrac{T_C}{T_D}}$ で ε_C より必ず小さい。

⑤ $\varepsilon_O = 1 - \dfrac{T_C}{T_B}$ で ε_C より必ず小さい。

⑥ $\varepsilon_O = 1 - \dfrac{T_B}{T_D}$ で ε_C より必ず小さい。

（下　書　き　用　紙）

物理の試験問題は次に続く。

5　次の文章を読み，下の**問１～４**に答えなさい。〔**解答番号** 1 ～ 4 〕

軽い原子核が２つ結合して，より重い原子核が生じる反応を核融合という。核融合反応では，反応前の質量の和は，反応後の質量の和よりも大きく，その差が核エネルギーとして放出される。

核融合の例として，次の核反応を考えてみよう。

$${}^{2}_{1}\mathrm{H} + {}^{2}_{1}\mathrm{H} \rightarrow {}^{3}_{2}\mathrm{He} + \mathrm{X}$$

反応後に生成される上式の X は，［ア］であり，${}^{2}_{1}\mathrm{H}$ 原子核，${}^{3}_{2}\mathrm{He}$ 原子核，粒子 X の質量をそれぞれ 2.0136 u，3.0149 u，1.0087 u とすると，この反応により，［イ］MeV の核エネルギーが放出されることが分かる。ただし，u は原子質量単位であり，1 u の質量はエネルギーに換算すると 930 MeV であるとする。

問１　文章中の空欄［ア］，［イ］に入る記号または数値の組合せとして正しいものを，次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。ただし，選択肢中の ${}^{1}_{0}\mathrm{n}$ は中性子を表している。 1

	①	②	③	④	⑤	⑥
ア	${}^{1}_{1}\mathrm{H}$	${}^{1}_{1}\mathrm{H}$	${}^{1}_{1}\mathrm{H}$	${}^{1}_{0}\mathrm{n}$	${}^{1}_{0}\mathrm{n}$	${}^{1}_{0}\mathrm{n}$
イ	0.335	3.35	33.5	0.335	3.35	33.5

（下　書　き　用　紙）

5の問は次に続く。

2つの原子核が衝突し，核反応を起こす場合について考える。ただし，静電気力による位置エネルギーは無視できるものとする。

図1のように，一直線上を互いに反対向きに等しい運動エネルギー 0.335 MeV（速さ V_0）で進む2つの ${}_1^2\mathrm{H}$ 原子核が衝突し，核反応を起こして ${}_2^3\mathrm{He}$ 原子核および粒子Xが生成し，図のように同一直線上を互いに反対向きにそれぞれ速さ V，v で飛び去った。

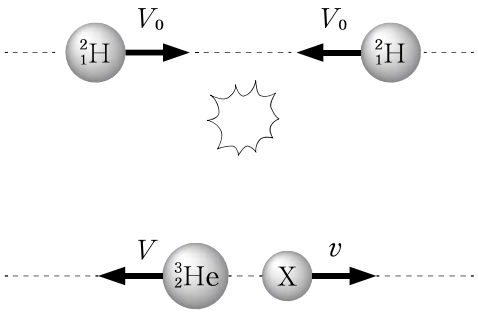


図1

問2　速さの比 $\dfrac{V}{v}$ の値はいくらか。正しいものを，次の①～⑦のうちから一つ選びなさい。ただし，H，He，X の質量は質量数に比例するものとする。$\dfrac{V}{v}$ = [2]

① $\dfrac{1}{4}$　② $\dfrac{1}{3}$　③ $\dfrac{1}{2}$　④ 1　⑤ 2　⑥ 3　⑦ 4

問3　${}_2^3\mathrm{He}$ 原子核の運動エネルギーはいくらか。最も適切なものを，次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。[3] MeV

① 1.0　② 1.5　③ 2.2　④ 3.0　⑤ 3.3　⑥ 4.0

（下　書　き　用　紙）

5の問は次に続く。

図 2 のように，静止している ${}^{2}_{1}\mathrm{H}$ 原子核に，運動エネルギー 1.34 MeV（速さ $2V_0$）の ${}^{2}_{1}\mathrm{H}$ 原子核が衝突し，問 1 と同様の核反応を起こした後に，${}^{3}_{2}\mathrm{He}$ 原子核が ${}^{2}_{1}\mathrm{H}$ 原子核の入射方向に対し垂直に飛び出した。

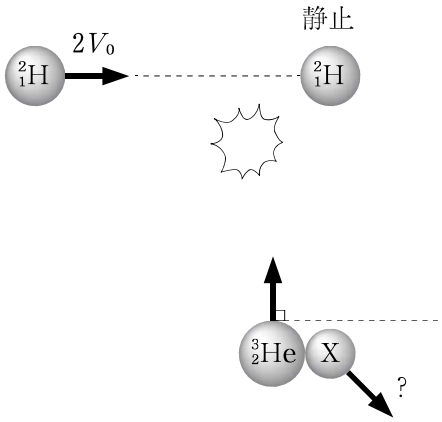
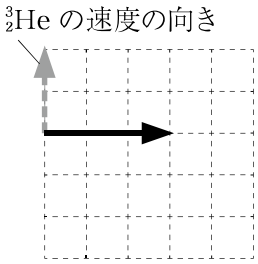


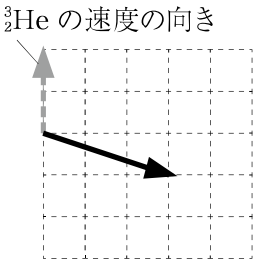
図 2

問 4　粒子 X の飛び出す速度の向きを実線の矢印で表したものとして最も適したものを，次の①～④のうちから一つ選びなさい。ただし，速度を表すベクトルの長さは正しく描かれていない。 **4**

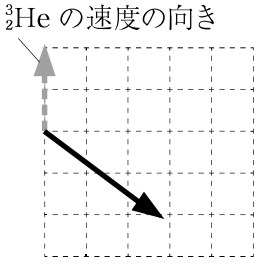
①



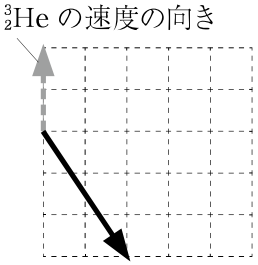
②



③



④



（下　書　き　用　紙）

化　学

すべての設問にわたって，解答に際して必要ならば次の各値を使いなさい。

原子量　H：1.0　　C：12　　O：16　　Na：23　　Si：28　　S：32

Cl：35.5　Br：80　　Ag：108

0℃，1.013×10^5 Pa における気体 1 mol の体積　22.4 L

気体定数　$R = 8.3 \times 10^3$ Pa･L/(mol･K)

アボガドロ定数　$N_A = 6.0 \times 10^{23}$/mol

ファラデー定数　$F = 9.65 \times 10^4$ C/mol

1　次の**問 1 ～10** に答えなさい。〔**解答番号** 1 ～ 10 〕

問 1　細かく砕いたコーヒー豆を二酸化炭素の超臨界流体に浸し，カフェインを取り除くことができる。この作業に深く関わる実験操作の名称として最も適切なものを，次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 1

①　蒸留　　②　クロマトグラフィー　　③　再結晶

④　抽出　　⑤　昇華法　　⑥　ろ過

問 2　最外殻電子の数が**2 個でない原子**として最も適切なものを，次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 2

①　Ba　　②　Be　　③　Cu　　④　He　　⑤　Mg　　⑥　Zn

問３　化学の法則や仮説に関する記述として，下線部に**誤りを含むもの**を，次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 3

① 100℃，1.0×10^5 Pa のもとでは，2 L の水素と 1 L の酸素は，過不足なく反応して 2 L の水蒸気を生成する。このように，反応する気体および生成する気体の体積の間に簡単な整数比が成り立つことを，気体反応の法則という。

② 2 mol の水素は 1 mol の酸素と過不足なく反応するので，酸素分子は 2 個の原子からなると考えられる。このような考え方を，原子説という。

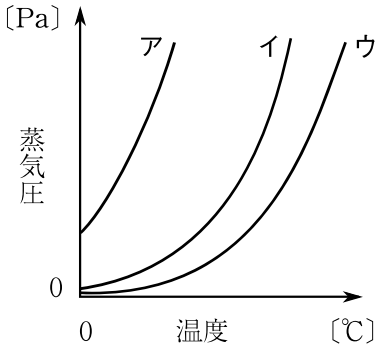
③ 2 g の水素を 16 g の酸素と反応させると，18 g の水が生成する。このように，反応の前後で物質の総質量が変わらないことを，質量保存の法則という。

④ 100℃，2.0×10^5 Pa のもとでは，水素 1 mol の体積と酸素 1 mol の体積は等しい。このように，同温同圧のもとでは同体積の気体中に含まれる分子の数が等しいことを，アボガドロの法則という。

