

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。

令和7年度個別学力検査(前期日程)

総合問題

試験時間 100 分

下記の解答方法に従って解答しなさい。

問題番号	科目	解答方法	ページ
問題 1	英語	全員解答すること。	1～7
問題 2	物理	左記の4題の中から2題を選択し、解答すること。	9～14
問題 3	化学		15～19
問題 4	生物		21～30
問題 5	数学		31～33

注意事項

- 1 解答用紙に、受験番号(数字4桁のみ)を忘れずに記入しなさい。
- 2 解答は、解答用紙の所定の欄に記入しなさい。
- 3 解答用紙には、裏、表にかかわらず、解答と受験番号のほかは、いっさい書き入れてはいけません。
- 4 本冊子の余白と、解答用紙についている白紙は、計算・下書き用のものです。
- 5 試験中に問題冊子や解答用紙の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁等に気づいた場合は、手を高く挙げて監督者に知らせなさい。
- 6 本冊子は、持ち帰りなさい。

問題 1 (英 語)

Read the text and answer the following questions.

(著作権の関係上、公開できません)

(著作権の関係上、公開できません)

(著作権の関係上、公開できません)

Questions

1. Which word is not suitable as a substitute for “planet” in (1)? Circle (a), (b), (c), or (d).
 - (a) earth
 - (b) world
 - (c) factory
 - (d) globe
2. What does “it” in (2) refer to? Circle (a), (b), (c), or (d).
 - (a) a fundamental shift
 - (b) the Sustainable Development Goals
 - (c) commitment, solidarity, financing and action
 - (d) the hope and rights of current and future generations
3. What is a synonym of “injustices” in (3)? Circle (a), (b), (c), or (d).
 - (a) innocence
 - (b) ignorance
 - (c) understanding
 - (d) unfairness
4. What does “It” in (4) refer to? Circle (a), (b), (c), or (d).
 - (a) humanity
 - (b) our world
 - (c) the SDG Summit
 - (d) the international financial system
5. Write the words in bracket (5) in the correct order to complete the sentence.

6. Which has the same meaning as the word “unemployment” in (6)? Circle (a), (b), (c), or (d).
- (a) Having no job
 - (b) Having no home
 - (c) Having no food
 - (d) Having no electricity
7. What part of speech are “moderately” and “severely” in (7)? Circle (a), (b), (c), or (d).
- (a) noun
 - (b) verb
 - (c) adverb
 - (d) adjective
8. What is the antonym of “regressed” in (8)? Circle (a), (b), (c), or (d).
- (a) returned
 - (b) regretted
 - (c) progressed
 - (d) proposed
9. According to the paragraph (9), which is the right statement? Circle (a), (b), (c), or (d).
- (a) Poverty is the least urgent issue under current trends.
 - (b) We must wait until the 24th century to close gender gaps.
 - (c) By 2030, most schools will ignore literacy skills.
 - (d) None of above.

10. Which number correctly represents “84 million” in (10)? Circle (a), (b), (c), or (d).
- (a) 84,000,000
 - (b) 84,000,000,000
 - (c) 84,0000,0000
 - (d) 84,0000,0000,0000
11. According to the passage, which is NOT happening on “the front lines of climate change” in (11)? Circle (a), (b), (c), or (d).
- (a) Deforestation
 - (b) Extinction of many species
 - (c) Civil war
 - (d) Rise of carbon dioxide level
12. Write a correct preposition for blank (12).
13. Write a correct preposition for blank (13).
14. Write a correct preposition for blank (14).
15. In the context of the passage, what is the meaning of the word “universal” in (15)? Circle (a), (b), (c), or (d).
- (a) involving all the people in the world
 - (b) always being true
 - (c) a Hollywood film company
 - (d) happening in space
16. Write the words in bracket (16) in the correct order to complete the sentence.

17. What is the main message of the whole passage? Circle (a), (b), (c), or (d).
- (a) The Sustainable Development Goals have not been successfully achieved.
 - (b) The Sustainable Development Goals are a promise of friendship.
 - (c) We need to deforest more to achieve the Sustainable Development Goals.
 - (d) We need to have more conferences to achieve the Sustainable Development Goals.

