令和６年度　　農学食科学部　農学生命科学科
学校推薦型選抜　総合問題

【注　意】

1　机上に受験票を提示しておくこと。

2　監督者の指示があるまで，この冊子を開いてはいけない。

3　解答は必ず別紙の解答用紙の指定された箇所に記入すること。

4　解答用紙の所定の欄に受験番号・氏名を必ず記入すること。
受験番号・氏名が記載されていない答案は無効となる場合がある。

5　この冊子は，問題用紙（10 ページ）および解答用紙（3 枚）からなっている。

6　満点は 70 点である。

7　この冊子のうち，落丁・乱丁および印刷の不鮮明な箇所があれば，手をあげて申し出ること。

8　字数制限のある出題では，句読点，カッコは字数に含むこと。

9　試験時間中の退室は認めない。

10　問題冊子は持ち帰ること。

$\boxed{1}$ 次の文章を読み，問１～問９に答えよ。 (23 点)

生物の細胞には，個体の形成，維持，生命活動を営むために必要な遺伝情報が存在しており，そのような遺伝情報の１セットを $\boxed{}$ という。真核生物では，①細胞のもつ遺伝情報の大部分は細胞核内の染色体に含まれており，ヒトやイネのような二倍体生物では体細胞中に母親由来と父親由来の相同染色体が存在していることから，それぞれの親由来の相同染色体のセットが１つの $\boxed{}$ に相当する。

$\boxed{}$ の本体は DNA であり，遺伝情報は DNA の４種類の塩基の配列からなっている。DNA は遺伝子領域と遺伝子以外の領域に大別され，さらに遺伝子領域には，タンパク質を指定している配列が含まれている。DNA の遺伝情報からタンパク質が合成されることを，遺伝子の発現という。遺伝子の配列はアミノ酸からなるタンパク質にいきなり変換されるわけではなく，まず②DNA の遺伝情報は mRNA の配列に写し取られる。次に，③mRNA に写し取られた塩基配列にもとづいてコドンに応じたアミノ酸が指定されて，タンパク質が合成される。

$\boxed{}$ には，その生物の生命活動に必要なすべての情報が含まれていることから，$\boxed{}$ の塩基配列すべてを解読しようとする $\boxed{}$ プロジェクトが多くの生物で行われている。イネについては，日本の研究者を中心とした国際研究グループにより，2004 年にその $\boxed{}$ の完全解読が達成されている。それによると，イネの $\boxed{}$ サイズ（含まれている DNA の総塩基対数）は３億 9000 万塩基対で，28000 個の遺伝子領域があると推定された。

問１ 文章中の空欄 $\boxed{}$ に入る最も適切な語句を答えよ。

問２ 下線部①に関して，植物細胞において細胞核以外に遺伝情報をもっている２つの細胞小器官の名称と細胞内での主な役割について簡潔に答えよ。

問 3　DNA と RNA はどちらも核酸の一種であるが，その構造や細胞内での存在形態に異なる点がみられる。DNA と RNA の構造上の違いについて，3 つのポイントを挙げて簡潔に説明せよ。

問 4　下線部②と③の過程を，それぞれ何とよぶか答えよ。

問 5　組織や器官を構成している細胞はすべて同じ遺伝情報をもっていると考えられるが，組織や器官ごとに形や機能が異なっている。その理由を 50 字以内で答えよ。

問 6　イネの花粉の場合，精細胞 1 個の核に含まれるすべての DNA をつなぎ合わせると，何 cm の長さになるか，小数第 1 位まで算出せよ。なお，DNA の塩基対の間の距離は 0.3 nm（1 nm（ナノメートル）= 1×10^{-9} m）である。

問 7　DNA を構成する 4 種類の塩基の情報をデジタルデータにおきかえると，1 塩基分は 2 ビット（00，01，10，11）の情報量で表すことができる。イネの花粉の精細胞 1 個の核に含まれるすべての DNA の塩基情報をデジタルデータに変換したとすると，そのデータは次に示す記憶媒体のどれに記憶させるのが適切だろうか。すべてのデータを記憶することができる，最も小さな記憶容量の媒体を，（ア）～（エ）から選び記号で答えよ。なお，8 ビットを 1 バイトとする。また，解答には考え方も示せ。

（ア）　2 M（メガ）バイトの SD カード　　（イ）　200 M（メガ）バイトの SD カード
（ウ）　2 G（ギガ）バイトの USB メモリー　　（エ）　2 T（テラ）バイトのハードディスク