⑤ 水素を燃焼して得た水 18 g にも，川からくんできた水 18 g にも，酸素原子は 16 g，水素原子は 2 g 含まれている。このように，同じ化合物を構成する成分元素の質量の比が一定であることを，定比例の法則という。

⑥ 水と過酸化水素を比べると，一定質量の水素原子と結合している酸素原子の質量比は 1 : 2 である。このように，2 種類の元素 A，B からなる化合物が複数存在するとき，一定質量の A と結びつく B の質量が，化合物の間で簡単な整数比になることを倍数比例の法則という。

問４　次の図は，分子からなる３種類の純物質ア，イ，ウの蒸気圧曲線である。ア～ウの分子間力の大小関係として最も適切なものを，下の①～⑥の中から一つ選びなさい。 4



① ア＞イ＞ウ　② ア＞ウ＞イ　③ イ＞ア＞ウ
④ イ＞ウ＞ア　⑤ ウ＞ア＞イ　⑥ ウ＞イ＞ア

問５　25℃のもとで，0.10 mol/L の酢酸ナトリウム水溶液 10 mL に，次の(a)～(c)を加えた。混合後の水溶液の pH が 7.0 より小さくなるものをすべて選んだものとして最も適切なものを，下の①～⑦のうちから一つ選びなさい。 5

(a)　0.10 mol/L 塩酸 10 mL
(b)　0.10 mol/L 酢酸水溶液 10 mL
(c)　純水 10 mL

① a のみ　② b のみ　③ c のみ　④ a と b
⑤ a と c　⑥ b と c　⑦ a と b と c

問６　0.10 mol/L 塩化ナトリウム水溶液 1.0 L に，両電極に炭素棒を用いて，2.0 A の電流で 16 分 5 秒間電気分解を行った。この反応で両電極から発生する気体の体積の和は 0℃，1.013×10^5 Pa のもとで何 mL か。その値として最も適切なものを，次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。ただし，流れた電流はすべて電気分解に使用されたものとし，発生する気体は水に溶けないものとする。

［ 6 ］mL

① 56.0　② 84.0　③ 112　④ 224　⑤ 336　⑥ 448

問7　Ag^{+}，Ba^{2+}，Cu^{2+}，Fe^{3+}，Na^{+}，Zn^{2+} のうち，いずれか5種類の金属イオンを含む水溶液がある。この水溶液に対し，次の操作1～6を順に行った。**この水溶液に含まれない**金属イオンを，下の①～⑥のうちから一つ選びなさい。

7

操作1　水溶液に希塩酸を加え酸性にしたところ，白色沈殿が生じた。

操作2　操作1で生じた白色沈殿をろ過し，ろ液に硫化水素を通じると黒色沈殿が生じた。

操作3　操作2で生じた黒色沈殿をろ過し，ろ液を煮沸して硫化水素を追い出した後，希硝酸を加えて加熱し，冷却してから十分量のアンモニア水を加えると，赤褐色沈殿が生じた。

操作4　操作3で生じた沈殿をろ過し，ろ液に硫化水素を通じると，白色沈殿が生じた。

操作5　操作4で生じた沈殿をろ過し，ろ液に炭酸アンモニウム水溶液を加えても，沈殿は生じなかった。

操作6　操作5の水溶液を白金線につけてガスバーナーの炎に入れると黄色の炎色反応が観察された。

① Ag^{+}　② Ba^{2+}　③ Cu^{2+}　④ Fe^{3+}　⑤ Na^{+}　⑥ Zn^{2+}

問８　組成式が CH_2O で表される有機化合物が**満たすことのできない条件**として最も適切なものを，次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 8

① 不斉炭素原子をもつ。
② エステル結合をもつ。
③ ベンゼン環をもつ。
④ $NaHCO_3$ 水溶液を加えると発泡する。
⑤ フェーリング液を加えて加熱すると赤色沈殿が生じる。
⑥ ヨウ素と水酸化ナトリウム水溶液を加えて加熱すると黄色沈殿が生じる。

問９　主にタンパク質からなる物質として最も適切なものを，次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 9

① 羊毛　② 木綿　③ キュプラ
④ アセテート　⑤ アクリル　⑥ アラミド繊維

問 10　ポリブタジエン 2.70 g に十分量の臭素を付加させて得られる化合物の質量〔g〕の値として最も適切なものを，次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。
10 g

① 4.00　② 6.70　③ 8.00　④ 10.7　⑤ 16.0　⑥ 18.7

2　次の文章を読み，下の**問１～５**に答えなさい。〔**解答番号** 1 ～ 6 〕

環境水の有機物による汚染の指標の一つに，化学的酸素要求量（COD）がある。CODとは，試料水に含まれる有機物を一定の酸化条件で処理したときに消費される酸化剤の量を，酸素を用いた場合の酸素の量〔mg/L〕に換算した値である。ある湖から採取した水（以下，試料水Aとする）のCODの値を測定するため，次の操作1～5を順に行った。

操作1　試料水Aを50 mLはかり取り，コニカルビーカーに移した。ここに6.0 mol/L硫酸水溶液を5.0 mL加えた。

操作2　2.0×10^{-3} mol/Lの過マンガン酸カリウム水溶液を10 mLはかり取り，操作1で準備したコニカルビーカーに加えて，60℃で30分間加熱した。このとき，コニカルビーカー内の水溶液は［ア］色であった。

操作3　操作2のコニカルビーカーを60℃に保ったまま5.0×10^{-3} mol/Lのシュウ酸水溶液10 mLを加えて振りまぜたところ，コニカルビーカー内の水溶液は［イ］色となった。

操作4　操作3のコニカルビーカーに2.0×10^{-3} mol/Lの過マンガン酸カリウム水溶液を滴下したところ，5.80 mL滴下したところで終点をむかえた。

操作5　試料水Aの代わりに純水50 mLを用いて操作1～4を行った。操作4に該当する操作では，2.0×10^{-3} mol/Lの過マンガン酸カリウム水溶液を0.80 mL滴下したところで終点をむかえた。

問1　過マンガン酸カリウムに関する次の(1)，(2)に答えなさい。

(1)　過マンガン酸イオンは，酸性条件下では次のようにはたらく。

$$MnO_4^- + 8H^+ + 5e^- \longrightarrow Mn^{2+} + 4H_2O$$

一方，中性条件下では次のようにはたらく。

$$MnO_4^- + \boxed{\text{a}}\,H_2O + \boxed{\text{b}}\,e^- \longrightarrow MnO_2 + \boxed{\text{c}}\,OH^-$$

空欄 b ，c に入る係数の組合せとして最も適切なものを，次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 1

	b	c
①	2	2
②	2	3
③	3	3
④	3	4
⑤	4	4
⑥	4	5

(2)　過マンガン酸カリウム 1 mol が酸性条件下で受け取る電子の物質量は，酸素分子 1 mol が還元される際に受け取る電子の物質量の何倍か。最も適切なものを，次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 2 倍

① 0.500　② 0.750　③ 0.800　④ 1.25　⑤ 1.33　⑥ 2.00

問２　文中の空欄［ア］，［イ］に入る色の組合せとして最も適切なものを，次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。［3］

	［ア］	［イ］
①	赤紫	無
②	赤紫	青緑
③	無	赤紫
④	無	青緑
⑤	青緑	赤紫
⑥	青緑	無

問３　50 mL の試料水 A に含まれる有機物と反応した過マンガン酸カリウムの物質量〔mol〕の値として最も適切なものを，次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。［4］mol

① 1.6×10^{-6}　② 1.0×10^{-5}　③ 1.2×10^{-5}
④ 2.0×10^{-5}　⑤ 3.0×10^{-5}　⑥ 3.2×10^{-5}

問４　試料水 A の COD〔mg/L〕の値として最も適切なものを，次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。［5］mg/L

① 4.0　② 5.6　③ 6.4　④ 7.2　⑤ 8.0　⑥ 9.0

問５　上記の操作を次の(a)～(c)のように変化させたとき，CODの値が小さく見積もられる操作をすべて選んだものとして最も適切なものを，下の①～⑦のうちから一つ選びなさい。 6

(a)　操作1で硫酸の代わりに塩酸を加える。

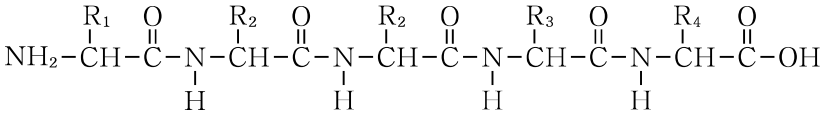
(b)　操作2で加熱を行わない。

(c)　操作5を行わず操作1～4の結果のみでCODを計算する。

① aのみ　② bのみ　③ cのみ　④ aとb
⑤ aとc　⑥ bとc　⑦ aとbとc

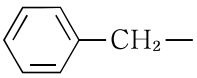
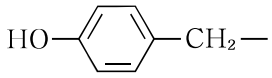
3　次の文章を読み，下の問１～６に答えなさい。〔解答番号 1 ～ 6 〕