(このページは空白です。)

問題 2 (物 理)

以下、特に指示のない限り、解答欄には答えのみを書きなさい。

問 1

エゾモモンガ(図1, 以下モモンガ)は、体側の前肢と後肢の間に張られた飛膜を使い、樹木から樹木へと飛び移る小動物で、帯広畜産大学構内でも見られる。



図1 エゾモモンガ(右は飛膜を広げ飛んでいる様子)

質量 m のモモンガが、水平な地上から一定の速度で鉛直な樹木 T_1 (図2)を駆け上がり、地上からの高さが h の位置 A に到達した。特に断らない限り、モモンガの大きさ、樹木の太さ、空気の影響は無視し、重力加速度の大きさは g とする。

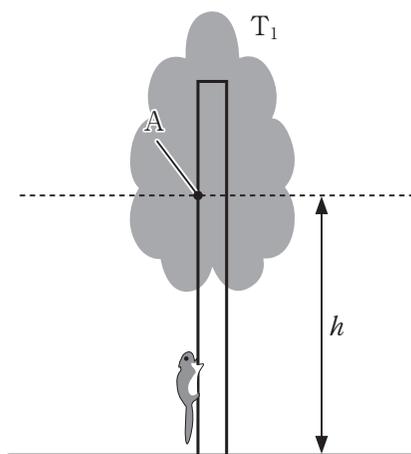


図2

モモンガに働く重力の大きさは である。また、モモンガが地上から位置 A まで駆け上がる時、速度が一定であることに注意すると、モモンガの体を持ち上げる力の大きさは , その力が行った仕事は と求められる。

次に、モモンガが位置 A で静止してから、鉛直な樹木 T_2 (図 3) に向かって、水平方向から下方へ角度 θ をなす向きに速さ v で飛びたち、地上からの高さが位置 A より d ($d < h$) だけ低い位置 B に到達した。

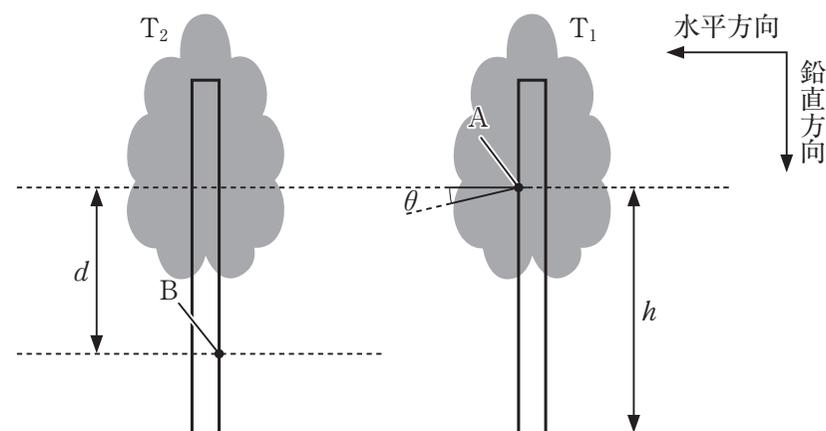


図 3

仕事と運動エネルギーの関係より、位置 A でモモンガの体を飛びたさせる力が行った仕事は である。また、力積と運動量の関係より、その力による力積の大きさは である。

- 1) 文中の ~ に当てはまる数式を求めなさい。
- 2) モモンガが位置 A を飛びたつた直後から位置 B に到達する直前までのある時点において、モモンガの水平方向、および鉛直方向の加速度をそれぞれ a_x , a_y として、それぞれの方向に対するモモンガの運動方程式を立てなさい。ただし、水平方向左向き、および鉛直方向下向きをそれぞれ正とする。
- 3) モモンガが位置 B に到達する直前の速さを求めなさい。
- 4) 位置 A から B までの水平距離を求めなさい。

実際には、モモンガの空中での運動には空気が大きく影響する。モモンガの腹背方向(進行方向に対して垂直な方向)には、モモンガの落下を緩和するように、空気から揚力と呼ばれる力が働く。一方、体軸方向(進行方向に対して平行な方向)には、モモンガの進行を妨げるように、空気から抗力(空気の抵抗力)が働く。これら空気の影響を受けたモモンガの空中運動を滑空という。滑空は等速直線運動であるとする。以下、空気の影響を無視せずに考える。

モモンガが水平方向から下方へ角度 θ をなす向きに滑空した(図4)。

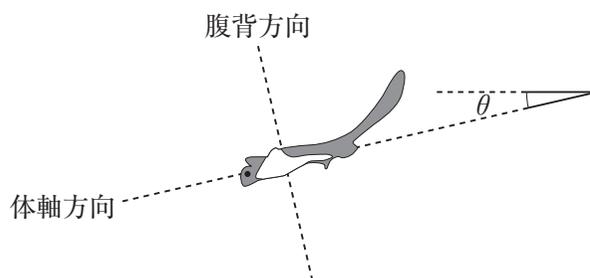


図4

- 5) 滑空中のモモンガに働く揚力、抗力、および重力を、それらの関係がわかるように、解答欄の図に矢印で描き入れなさい。
- 6) 揚力の大きさについて、抗力の大きさに対する比を求めなさい。

モモンガがふたたび樹木 T_1 の位置 A に静止してから、鉛直な樹木 T_3 (図 5) に向かって、水平方向から下方へ角度 θ をなす向きに速さ v で滑空し、地上からの高さが位置 A より d だけ低い位置 C に到達した。