問 8　イネの細胞中に存在する1つのタンパク質を構成するアミノ酸数の平均を600とした場合，1つのタンパク質を指定している遺伝子領域におけるDNA配列の平均塩基対数を計算して，整数値で答えよ。ただし，遺伝子領域の配列はすべてエキソンのみからなっており，イントロンは含まれないものとする。

問 9　イネの精細胞のDNA中に存在する遺伝子領域のすべてが，タンパク質のアミノ酸配列を指定しているとしたとき，遺伝子領域はDNA全体の何%に相当することになるか，問8の結果を利用して，小数第1位まで算出せよ。また，遺伝子領域がDNA中に均一に分布しているとした場合，平均何塩基対ごとに遺伝子領域が存在することになるか，計算して10の位で四捨五入して答えよ。ただし，DNA鎖の片方だけに遺伝子領域があり，また，遺伝子領域どうしは重なっていないものとする。

2 次の英文を読み，問１～問６に答えよ。なお，必要があれば，次の数値を用いよ。原子量　水素 1.0，窒素 14，酸素 16，ナトリウム 23，硫黄 32，塩素 36，カリウム 39，銅 64 （24 点）

A solution is a state of mixture in which a solute, for example sodium chloride (NaCl), dissolves in a solvent, for example water. An amount of solute, which can dissolve in a certain amount of a solvent, often has a maximum limit. The maximum limit is generally called as solubility and a solution in which no more solute can be dissolved in a solvent is called as a saturated solution. The concentration of a solution is often expressed as a molarity, the concentration of the amount of solute dissolved in 1 L of solution expressed as the amount of substance (mol), etc. However, solubility is usually expressed in grams of the maximum amount of solute that can be dissolved in 100 g of solvent. Generally, different substances have different solubility at the same temperature, while the same substance has different solubility at different temperatures.

It was investigated how solubility changed with temperature using water solutions of four kinds of salts, solutions of copper (II) sulfate ($CuSO_4$), potassium chloride (KCl), potassium nitrate (KNO_3) and sodium chloride (NaCl). The result is shown in Figure 1 (Relationship between solubility and temperature), in which the four kinds of solutions are shown by symbol A, B, C and D, but the order is not the same with that described above.

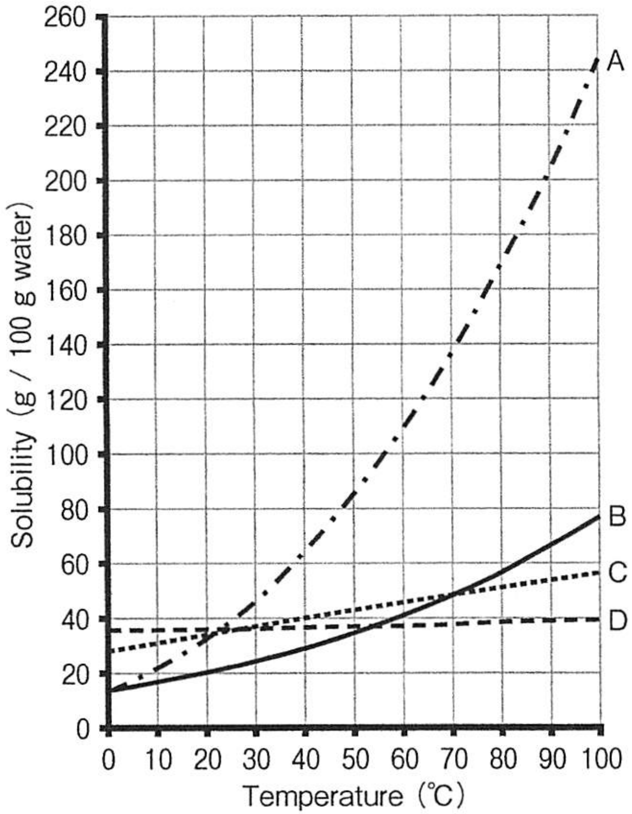

Figure 1. Relationship between solubility and temperature

The higher the temperature and the more salt dissolved for all four kinds of salts. For example, KNO_3 has the highest solubility, more than 240, among these four salts, at 100℃, but has solubility less than 20 at 0℃.

The solubilities of salt A and salt B were less than 20 at temperatures below about 5℃, and they had almost the same solubilities around 0℃. ①The saturated solution of B, white solids before dissolved, prepared using 80 g of water at 60℃, was cooled to 20℃ to give blue solid.