次の図に示すペプチドXは鎮痛作用をもつことが知られている。ペプチドXを構成するアミノ酸は下の表に示すアミノ酸のいずれかである。なお，構造式中のR_1～R_4はそれぞれ異なるアミノ酸の側鎖を示している。



ペプチドXの構造式

ペプチドXを構成するアミノ酸の候補

名称	略号	分子量	側鎖Rの構造
グリシン	Gly	75	H−
アラニン	Ala	89	CH_3−
システイン	Cys	121	HS−CH_2−
ロイシン	Leu	131	CH_3—CH(—CH_3)—CH_2—
グルタミン酸	Glu	147	HOOC−CH_2−CH_2−
メチオニン	Met	149	CH_3−S−CH_2−CH_2−
フェニルアラニン	Phe	165	
チロシン	Tyr	181	

ペプチドXのアミノ酸配列を決定するために実験を行い，次の結果1～6を得た。

結果1　ペプチドXの1分子中に不斉炭素原子は3個含まれていた。

結果2　ペプチドXを強塩基下で加熱して適切に分解したのち，酢酸鉛(Ⅱ)水溶液を加えると，［ア］色の沈殿が生じた。

結果3　芳香族アミノ酸のカルボキシ基側のペプチド結合を加水分解する酵素を用いてペプチドXを加水分解すると，アミノ酸Y_1，Y_2とペプチドZが得られた。

結果4　アミノ酸Y_1を塩化鉄(Ⅲ)水溶液に加えると，特有の呈色を示した。

結果5　アミノ酸Y_2を完全燃焼させると，二酸化炭素と水が物質量比10：11で得られた。

結果6　ペプチドZを水酸化ナトリウム水溶液に加えて塩基性としたのち，薄い硫酸銅(Ⅱ)水溶液を加えると，水溶液が［イ］色に呈色した。

問1　文中の空欄［ア］，［イ］に入る色の組合せとして最も適切なものを，次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。［1］

	［ア］	［イ］
①	赤紫	黄
②	赤紫	黒
③	黄	赤紫
④	黄	黒
⑤	黒	赤紫
⑥	黒	黄

問２　R_2 を側鎖にもつアミノ酸として最も適切なものを，次の①～⑧のうちから一つ選びなさい。 2

① Gly　② Ala　③ Cys　④ Leu
⑤ Glu　⑥ Met　⑦ Phe　⑧ Tyr

問３　R_2 を側鎖にもつアミノ酸は，水中では陽イオン（A^+），双性イオン（$A^{\pm}$），陰イオン（A^-）の混合状態で存在している。これらのイオンの間には次のような電離平衡が成立している。

$$A^+ \rightleftarrows A^{\pm} + H^+ \qquad \cdots\cdots \text{（i）}$$
$$A^{\pm} \rightleftarrows A^- + H^+ \qquad \cdots\cdots \text{（ii）}$$

（i），（ii）の反応の電離定数 K_1，K_2 は次のとおりである。ただし，$[H^+]$，$[A^+]$，$[A^{\pm}]$，$[A^-]$ は各イオンのモル濃度〔mol/L〕を表している。

$$K_1 = \frac{[H^+][A^{\pm}]}{[A^+]} = 5.0 \times 10^{-3}\,\text{mol/L}$$
$$K_2 = \frac{[H^+][A^-]}{[A^{\pm}]} = 2.0 \times 10^{-10}\,\text{mol/L}$$

R_2 を側鎖にもつアミノ酸を水に溶かし，pH＝7.0 に調整した。この水溶液中の各イオンのモル濃度の大小関係として最も適切なものを，次の①～⑧のうちから一つ選びなさい。 3

① $[A^+] > [A^{\pm}] > [A^-]$　② $[A^+] > [A^-] > [A^{\pm}]$
③ $[A^{\pm}] > [A^+] > [A^-]$　④ $[A^{\pm}] > [A^-] > [A^+]$
⑤ $[A^-] > [A^+] > [A^{\pm}]$　⑥ $[A^-] > [A^{\pm}] > [A^+]$
⑦ $[A^{\pm}] > [A^+] = [A^-]$　⑧ $[A^+] = [A^-] > [A^{\pm}]$

問４　アミノ酸 Y_1，Y_2 の組合せとして最も適切なものを，次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 4

	Y_1	Y_2
①	Phe	Cys
②	Phe	Glu
③	Phe	Met
④	Tyr	Cys
⑤	Tyr	Glu
⑥	Tyr	Met

問５　ペプチド Z の分子量として最も適切なものを，次の①～⑧のうちから一つ選びなさい。 5

① 203　② 235　③ 245　④ 261
⑤ 263　⑥ 279　⑦ 295　⑧ 301

問６　ペプチドＸのアミノ酸配列に関する次の文中の空欄［ ウ ］，［ エ ］に入る記号の組合せとして最も適切なものを，下の①～⑧のうちから一つ選びなさい。［ 6 ］

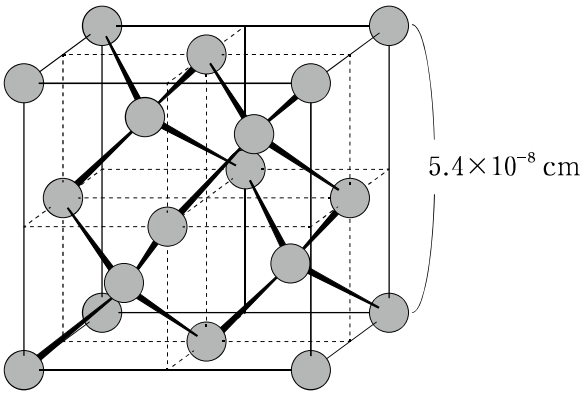
アミノ酸 Y_1 は［ ウ ］を，アミノ酸 Y_2 は［ エ ］を側鎖にもつアミノ酸である。

	ウ	エ
①	R_1	R_2
②	R_1	R_4
③	R_2	R_1
④	R_2	R_3
⑤	R_3	R_2
⑥	R_3	R_4
⑦	R_4	R_1
⑧	R_4	R_3

（下　書　き　用　紙）

4　次の文章を読み，下の**問１～３**に答えなさい。〔**解答番号** 1 ～ 6 〕

ケイ素は周期表の［ ア ］族に位置し，地球の地殻には［ イ ］の次に多く含まれる元素である。ケイ素の単体は天然に存在せず，二酸化ケイ素を還元して得る必要がある。次の図はケイ素の結晶格子を示したものである。



ケイ素の結晶格子

二酸化ケイ素は１個のケイ素原子が［ ウ ］個の酸素原子と共有結合を繰り返して形成された巨大分子であり，炭酸ナトリウムの固体と混合して1300℃程度に加熱するとケイ酸ナトリウムが得られる。ケイ酸ナトリウムに水を加えて加熱すると水ガラスとなり，水ガラスに酸を加えたのち加熱するとシリカゲルが得られる。シリカゲルは多孔質であり，表面積が大きく多数の水分子を吸着させることができるため，乾燥剤として用いられる。

問1　文中の空欄［ア］～［ウ］に入る数値や語句の組合せとして最も適切なものを，次の①～⑧のうちから一つ選びなさい。［1］

	ア	イ	ウ
①	13	水素	2
②	13	水素	4
③	13	酸素	2
④	13	酸素	4
⑤	14	水素	2
⑥	14	水素	4
⑦	14	酸素	2
⑧	14	酸素	4

問2　ケイ素の結晶に関する次の(1)～(3)に答えなさい。

(1)　単位格子に含まれるケイ素原子の個数として最も適切なものを，次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。［2］個

① 2　② 4　③ 6　④ 8　⑤ 12　⑥ 14

(2)　ケイ素原子が球であり，隣接するケイ素原子が互いに接するものとすると，ケイ素原子の原子半径は何 cm になるか。その値として最も適切なものを，次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。ただし，必要ならば $\sqrt{2} = 1.4$，$\sqrt{3} = 1.7$ を用いなさい。［3］$\times 10^{-8}$ cm

① 0.68　② 0.95　③ 1.1　④ 1.4　⑤ 1.9　⑥ 2.3

(3) ケイ素の密度〔g/cm^3〕の値として最も適切なものを，次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。ただし，必要ならば $5.4^3 = 157$ を用いなさい。 4 g/cm^3

