

令和 7 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 この冊子の問題は余白を入れて 11 ページ，解答用紙は 3 枚からなっている。
- 6 この冊子のうち，落丁・乱丁および印刷不鮮明な箇所があれば，手をあげて申し出ること。
- 7 字数制限のある解答では，句読点やカッコ，数字はそれぞれ 1 字として数える。
- 8 満点は 70 点である。
- 9 試験時間中の退室は認めない。
- 10 問題は持ち帰ること。

1

次の文章を読み、問1～問7に答えよ。

(23点)

①原核生物と真核生物の遺伝情報を担っているのは、いずれも DNA という物質である。DNA は、4 種類の塩基（アデニン、チミン、グアニン、シトシン）と（ A ）、および（ B ）から構成されるヌクレオチドが多数結合し、さらに②2 本のヌクレオチド鎖が結合し、二重らせん構造をとっている。（ C ）である大腸菌のゲノムは、③約 450 万塩基対の DNA から構成されており、そこには約 4000 個の遺伝子が含まれることがわかっている。また、大腸菌のゲノム DNA に含まれる塩基のうち、④シトシンの占める割合は約 26% である。

（ C ）である細菌の中には、ゲノム DNA のほかに、プラスミドと呼ばれる環状 2 本鎖の DNA をもつものがある。プラスミドは数千塩基対と比較的低分子であるため、簡便な操作で大腸菌の中に導入することができる。例えば、ヒトインスリン遺伝子をプラスミドに挿入し、これを⑤大腸菌に導入した後、このプラスミドを取り込んだ大腸菌を培養し、増殖させることで、多量のインスリンを得ることができる。

問1 文章中の空欄（ A ）と（ B ）に入る適切な語句を答えよ。なお、（ A ）と（ B ）の順序は問わない。

問2 文章中の空欄（ C ）に入る語句として、「原核生物」と「真核生物」のどちらが適切か、答えよ。

問 3 下線部①について、次の(1)～(5)に示す構造体のうち、原核生物、および真核生物である植物と動物のそれぞれの細胞に一般的に含まれるものをすべて選び、番号で答えよ。

- (1) 細胞壁 (2) 細胞膜 (3) 核 (4) 葉緑体 (5) ミトコンドリア

問 4 下線部②について、2本のヌクレオチド鎖の結合に関わる結合様式を次の(1)～(3)から1つ選び、番号で答えよ。

- (1) 水素結合 (2) 共有結合 (3) イオン結合

問 5 下線部③について、大腸菌のゲノム DNA 中で遺伝子の領域が占める割合が 90% であると仮定した場合、各遺伝子の長さを平均すると何塩基対になるか、整数値で答えよ。

問 6 下線部④について、大腸菌のゲノム DNA に含まれるアデニンの割合は約何% になるか、整数値で答えよ。

問 7 下線部⑤について、次の(a)～(f)は、府大太郎さんが行ったプラスミドを大腸菌に導入する実験である。

- (a) 抗生物質 X を不活化する酵素の遺伝子を含むプラスミドを $2\text{ }\mu\text{g/mL}$ の濃度になるように調整した。
- (b) プラスミドの導入用に準備した溶液に大腸菌を均一に混ぜた「懸濁液」 $90\text{ }\mu\text{L}$ に、(a)のプラスミド溶液を $10\text{ }\mu\text{L}$ 加え、大腸菌へのプラスミドの導入に必要な操作を行った。その後、抗生物質 X を含まない液体培地を $900\text{ }\mu\text{L}$ 加えて 30 分間、 37°C で培養した。