Electrolysis of an enough amount of saturated solution of A was done using platinum (Pt) electrodes with a constant amount of electrons. ②At the anode, the reaction (1) occurred to generate 160 g of oxygen gas (O_2), while at the cathode, the reaction (2) proceeded and hydrogen gas (H_2) was come out.

$$2H_2O \rightarrow 4H^+ + O_2 + 4e^- \quad \cdots (1)$$
$$2H_2O + 2e^- \rightarrow H_2 + 2OH^- \quad \cdots (2)$$

Here it should be noted that the amount of electrons given or received at each electrode is exactly equal during electrolysis. Next, ③electrolysis of a saturated solution of B was also done using Pt electrodes with the same amount of electrons as the above.

Salt C and salt D showed the same value of solubility, 36.0 g, at 25.9℃. At this temperature, to each of saturated solution of C and D prepared using 100 g of water in each flask was added an extra water up to 500 mL of total volume each, named solution C′ and D′, respectively. It was found that the molarity for solution C′ was lower than that for solution D′.

問 1　塩 A の物質名を日本語で答えよ。

問 2　下線部①について，“blue solid” の組成式を答えよ。また，析出した “blue solid” の質量は何 g か，Figure 1 から数値を整数値で読み取って，小数第 1 位まで算出せよ。なお，解答には考え方や計算式も日本語で示せ。

問 3　下線部②の電気分解において，陰極で発生した水素ガス（H_2）の質量は何 g か，小数第 1 位まで算出せよ。なお，解答には考え方や計算式も日本語で示せ。

問 4　下線部③の電気分解において，陰極で起こる反応の半反応式を式(1)にならって答えよ。

問 5　下線部③の電気分解において，陰極で析出した金属の質量は何 g か，小数第 1 位まで算出せよ。なお，解答には考え方や計算式も日本語で示せ。

問 6　塩 C の物質名を日本語で答え，その理由を，formula weight（式量）という語句を含めて 3 行程度の英文で説明せよ。

3 次の文章を読み，問１～問７に答えよ。ただし，計算の解答は有効数字３桁で答えよ。また，いずれの運動も空気抵抗による影響は受けないものとする。（23 点）

物体が運動しているときの単位時間あたりの速度の変化を加速度 a とよび，a の値は物体に加える力に比例する。つまり，一定の力が物体に加わり続けると，物体は等加速度で運動することになり，静止状態から時刻 t〔s〕の速度 v は $v = at$，変位 x は $x = 1/2at^2$ で与えられる。

地球上で物体を自由落下させると，一定の重力がはたらいていることから，物体は等加速度運動で落下するが，このときの加速度を重力加速度とよび，g〔m/s^2〕で表す。g の値は地球上でほぼ一定であるが，①緯度や標高によって異なり，$g = G \times M/R^2$（G：万有引力定数，M：地球の質量，R：地球の半径）で与えられる。

いま，ある地点での g を求めるため，質量 2 kg の球体を落下させ，1/30 s 毎の変位をストロボ写真で撮影したときの結果を表１に示す。

表１

落下開始後の時間〔s〕	変位〔10^{-2}・m〕
0	0.00
1/30	0.54
2/30	2.17
3/30	4.89
4/30	8.69

次に，この地点において，図１のような $\angle\mathrm{BAC}=\theta$ となる直角三角形の斜面を作り，質量 m〔kg〕の台車を静止状態から下らせた。このときに物体にはたらく力は，質量 × 加速度で求められるため，この台車には mg という力が下向きにはたらくが，斜面があるため，mg は斜面に平行な力（I）と斜面に垂直な力（$I\!I$）に分解され，I が斜面を下る力としてはたらいている。

②<u>$\angle\mathrm{bac}=\theta$ となる</u>ことから，$I=$ $\boxed{\quad ア \quad}$，$I\!I=$ $\boxed{\quad イ \quad}$ となる。