① 1.8　② 2.4　③ 2.8　④ 3.1　⑤ 4.5　⑥ 4.7

問3 シリカゲルに関する次の(1)，(2)に答えなさい。

(1) シリカゲルを製造する際，塩化コバルト(Ⅱ)を混ぜると，シリカゲルが水を吸収する際に変色が見られる。このときに起こる変色の様子として最も適切なものを，次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 5

① 赤色から緑色に変わる。
② 赤色から青色に変わる。
③ 緑色から赤色に変わる。
④ 緑色から青色に変わる。
⑤ 青色から緑色に変わる。
⑥ 青色から赤色に変わる。

(2) 十分に乾燥させたシリカゲルをはかり取り，これを 27℃，水蒸気圧 3.6×10^3 Pa に保たれた 8.3 L の容器に密閉した。十分な時間静置した後，そのシリカゲルの質量を測定したところ，0.12 g 増加していた。この質量増加がシリカゲルに吸着した水分子によるものであるとすると，変化後の容器内の水蒸気圧は何 Pa となっているか。その値として最も適切なものを，次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。ただし，シリカゲルの体積は無視できるものとし，水蒸気は理想気体としてふるまうものとする。また，この操作中に容器内に水滴は生じなかったものとする。 6 Pa

① 1.2×10^3　② 1.6×10^3　③ 2.0×10^3
④ 2.4×10^3　⑤ 2.7×10^3　⑥ 3.0×10^3

（下　書　き　用　紙）

生　物

1　生殖と進化に関する次の文（**A**・**B**）を読み，下の**問1～7**に答えなさい。
〔解答番号 1 ～ 8 〕

A　図1は，ある生物の減数分裂の第一分裂中期の染色体の模式図である。図中のa～lは各染色体を示している。ただし，染色体の乗換えは起こっていないものとする。また，この生物は図1に示す以外の染色体をもたない。

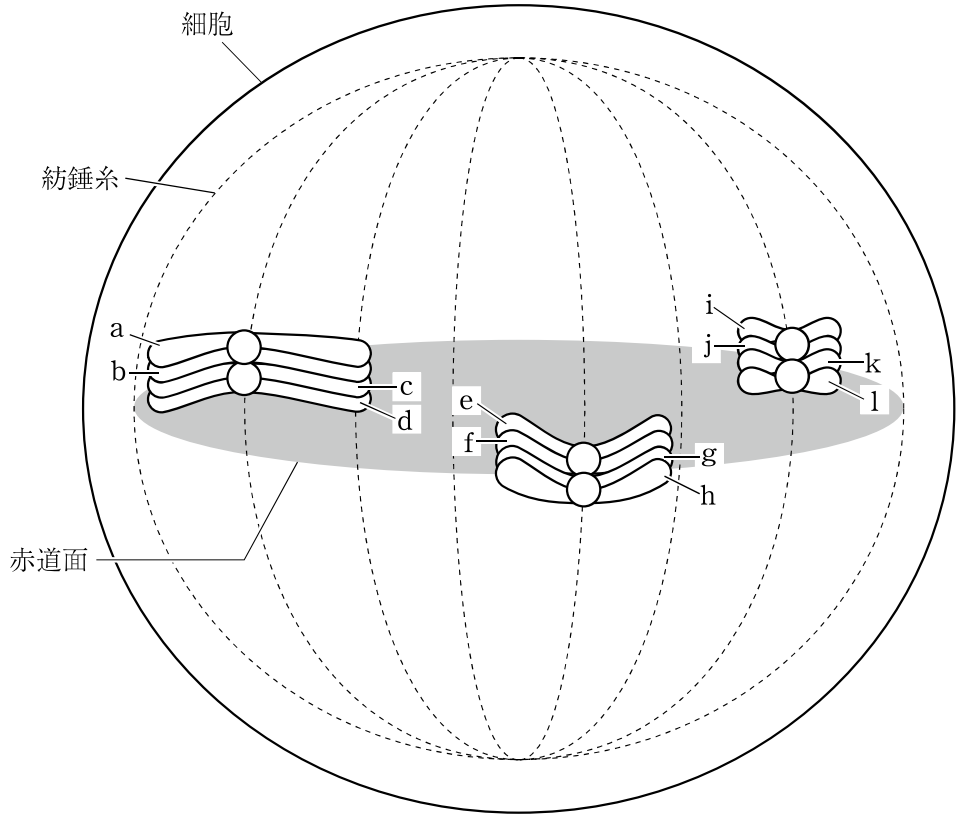


図1

問１　図１の生物の体細胞および配偶子の核相として最も適当なものはどれか。次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 1

	体細胞	配偶子
①	$2n = 6$	$n = 3$
②	$2n = 12$	$n = 3$
③	$2n = 12$	$n = 6$
④	$2n = 24$	$n = 3$
⑤	$2n = 24$	$n = 6$
⑥	$2n = 24$	$n = 12$

問２　図１の染色体のうち，減数分裂の第一分裂によって２つの細胞が生じた際，同じ細胞に入る可能性のある染色体の組合せとして最も適当なものはどれか。次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 2

① a，b，c，d
② a，c，e，g
③ a，f，j，l
④ b，c，i，g
⑤ c，d，k，l
⑥ d，e，i，l

問３　図１の生物の染色体に関する記述として最も適当なものはどれか。次の①～⑤のうちから一つ選びなさい。 3

① 染色体 a と b は相同染色体である。

② 染色体 c，f，j は，ゲノムに相当する染色体の組合せである。

③ 染色体 e と f の間で乗換えが起こった場合，染色体 e と f の上にある遺伝子は組合せが変わる可能性がある。

④ 染色体 g は，染色体 f を複製してできた染色体である。

⑤ 染色体 i を父親から受け継いでいるとすると，j は母親から受け継いだ染色体である。

問４　この生物がもつ 2 組の対立形質を［A］と［a］，［B］と［b］とし，それぞれ顕性（優性）の遺伝子 A と潜性（劣性）の遺伝子 a，顕性（優性）の遺伝子 B と潜性（劣性）の遺伝子 b によって決定されているとする。$AABB$ の個体と $aabb$ の個体を交雑し，得られた F_1 どうしを交雑して F_2 を得たところ，F_2 の表現型は［AB］：［Ab］：［aB］：［ab］＝ 66 : 9 : 9 : 16 となった。この結果に関する記述として最も適当なものはどれか。次の①～⑤のうちから一つ選びなさい。 4

① 遺伝子 A（a）と B（b）は別々の相同染色体上に存在する。

② 遺伝子 A（a）と B（b）は同一の染色体上に存在し，組換えは起こらなかった。

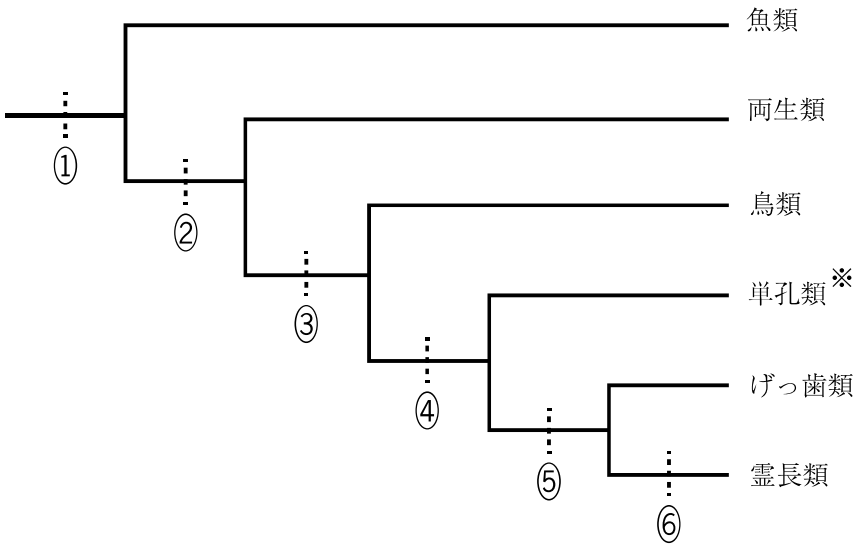
③ 遺伝子 A（a）と B（b）は同一の染色体上に存在し，組換え価は 10％である。

④ 遺伝子 A（a）と B（b）は同一の染色体上に存在し，組換え価は 18％である。

⑤ 遺伝子 A（a）と B（b）は同一の染色体上に存在し，組換え価は 20％である。

B a異なる系統の生物が共通にもつタンパク質のアミノ酸配列や，その遺伝子の塩基配列を比較することによって，それらの生物の系統関係を推定できる。また，進化の過程でタンパク質が失われたり，新たなタンパク質が獲得されたことも知ることができる。