- (c) 上記(b)の培養液のうち 100 μL を，抗生物質 X を含む寒天培地に塗りひろげて 37℃で一晩培養したところ，寒天培地上に 300 個のコロニー（細菌の集塊）が観察できた。
- (d) 上記(b)の培養液のうち 10 μL を，抗生物質 X を含まない液体培地 990 μL に加えてよく混ぜることにより希釈した。
- (e) さらに(d)の希釈液のうち 10 μL を，抗生物質 X を含まない液体培地 990 μL に加えてよく混ぜることにより希釈した。得られた希釈液のうち 100 μL を，抗生物質 X を含まない寒天培地に塗りひろげて 37℃で一晩培養したところ，寒天培地上に 150 個のコロニーが観察できた。
- (f) なお，この実験においては，次の条件(i)～(vi)が成立すると仮定する。
- (i) 抗生物質 X は大腸菌に対して殺菌作用をもち，これを不活化する酵素をもたない大腸菌は，抗生物質 X を含む培地上で増殖できない。
 - (ii) 大腸菌を含む懸濁液に加えたのは，DNA 溶液と液体培地のみである。
 - (iii) 大腸菌への DNA の導入は，(b)の操作時にのみ起こる。
 - (iv) (b)の操作の過程では，大腸菌の分裂・増殖はない。
 - (v) (b)の操作において，添加する DNA 量とそれによって得られるプラスミドを取り込んだ大腸菌の個数は正比例の関係にある。
 - (vi) 寒天培地上では，1 個の大腸菌が分裂・増殖することによって，1 個のコロニーが生じる。また，大腸菌は寒天培地上で移動しない。

次の設問(1)～(3)に答えよ。なお、解答はいずれも「 1.2×10^{-3} 」のように有効数字2桁で求めよ。

- (1) この実験では、(b)で用いた大腸菌のうち何%の大腸菌がプラスミドを取り込んだか、答えよ。
- (2) (b)において、 $1 \mu\text{g}$ のプラスミドを大腸菌への導入に用いた場合、何個の大腸菌にプラスミドが導入されると予想されるか、答えよ。
- (3) (b)で添加したプラスミドのDNAのうち、何%のDNAが大腸菌に導入されたか、答えよ。なお、(b)の操作で、1個の大腸菌に導入されるプラスミドは、1分子のみとする。また、プラスミドのDNAは3000塩基対で構成されているものとし、ヌクレオチド1個の分子量を330、アボガドロ定数を $6.0 \times 10^{23}/\text{mol}$ として計算せよ。

(余 白)

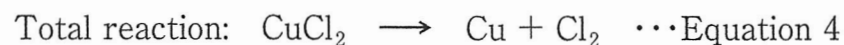
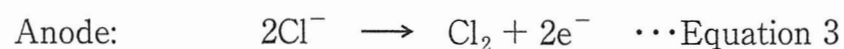
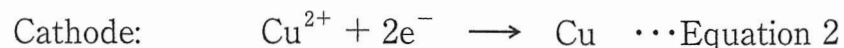
- 2 次の英文を読み、問1～問6に答えよ。なお、必要があれば、次の数値を用いよ。原子量 H 1.0, C 12, O 16, Na 23, Cl 35.5, Cu 64 (24点)

① “*Tokeru* (とける)” in Japanese word is used in both meanings for “melting” and “dissolving”. A word “melting” refers to a change that a solid becomes a liquid, like ice on the surface of a pond changes into water in spring. A word “dissolving” means a phenomenon that a small amount of solute is dispersed in a solvent to make a uniform liquid, like sodium chloride is added into water. ② By “*Tokeru*”, it causes various properties changing even of the same substance. For example, solid sodium chloride does not conduct electricity, on the other hand, sodium chloride is dissolved to form a sodium chloride aqueous solution, which does conduct electricity.

The process of a substance separating into ions in an aqueous solution is called dissociation, and a substance like sodium chloride that dissociates when dissolved in water is called electrolyte. When electrodes are dip in an electrolyte solution and current is applied, oxidation-reduction reactions occur at the surfaces of the electrodes, which is known as electrolysis. In electrolysis, the amount of substance that changes at the electrodes is proportional to the amount of electricity flowed. The unit of charge is coulomb (C), and 1 C is the amount of charge carried by a current of 1 ampere (A) in 1 second (s). Therefore, the charge Q [C] when a current of i [A] flows for t [s] is expressed by Equation 1. The absolute value of the charge per mole of electrons is called Faraday constant (F), and F is 9.65×10^4 C/mol.

$$Q \text{ [C]} = i \text{ [A]} \times t \text{ [s]} \quad \cdots \text{Equation 1}$$

For example, during electrolysis of copper (II) chloride solution using graphite electrodes, the reactions expressed by Equations 2 and 3 occur at the cathode and anode, respectively, and the total reaction is expressed by Equation 4.