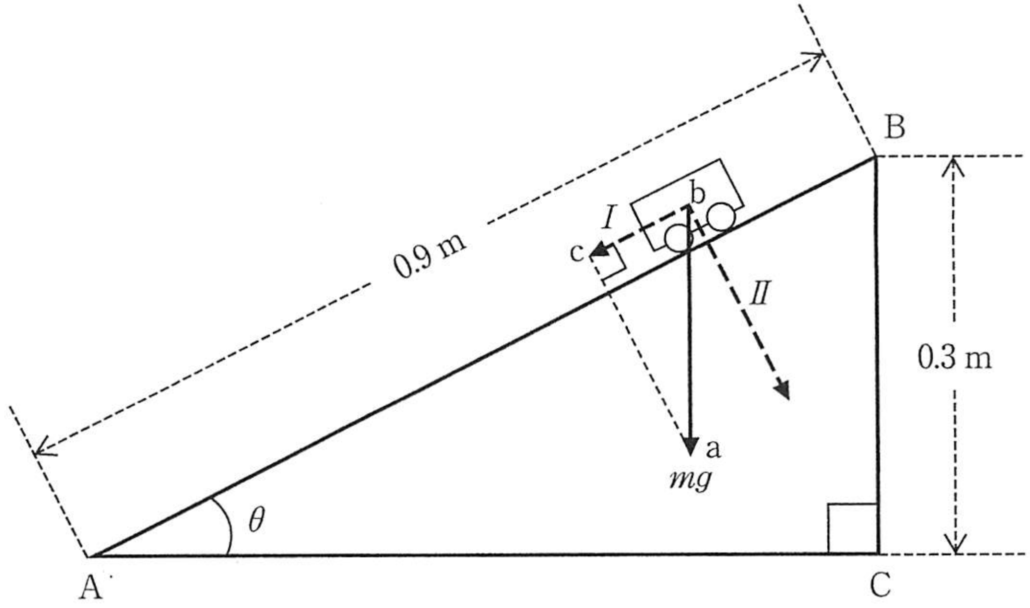

図１

このとき，台車の 0.1 s 毎の変位をストロボ写真で撮影した結果を表２に示す。

表2

移動開始後の時間〔s〕	変位〔m〕
0	0.000
0.1	0.016
0.2	0.064
0.3	0.144
0.4	0.256

問1　下線部①について，なぜ重力加速度 g が緯度や標高によって異なるのか，その考えられる理由を答えよ。

問2　表1の 3/30 s 後の結果から，この地点での重力加速度 g〔$\mathrm{m/s^2}$〕を求めよ。なお，解答には考え方や計算式も示せ。

問3　下線部②について，$\angle \mathrm{bac} = \theta$ となることを証明せよ。

問4　文章中の空欄 $\boxed{\ ア\ }$，$\boxed{\ イ\ }$ に入る適切な数式を，θ を用いて答えよ。

問5　表2の結果から，斜面を下らせたときの台車の加速度 a'〔$\mathrm{m/s^2}$〕と，a' の値から求めた重力加速度 g'〔$\mathrm{m/s^2}$〕をそれぞれ答えよ。なお，解答には考え方や計算式も示せ。

問６　球体を落下させた運動から問２で求めた g と，台車の斜面を下らせる運動から問５で求めた g' は一致しない。これは斜面を下らせる運動では，動摩擦力 F' が生じたからである。F' の大きさは垂直抗力 N（ここでは $N =$ $\boxed{\quad イ \quad}$）に比例し，運動する方向とは逆向きにはたらくため，$F' = -\mu N$ で表される（μ：動摩擦係数）。次の設問 (1) と (2) に答えよ。

(1)　台車に動摩擦力がはたらいたときの次の運動方程式を完成させよ。ただし，記号には θ を用いるが，N は用いずに表すこととする。

$$ma' =$$

(2)　この斜面での動摩擦係数 μ を求めよ。ただし，$\sqrt{2} = 1.41$ とする。なお，解答には考え方や計算式も示せ。

問７　一定の大きさの力 F で距離 x〔m〕だけ動かした仕事 W は，$W = Fx$〔J〕で表される。そこで，(i) 質量 2 kg の物体を図１の C から B まで垂直に持ち上げた仕事と，(ii) 同じ物体を図１の斜面に沿って A から B まで引き上げた仕事を，比較することにした。次の設問 (1) と (2) に答えよ。

(1)　斜面の動摩擦力がはたらかなかったとすれば，(i) と (ii) の仕事は等しくなることを証明せよ。

(2)　実際には，斜面では動摩擦力がはたらくため，(ii) の仕事の方が (i) の仕事よりも大きい。この地点では，(ii) の仕事が (i) の仕事よりもどれだけ増加するのか，動摩擦係数 μ を用いて答えよ。ただし，μ 以外の記号は用いずに表すこととする。なお，解答には考え方や計算式も示せ。

令和６年度　農学食科学部　農学生命科学科　学校推薦型選抜

総合問題　正誤表

問題

$\boxed{1}$　３ページ　問８

問題文：２行目～３行目

誤：「すべてエキソンのみ」

正：「すべてタンパク質を指定しているエキソンのみ」