オプシンは網膜にある光受容タンパク質で，吸収する波長が異なる複数の種類がある。脊椎動物のオプシンは，基本的に青／紫外線タイプ，青タイプ，緑タイプ，赤／緑タイプの 4 種類がある。図 2 はオプシンの種類を比較して描いた系統樹で，表 1 にはそれぞれの生物群の各オプシンの有無を記載している。



※単孔類は原始的な卵生の哺乳類である

図 2

表1

	青／紫外線	青	緑	赤／緑
魚類	有	有	有	有※
両生類	有	有	無	有（1種類）
鳥類	有	有	有	有（1種類）
単孔類	無	無	有	有（1種類）
げっ歯類	有	無	無	有（1種類）
霊長類	有	無	無	有（2種類）

※魚類は種によって，赤／緑タイプのオプシンの種類の数が異なる。

問5　下線部aに関して，DNAの塩基配列やタンパク質のアミノ酸配列の生物種間における違いに関する次の記述A～Cの正誤の組合せとして最も適当なものはどれか。次の①～⑧のうちから一つ選びなさい。 5

A　系統関係の推定には，タンパク質に翻訳される部分の塩基配列しか用いることができない。

B　動物と植物の間には共通するタンパク質がないため，動物と植物の系統関係を推定することはできない。

C　2種の生物間で，同じ遺伝子の塩基配列の違いが1ヶ所のみでも，一方の種ではそのタンパク質が正常な機能をもたなくなることがある。

	A	B	C
①	正	正	正
②	正	正	誤
③	正	誤	正
④	正	誤	誤
⑤	誤	正	正
⑥	誤	正	誤
⑦	誤	誤	正
⑧	誤	誤	誤

問６　霊長類が赤／緑タイプのオプシンを２種類もつことにつながったと考えられる現象として最も適当なものはどれか。次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。

6

① 遺伝子の重複　② 塩基の挿入　③ 塩基の置換
④ 染色体の逆位　⑤ 染色体の欠失　⑥ 染色体の転座

問７　霊長類に至る進化の過程で，青タイプ，緑タイプのオプシンの遺伝子を失った（または遺伝子が発現しなくなった）時期として最も適当なものはどれか。図２中の①～⑥のうちからそれぞれ一つずつ選びなさい。

青タイプ　7　　緑タイプ　8

2　呼吸に関する次の文（**A**・**B**）を読み，下の**問１～９**に答えなさい。

〔解答番号 1 ～ 9 〕

A　呼吸の反応は，次の式で示される（Ⅰ）～（Ⅲ）の３つの反応に分けることができる。

（Ⅰ）　$C_6H_{12}O_6 + 2NAD^+ \rightarrow 2C_3H_4O_3 + 2NADH + 2H^+ +$ [A] ATP

（Ⅱ）　$2C_3H_4O_3 +$ [ア] $H_2O + 8NAD^+ +$ [イ] FAD

$\rightarrow 6CO_2 +$ [ウ] $NADH + 8H^+ + 2FADH_2 +$ [B] ATP

（Ⅲ）　$10NADH + 10H^+ + 2FADH_2 + 6O_2$

$\rightarrow 12H_2O + 10NAD^+ + 2FAD + 34ATP$（最大）

（Ⅰ）の反応は１分子のグルコースが２分子のピルビン酸になるまでの過程である。（Ⅱ）の反応ではピルビン酸がアセチル CoA となり，それがまず [エ] と水と反応して [オ] となる。[オ] はさまざまな有機酸を経て再び [エ] となる。（Ⅲ）の反応ではタンパク質である [カ] などによって電子の授受が行われる。それに伴いミトコンドリアの内膜と外膜の間に [キ] イオンがたまり，その濃度勾配を利用して ATP が合成される。

問１　文中の [A] ・ [B] にあてはまる数値の組合せとして最も適当なものはどれか。次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。ただし，ATP の合成と消費がともに起こる場合は，差し引きした後の値を答えること。 1

	A	B
①	2	2
②	2	4
③	2	6
④	4	2
⑤	4	4
⑥	4	6

問２　文中の［ ア ］～［ ウ ］にあてはまる数値の組合せとして最も適当なものはどれか。次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。［ 2 ］

	ア	イ	ウ
①	2	6	8
②	2	8	6
③	6	2	8
④	6	8	2
⑤	8	2	6
⑥	8	6	2

問３　文中の［ エ ］・［ オ ］にあてはまる語句の組合せとして最も適当なものはどれか。次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。［ 3 ］

	エ	オ
①	オキサロ酢酸	クエン酸
②	オキサロ酢酸	ピルビン酸
③	クエン酸	オキサロ酢酸
④	クエン酸	ピルビン酸
⑤	ピルビン酸	オキサロ酢酸
⑥	ピルビン酸	クエン酸

問４　文中の［カ］・［キ］にあてはまる語句の組合せとして最も適当なものはどれか。次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。［4］

	カ	キ
①	シトクロム	カリウム
②	シトクロム	水素
③	シトクロム	ナトリウム
④	ヘモグロビン	カリウム
⑤	ヘモグロビン	水素
⑥	ヘモグロビン	ナトリウム

問５　（Ⅰ）～（Ⅲ）の反応のうち，酸化的リン酸化が起こる反応を過不足なく含むものはどれか。次の①～⑦のうちから一つ選びなさい。［5］

① （Ⅰ）のみ　② （Ⅱ）のみ　③ （Ⅲ）のみ
④ （Ⅰ），（Ⅱ）　⑤ （Ⅰ），（Ⅲ）　⑥ （Ⅱ），（Ⅲ）
⑦ （Ⅰ），（Ⅱ），（Ⅲ）

問６　（Ⅰ）～（Ⅲ）の反応のうち，ミトコンドリアで起こる反応を過不足なく含むものはどれか。次の①～⑦のうちから一つ選びなさい。［6］

① （Ⅰ）のみ　② （Ⅱ）のみ　③ （Ⅲ）のみ
④ （Ⅰ），（Ⅱ）　⑤ （Ⅰ），（Ⅲ）　⑥ （Ⅱ），（Ⅲ）
⑦ （Ⅰ），（Ⅱ），（Ⅲ）

B　呼吸によって分解される物質を呼吸基質という。呼吸基質には脂肪や炭水化物，タンパク質がある。図1は，これらの呼吸基質の代謝経路を示したものである。なお，図1中の（Ⅰ）～（Ⅲ）は，文**A**中の（Ⅰ）～（Ⅲ）と同じ反応である。

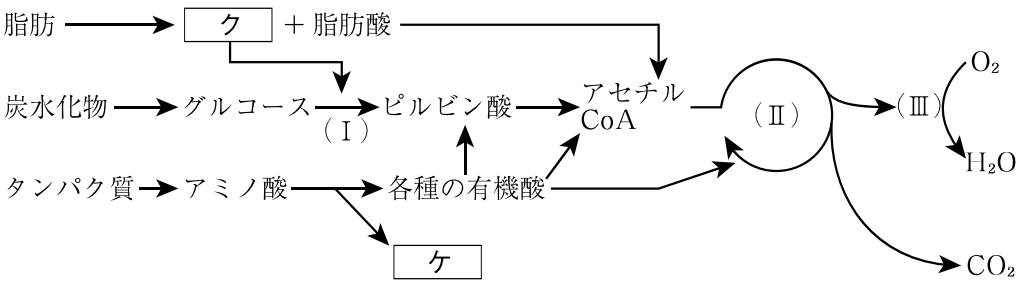


図1

生物がおもにどのような物質を呼吸基質にしているのかは，呼吸商（RQ）を求めることにより推定できる。RQは炭水化物では約1.0，脂肪では約0.7，タンパク質では約0.8になる。

次の図2で示した装置を用いて，2種類の植物（X，Y）の種子のRQを求めた。まず，図2中のフラスコAとBに植物Xの発芽種子をそれぞれ同量ずつ入れた。また，フラスコA内には二酸化炭素を吸収する水酸化カリウム水溶液を，フラスコB内には蒸留水を入れた。弁を閉じたのち，恒温槽でフラスコを25℃に保ち，一定時間後に，フラスコAとBのガラス管内の着色液がフラスコ方向へ移動した距離（mm）を測定した。次に，植物Yについても同様の操作を行った。表1はそれらの結果である。なお，蒸留水への気体の吸収は無視できるものとする。

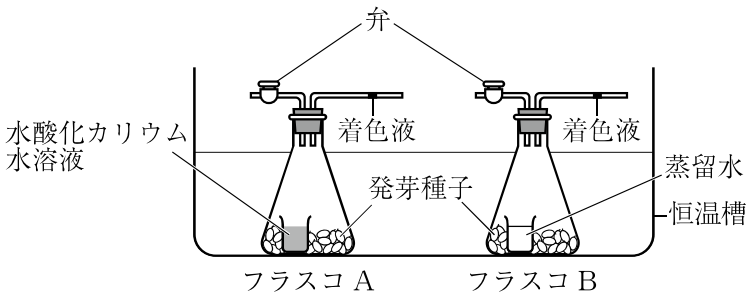


図2

表1

	植物 X	植物 Y
フラスコ A での移動距離	83 mm	130 mm
フラスコ B での移動距離	24 mm	2 mm

問7　図1中の［ク］・［ケ］にあてはまる語句の組合せとして最も適当なものはどれか。次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。［7］