③ When a sodium chloride solution is electrolyzed with iron as the cathode and graphite as the anode separated by a cation exchange membrane, which allows only cations to pass between the two electrodes, water is reduced at the cathode to produce (ア) gas, and (イ) gas is produced at the anode. ④ In this manner, a sufficient amount of sodium chloride solution is electrolyzed with a certain constant current for 5 seconds, 1.12×10^{-3} L of (ア) gas, under standard conditions, 0°C , 1.013×10^5 Pa, is generated at the cathode. At the cathode, OH^{-} is also generated and Na^{+} ions in the solution are attracted to the cathode, causing the concentrations of both OH^{-} and Na^{+} in the solution near the cathode to increase due to electrolysis. ⑤ Therefore, after enough electrolysis time, removing water from the solution near the cathode yields (ウ).

Note this: When the concentration of H^{+} in an aqueous solution is expressed as $[\text{H}^{+}]$ and the concentration of OH^{-} in an aqueous solution is expressed as $[\text{OH}^{-}]$, the value of $[\text{H}^{+}] \times [\text{OH}^{-}]$ is always $1.0 \times 10^{-14} \text{ mol}^2/\text{L}^2$ at 25°C .

問 1 下線部①を参考にして、次の和文(1)および(2)をそれぞれ英文に訳せ。

(1) 塩化ナトリウムは、大気圧下では約 800°C でとける。

(2) 塩化ナトリウムは、100 mL の水に 37°C では何 g までとけるか？

問 2 下線部②について、融解した塩化ナトリウムには電気伝導性があるか、ないかを答えよ。また、その理由を簡潔に答えよ。

問 3 下線部③の電気分解において、陰極、陽極で起こる反応、および全体の反応を Equation 2 ～ 4 にならって答えよ。

問 4 下線部④の電気分解で用いた電流は何 A かを答えよ。なお、解答には考え方や計算式も示せ。

問 5 下線部⑤で得られる物質（ウ）の名称と組成式をそれぞれ答えよ。

問 6 下線部④のように電気分解を t 秒間行ったときに生成される OH^- と同じ物質量の物質 (ウ) を, 25°C で水 1 L に溶解させた溶液を, 溶液 X(t) とする。次の設問 (1) ~ (3) に答えよ。

(1) 1 L の溶液 X(5) に溶解している物質 (ウ) は何 g かを答えよ。なお, 解答には考え方や計算式も示せ。

(2) 溶液 X(5) の pH を答えよ。なお, 解答には考え方や計算式も示せ。

(3) $t = 5$ 以降も電気分解を続けたとき, 溶液 X(t_1) の pH が 11 を示す t_1 を答えよ。なお, 解答には考え方や計算式も示せ。

3 次の文章を読み、問1～問8に答えよ。なお、重力加速度の大きさを g [m/s²] とし、物体の大きさ、空気抵抗は無視できるものとする。 (23点)

問1 なめらかで摩擦のない水平面上に、質量 M [kg] の物体 A を置いた。 A に水平右向きに一定の大きさ F [N] の力を t 秒間加えた。 t 秒経過したときの物体 A の速さ V [m/s] を F , M , t を用いて表せ。

問2 問1で、水平右向きの力が物体 A にした仕事 W [J] を F , M , t を用いて表せ。

問3 図1に示すように、なめらかで摩擦のない斜面があり、斜面の下端と上端の点をそれぞれ点 P , Q とする。点 P に質量 M の物体 A を置き、斜面に平行上向きに速さ v_1 [m/s] で打ち出したところ、 A は斜面を上がり点 Q に達した。 P から Q までの高さを h [m] とすると、点 Q における物体 A の速さ v_2 [m/s] を M , v_1 , h , g のうち必要な記号を用いて表せ。