	ク	ケ
①	アンモニア	グリコーゲン
②	アンモニア	グリセリン
③	グリコーゲン	アンモニア
④	グリコーゲン	グリセリン
⑤	グリセリン	アンモニア
⑥	グリセリン	グリコーゲン

問8　植物 X の種子の RQ を小数第二位まで求めた値として最も適当なものはどれか。次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。［8］

① 0.69　② 0.71　③ 0.79
④ 0.81　⑤ 0.98　⑥ 1.01

問９　種子Ｘと Ｙのおもな呼吸基質の組合せとして最も適当なものはどれか。次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 9

	種子 X	種子 Y
①	脂肪	炭水化物
②	脂肪	タンパク質
③	炭水化物	脂肪
④	炭水化物	タンパク質
⑤	タンパク質	脂肪
⑥	タンパク質	炭水化物

3　遺伝情報の発現に関する次の文（**A**・**B**）を読み，下の問1～7に答えなさい。〔解答番号 1 ～ 7 〕

A　DNA の遺伝情報が転写，翻訳の過程を経てタンパク質に変換されることを遺伝情報の発現という。

転写では DNA の塩基配列が RNA の塩基配列に変換される。DNA の［ア］に RNA ポリメラーゼが結合すると 2 本鎖が開裂し，［イ］に相補的なリボヌクレオチドが結合する。このとき，DNA の塩基のアデニン（A）には RNA の塩基のウラシル（U）が結合する。RNA ポリメラーゼは［イ］を［ウ］方向に進行しながらリボヌクレオチドどうしを繋げていく。RNA ポリメラーゼが DNA の特定の配列を認識すると転写は終了する。

真核生物では多くの場合，転写の後に a スプライシングが起こる。原核生物では転写と翻訳は細胞質で行われるが，真核生物では転写とスプライシングは核内で，翻訳は細胞質で行われる。

問1　文中の［ア］～［ウ］にあてはまる語句の組合せとして最も適当なものはどれか。次の①～⑧のうちから一つ選びなさい。 1

	ア	イ	ウ
①	オペレーター	アンチセンス鎖	3′ → 5′
②	オペレーター	アンチセンス鎖	5′ → 3′
③	オペレーター	センス鎖	3′ → 5′
④	オペレーター	センス鎖	5′ → 3′
⑤	プロモーター	アンチセンス鎖	3′ → 5′
⑥	プロモーター	アンチセンス鎖	5′ → 3′
⑦	プロモーター	センス鎖	3′ → 5′
⑧	プロモーター	センス鎖	5′ → 3′

問２　次の記述 a～e は，真核生物における翻訳を 5 つの過程に分けたものである。翻訳は記述 a の過程からはじまり，記述 b～d の過程をくり返して，記述 e の過程で終わる。しかし，記述 b～d は起こる順とは無関係に並べている。記述 a～e を翻訳の過程で起こる順に正しく並べたものとして最も適当なものはどれか。下の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 2

a　開始コドンに対応するアンチコドンをもつ tRNA が mRNA に結合し，開始コドンが認識される。

b　次のコドンに対応するアンチコドンをもった tRNA が，mRNA に結合する。

c　リボソームがコドン 1 個分移動し，アミノ酸を渡した tRNA が mRNA から離れる。

d　アミノ酸どうしがペプチド結合によって連結される。

e　終止コドンが認識されたところで，翻訳が終了する。

① a → b → c → d → e　② a → b → d → c → e
③ a → c → b → d → e　④ a → c → d → b → e
⑤ a → d → b → c → e　⑥ a → d → c → b → e

問３　下線部 a に関して，ある遺伝子には常に切除されないエキソンが 5 個と，選択的に切除されるエキソンが 3 個含まれている。この遺伝子から転写によってつくられる mRNA は理論上何種類あるか。あてはまる数として最も適当なものを，次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。なお，エキソンの順番は入れ替わらず，各エキソンの切除の有無は他のエキソンの切除に影響を与えないものとする。

3 種類

① 3　② 6　③ 8　④ 15　⑤ 16　⑥ 64

B　真核細胞の DNA は，ヒストンと呼ばれるタンパク質に巻き付いて［ エ ］と呼ばれる構造を形成している。［ エ ］を形成した DNA がさらに折りたたまれることで形成される構造を［ オ ］と呼ぶ。細胞周期の［ カ ］に［ オ ］が凝縮するため，光学顕微鏡で染色体を観察することができるようになる。高度に凝縮した［ オ ］が形成されている状態では RNA ポリメラーゼが DNA に結合できないため，転写がはじまらない。これは遺伝情報の発現の調節のしくみの 1 つである。真核細胞ではこの他に，b ホルモンや，c RNAi（RNA 干渉）による発現の調節もみられる。

問 4　文中の［ エ ］～［ カ ］にあてはまる語句の組合せとして最も適当なものはどれか。次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。［ 4 ］

	エ	オ	カ
①	クロマチン	ヌクレオソーム	G_2 期
②	クロマチン	ヌクレオソーム	M 期
③	クロマチン	ヌクレオソーム	S 期
④	ヌクレオソーム	クロマチン	G_2 期
⑤	ヌクレオソーム	クロマチン	M 期
⑥	ヌクレオソーム	クロマチン	S 期

問５　真核生物の転写調節に関する次の記述 A～C の正誤の組合せとして最も適当なものはどれか。下の①～⑧のうちから一つ選びなさい。 5

A　ヒストンにアセチル基が付加されると，染色体の高次構造が緩み RNA ポリメラーゼが DNA に結合できる。

B　DNA にメチル基が付加されると，その部分の遺伝子の発現は抑制される。

C　真核生物の RNA ポリメラーゼは基本転写因子と結合して複合体を形成することでプロモーターと結合できるようになる。

	A	B	C
①	正	正	正
②	正	正	誤
③	正	誤	正
④	正	誤	誤
⑤	誤	正	正
⑥	誤	正	誤
⑦	誤	誤	正
⑧	誤	誤	誤

問６　下線部ｂについて，ホルモンによる遺伝子発現の調節に関する記述として最も適当なものはどれか。次の①～⑤のうちから一つ選びなさい。 6

① 細胞膜上にあるアドレナリン受容体は，アドレナリンと結合すると cAMP を合成する。この cAMP が核内に入り，グリコーゲン分解酵素の発現を促進する。

② 脂溶性のホルモンは細胞膜にある受容体と，水溶性のホルモンは細胞内にある受容体と結合してはたらく。

③ 脂溶性ホルモンと結合した核内の受容体は，受容体の種類ごとに決まった塩基配列に結合する調節タンパク質としてはたらく。

④ 水溶性ホルモンは核内の受容体と結合すると RNA ポリメラーゼとしての活性を獲得し，遺伝子の発現を促進する。

⑤ ホルモンはチャネルを通って細胞内に入る。脂溶性のホルモンは核内にある受容体と，水溶性のホルモンは核膜にある受容体と結合してはたらく。

問７　下線部ｃの RNAi とは，数十塩基からなる 2 本鎖 RNA によって遺伝情報の発現が調節される現象である。この 2 本鎖 RNA は分解されて 1 本鎖になった後，特定のタンパク質と複合体を形成する。この複合体は，自身と同じ配列をもつ mRNA と相補的に結合し，いくつかの方法で遺伝子発現を調節する。RNAi に関する次の記述 A～C の正誤の組合せとして最も適当なものはどれか。下の①～⑧のうちから一つ選びなさい。 7

A　mRNA と相補的に結合した複合体は，その mRNA を分解する。

B　mRNA と相補的に結合した複合体は，リボソームの進行を阻害することで翻訳を阻害する。

C　mRNA と相補的に結合した複合体は，リボソームに複合体の RNA を翻訳させることで正常なタンパク質の合成を阻害する。

	A	B	C
①	正	正	正
②	正	正	誤
③	正	誤	正
④	正	誤	誤
⑤	誤	正	正
⑥	誤	正	誤
⑦	誤	誤	正
⑧	誤	誤	誤

4　被子植物の配偶子形成と受精に関する次の文（**A**・**B**）を読み，下の**問1**～**7**に答えなさい。〔**解答番号** 1 ～ 7 〕

A　被子植物では，花粉内に精細胞が生じ，胚珠内に卵細胞が生じる。

若い葯（やく）の中では，花粉母細胞が減数分裂により［ア］個の細胞からなる［イ］を形成する。花が開くころには，［イ］が不均等に細胞分裂して2個の細胞ができる。その2個の細胞のうち細胞質の［ウ］方の細胞である雄原細胞がもう一方の細胞の中に取りこまれて，成熟した花粉となる。

胚珠の中では，胚のう母細胞から減数分裂により1個の胚のう細胞が生じる。胚のう細胞は［エ］回の核分裂を行ったのち，卵細胞，助細胞，反足細胞，中央細胞からなる胚のうとなる。中央細胞には2個の［オ］が含まれる。

花粉がめしべの柱頭に付着すると，発芽して花粉管を胚珠に向かって伸ばす。花粉管内では雄原細胞が分裂して2個の精細胞が生じる。花粉管が珠孔に達すると，放出された精細胞のうち1個は卵細胞と合体して胚となり，1個は［カ］と合体して核相 $3n$ の胚乳となる。このような受精様式はa重複受精と呼ばれ，被子植物に特有の現象である。

問1　文中の［ア］～［ウ］にあてはまる語句の組合せとして最も適当なものはどれか。次の①～⑧のうちから一つ選びなさい。 1

	ア	イ	ウ
①	2	花粉管細胞	多い
②	2	花粉管細胞	少ない
③	2	花粉四分子	多い
④	2	花粉四分子	少ない
⑤	4	花粉管細胞	多い
⑥	4	花粉管細胞	少ない
⑦	4	花粉四分子	多い
⑧	4	花粉四分子	少ない

問２　文中の［ エ ］～［ カ ］にあてはまる語句の組合せとして最も適当なものはどれか。次の①～⑧のうちから一つ選びなさい。［ 2 ］

	エ	オ	カ
①	3	第二極体	助細胞
②	3	第二極体	中央細胞
③	3	極核	助細胞
④	3	極核	中央細胞
⑤	8	第二極体	助細胞
⑥	8	第二極体	中央細胞
⑦	8	極核	助細胞
⑧	8	極核	中央細胞

問３　下線部ａに関して，裸子植物では受精前からあらかじめ胚乳がつくられている。このことをふまえて，重複受精による利点について考察した記述として最も適当なものはどれか。次の①～⑤のうちから一つ選びなさい。［ 3 ］

① 生じる受精卵の遺伝的な多様性が増す。
② 果実を形成することで種子が広範囲に拡散される。
③ 種子を形成することで乾燥に強くなる。
④ 受精に水を必要としない。
⑤ 胚乳を形成するコストを最低限に抑えることができる。

問４　ある被子植物において遺伝子型 AA の親の花粉と，遺伝子型 Aa の親の胚のうから生じる可能性のある胚乳の遺伝子型を過不足なく含むものはどれか。次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。ただし，遺伝子 A と遺伝子 a は同じ遺伝子座にある対立遺伝子である。 4

① AA，Aa　　② AA，aa　　③ AA，Aa，aa

④ AAA，Aaa　　⑤ AAa，Aaa　　⑥ AAA，AAa，Aaa，aaa

B　被子植物の受精では精細胞は花粉管によって胚のうへと運ばれるが，このとき b 花粉管を誘引する物質が胚のうから分泌される。誘引物質は植物種によって異なり，これによって雑種形成が抑えられると考えられている。

また，被子植物の多くは，花粉が同じ個体のめしべに付着して種子が形成されることを避けるしくみをもつ。これを c 自家不和合性という。

問5　下線部 b に関して，胚のう中の一部の細胞をレーザーで破壊したときの花粉管の誘引率を調べたところ，図 1 のようになった。この実験から考察できる内容として最も適当なものはどれか。下の①～⑥のうちから一つ選びなさい。なお，図中の「＋」は正常な細胞が存在することを，「－」は細胞が完全に破壊されたことを表す。また，2 つある助細胞のうち，一方を助細胞 1，他方を助細胞 2 とする。 5

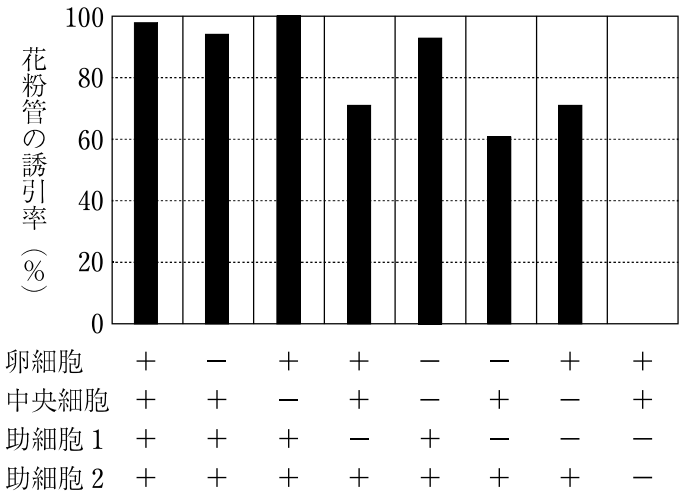


図 1

① 花粉管の誘引物質を分泌しているのは助細胞 1 のみである。

② 助細胞 1 と助細胞 2 が両方とも存在することが花粉管の誘引に必須である。

③ 助細胞のみで花粉管を誘引できる。

④ 中央細胞は花粉管の誘引に必須である。

⑤ 卵細胞と中央細胞が両方とも存在することが花粉管の誘引に必須である。

⑥ 卵細胞は花粉管の誘引に必須である。

問６　下線部ｃに関して，被子植物のＰ種ならびにＱ種の自家不和合性には *S* 遺伝子から発現するＳタンパク質がかかわっており，次の条件をみたす。

- *S* 遺伝子には多くの対立遺伝子があり，Ｓタンパク質にはさまざまな型がある。
- *S* 遺伝子の対立遺伝子間には顕性・潜性の関係が存在しない。
- 花粉で発現するＳタンパク質の型と，めしべで発現するＳタンパク質の型とで，一致するものが存在する場合は受精が拒否される。
- Ｐ種では花粉を体細胞（$2n$）が取り巻いており，Ｓタンパク質はその体細胞でつくられ，花粉の表面に移行する。
- Ｑ種の花粉では，Ｓタンパク質は花粉の細胞（n）でつくられる。
- Ｐ種とＱ種のめしべでは，Ｓタンパク質は体細胞（$2n$）でつくられる。

S 遺伝子の対立遺伝子 *S1*～*S8* をもつＰ種またはＱ種について，次の表１のＡ～Ｆのようにさまざまな遺伝子型の個体をかけ合わせた場合に，種子が形成される可能性があるものを過不足なく含むものはどれか。下の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 6

表1

	種	花粉をつくる個体の遺伝子型	めしべをつくる個体の遺伝子型
A	P	*S1S2*	*S1S2*
B	P	*S1S2*	*S2S3*
C	P	*S1S2*	*S3S4*
D	Q	*S5S6*	*S5S6*
E	Q	*S5S6*	*S6S7*
F	Q	*S5S6*	*S7S8*

① A，D　② B，E　③ C，F
④ B，C，F　⑤ C，E，F　⑥ B，C，E，F

問7　自家不和合性は多くの被子植物がもつ性質である。自家不和合性をもつことの利点について考察した記述A～Cのうち，正しい記述を過不足なく含むものはどれか。下の①～⑦のうちから一つ選びなさい。 7

A　有害な潜性遺伝子がホモ接合となる確率を減らすことができる。
B　同種個体や花粉の媒介者が少ない場所でも効率よく繁殖できる。
C　病気や害虫に対する抵抗性をもつ個体が存在する確率が高まる。

① Aのみ　② Bのみ　③ Cのみ
④ A，B　⑤ A，C　⑥ B，C　⑦ A，B，C

5　個体群と植生に関する次の文（**A**・**B**）を読み，下の**問1**～**7**に答えなさい。

〔解答番号 1 ～ 7 〕

A　個体群において，生まれた個体が成長するにつれ，どれだけ生き残るかをグラフにしたものを生存曲線という。図1の生存曲線は，最初に生まれた個体を1000個体として，縦軸は生存個体数を，横軸は最大年齢を100とした相対年齢で示している。