問4 問3で、斜面の傾斜角を θ_1 [rad] ($0 < \theta_1 < \frac{\pi}{2}$) とする。物体 A が点 P から点 Q まで移動するのに要する時間 t_1 [s] を M , v_1 , h , θ_1 , g のうち必要な記号を用いて表せ。なお、解答には考え方と計算式も示せ。

問5 図2に示すように、問3で斜面の高さは変化せず、傾きが大きくなった場合を考える。このときの傾斜角を θ_2 ($\theta_1 < \theta_2 < \frac{\pi}{2}$) とし、図2に示す斜面の下端、上端の点をそれぞれ点 P' , Q' とする。物体 A を点 P' に置き、斜面に平行上向きに速さ v_1 で打ち出した場合、 A が点 P' から点 Q' まで移動するのに要する時間 t_2 [s] は、問4の t_1 と比べて、長い、短い、または同じであるか、答えよ。なお、解答には考え方と計算式も示せ。

問6 図3のように、質量 M の物体 A と質量 m [kg] の物体 B を糸で結び、A を水平で粗い面 R に置き、なめらかな滑車を経て B をつるしたところ、B は落下した。B が落下している時、物体 A にはたらく力を 4 つ挙げ、その名称を答えよ。

問7 問6で、物体 A と B の加速度の大きさを答えよ。なお、面 R と物体 A の動摩擦係数を μ' とし、糸の重さ、糸と滑車の摩擦は無視できるものとする。なお、解答には考え方と計算式も示せ。

問8 問7で、物体 A が距離 L [m] だけ移動したときの、速さ v_3 [m/s] を答えよ。なお、解答には考え方と計算式も示せ。

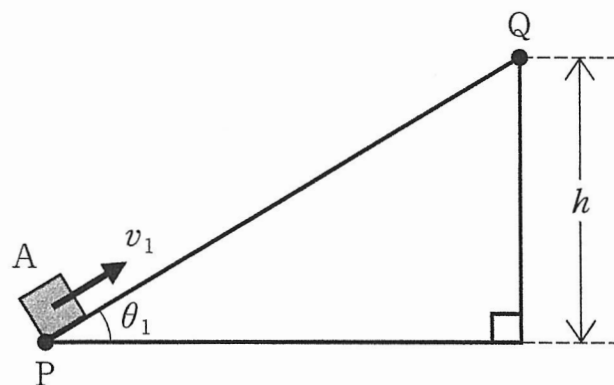


図 1

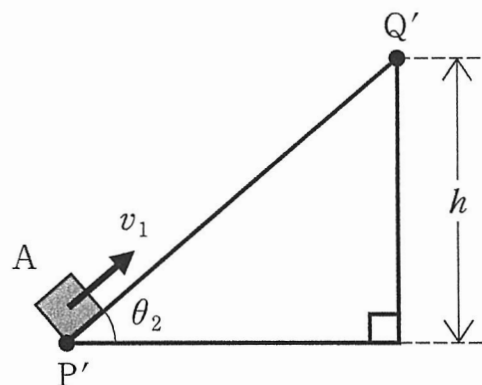


図 2

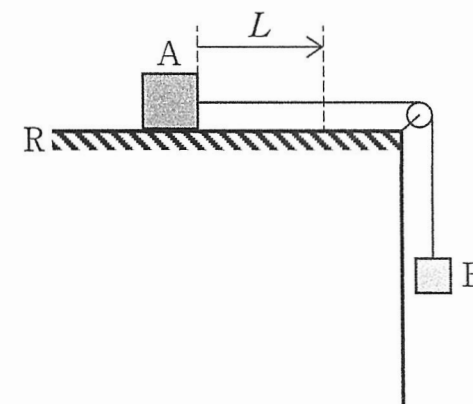


図 3