生存曲線は，一般的に図1中のA～Cのグラフで示す3つのタイプに分けることができる。

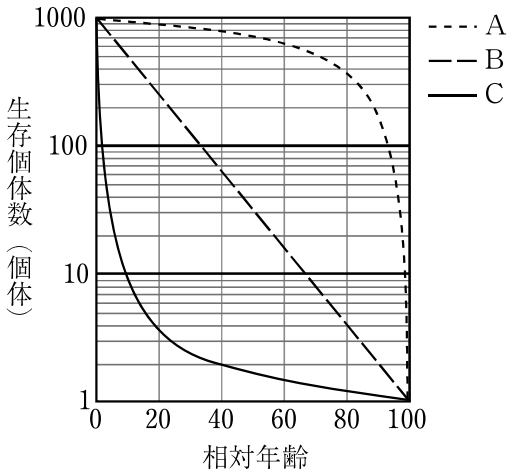


図1

問1　図1中のAの生存曲線を示す生物の特徴として最も適当なものはどれか。次の①～⑤のうちから一つ選びなさい。 1

① 相対年齢にかかわらず，死亡率が一定である。
② ほとんどの個体が相対年齢50付近で死亡する。
③ 幼齢時と老齢時の死亡率が高い。
④ 幼齢時に大半が死亡し，老齢時の死亡率は低い。
⑤ 幼齢時の死亡率が低く，老齢時に大半が死亡する。

問２　図１中のＢの生存曲線を示すある生物の集団 200 個体について，各年齢における死亡個体数を調べ，図１にならって片対数グラフを作成したところ図２を得た。この生物集団の，年齢 0～2，2～6，6～10 における死亡個体数として最も適当なものはどれか。下の①～⑥のうちから一つ選びなさい。ただし，この生物の最大寿命（最も長生きしたときの死亡年齢）は 10 年とする。 **2**

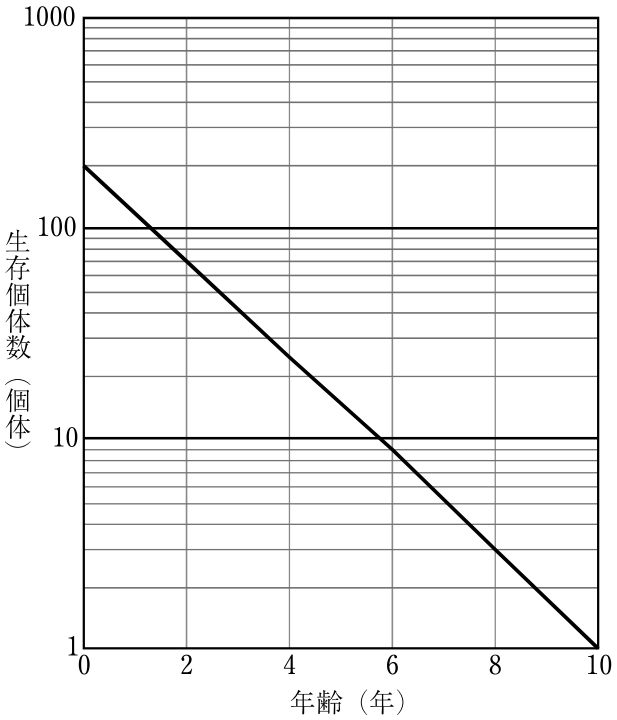


図２

	年齢 0～2	2～6	6～10
①	70	8	0
②	70	9	0
③	110	80	10
④	110	81	9
⑤	130	61	9
⑥	130	62	8

問３　図１中のＣの生存曲線を示すある生物について考える。この生物の個体群には，相対年齢が 0 の個体が 1000 個体存在し，相対年齢が 40 のときのみ繁殖できるものとする。この個体群が維持されるには，メス１個体あたり少なくとも何個体の子を産む必要があるか。あてはまる個体数として最も適当なものを，次の①～⑧のうちから一つ選びなさい。ただし，各齢においてオス：メス ＝ 1：1 の割合で存在しているものとする。 3 個体

① 5　② 10　③ 25　④ 50
⑤ 100　⑥ 200　⑦ 500　⑧ 1000

B　次の図3は，ある地域の森林における遷移に伴う物質量の変化を示したものである。

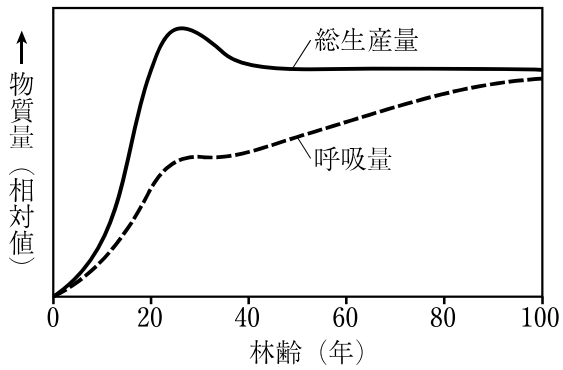
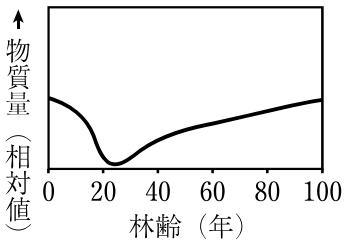


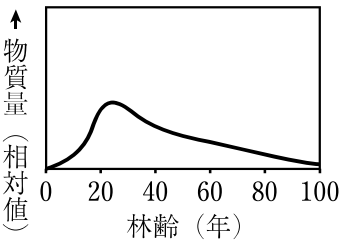
図3

問4　図3の森林における，遷移による純生産量の変化を示すグラフの概形として最も適当なものはどれか。次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 4

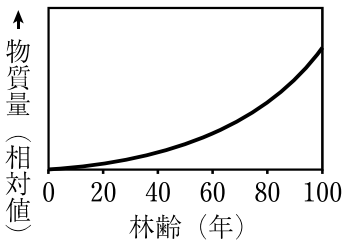
①



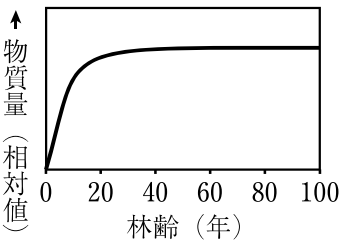
②



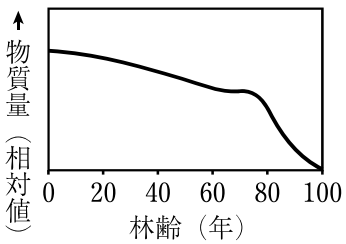
③



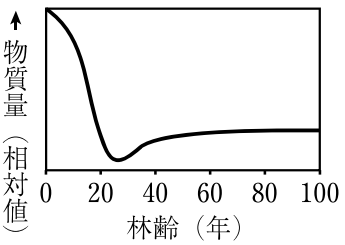
④



⑤



⑥



問５　図３の森林における，遷移による物質量の変化に関する記述として最も適当なものはどれか。次の①～⑤のうちから一つ選びなさい。 5

① 現存量は林齢 25 年で最大となり，以降は減少していく。

② 林齢 25 年で総生産量が最も大きくなるのは，呼吸量の増加が一定になったことで，純生産量が最も小さくなったためである。

③ 林齢の増加とともに呼吸量が増加するのは，森林の成長にともなって非同化器官が増えるためである。

④ 林齢の若いうちは総生産量より呼吸量が上回るため，純生産量も現存量も減少する。

⑤ 林齢 40 年以降総生産量が一定になるのは，陽樹林から混交林となったことで森林を構成する樹種が安定したためである。

問６　森林生態系での面積あたりの物質量を熱帯多雨林と針葉樹林で比べると，熱帯多雨林の総生産量は針葉樹林より大きいが，純生産量はほとんど変わらなかった。この理由として最も適当なものはどれか。次の①～⑤のうちから一つ選びなさい。 6

① 針葉樹林の枯死量は，熱帯多雨林の枯死量よりも多いため。

② 針葉樹林の摂食量は，熱帯雨林の摂食量よりも少ないため。

③ 熱帯多雨林の現存量は針葉樹林よりも多いため。

④ 熱帯多雨林の呼吸量は，針葉樹林の呼吸量よりも多いため。

⑤ 熱帯多雨林の成長量は，針葉樹林の成長量よりも多いため。

問7　次の表1は5種類の生態系について，地球上の面積と単位面積あたりの生産者の純生産量ならびに単位面積あたりの生産者の現存量を示したものである。表1のうち，地球全体における1年間の純生産量が2番目に多い生態系の純生産量を求めた値として最も適当なものはどれか。下の①～⑧のうちから一つ選びなさい。 [7] kg/年

表1

生態系	面積 (10^6 km^2)	単位面積あたりの純生産量 (kg/(m^2・年))	単位面積あたりの現存量 (kg/m^2)
熱帯林	24.5	2.02	42
温帯林	12.0	1.24	32
サバンナ	15.0	0.900	4
ステップ	9.0	0.600	1.6
藻場・サンゴ礁など	0.6	2.500	2

① 5.4×10^{12}　② 9.6×10^{12}　③ 1.5×10^{13}　④ 5.0×10^{13}

⑤ 5.4×10^{13}　⑥ 9.6×10^{13}　⑦ 1.5×10^{14}　⑧ 5.0×10^{14}