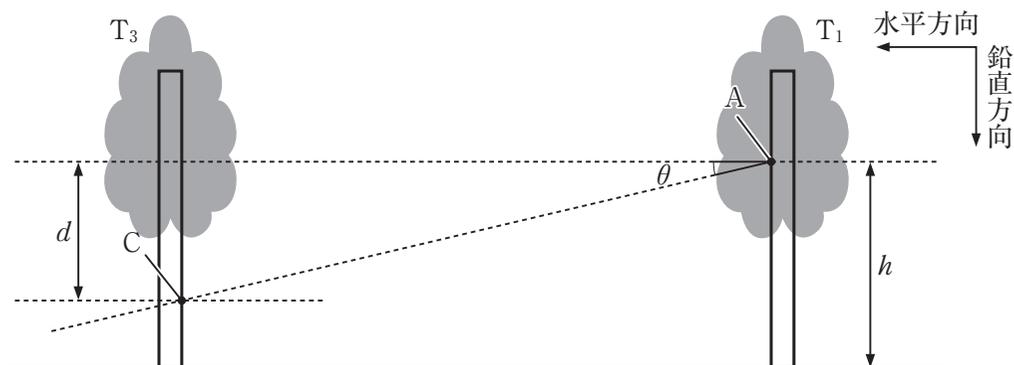


図 5

- 7) モモンガが位置 A を飛びたった直後から位置 C に到達する直前までに、揚力と抗力が行った仕事をそれぞれ求めなさい。
- 8) $\theta = \frac{\pi}{6}$, $v = \sqrt{gd}$ であるとき、位置 A から C までの水平距離は、4) で求めた位置 A から B までの水平距離の何倍になるかを求めなさい。

(問題 2 (物理) は次ページに続く。)

問 2

遠隔地との高速通信には、光ファイバーが使用されている。光ファイバーは、図 6 のように屈折率 n_1 のコアと呼ばれる中心部分、屈折率 n_2 のクラッドと呼ばれる周辺部分、そしてこれらを保護し光を吸収する被覆から作られており、全反射を用いることで減衰させずに光を送ることができる。空気中にある光ファイバーに、光が左から入射角 θ_1 で入射したところ、反射角 θ_2 の反射光、屈折角 θ_3 の屈折光が生じた。光ファイバーの折り曲げの影響はないものとし、屈折率には $n_1 > n_2$ の関係があり、空気の屈折率は 1 とする。

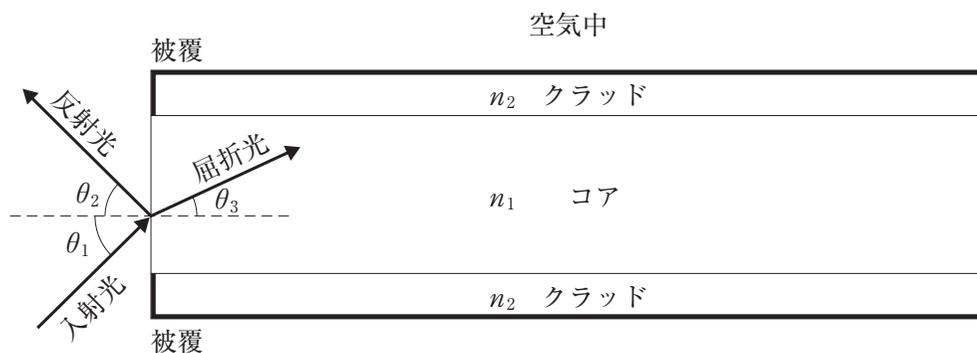


図 6

- 9) θ_1 と θ_2 の関係式を答えなさい。
- 10) θ_1 と θ_3 の関係式を答えなさい。
- 11) コアからクラッドへ進む光の臨界角を θ_0 としたとき、 θ_0 、 n_1 、 n_2 の関係式を答えなさい。
- 12) 入射した光がコアの中を全反射しながら右方向に進むための条件を、 θ_1 、 n_1 、 n_2 を用いて表しなさい。

光ファイバーを用いた高速通信により，熟練の獣医師が遠隔地にある手術ロボットを操作する遠隔手術の可能性を考えてみよう。人間の反応時間は最短で0.1秒程度といわれているため，この反応時間より十分に短い0.01秒以内に，動物の状況を把握してメスを動かす，動いているメスと臓器を確認してメスの動きを止める，などの信号を光を用いて送受信しなければならない。

- 13) 帯広畜産大学と表1の各大学まで光ファイバーを直線で敷設することができ，各種電子機器の処理にかかる時間は無視できると仮定する。この場合，帯広畜産大学から遠隔手術が可能な大学を(ア)～(キ)の中からすべて選択し，光ファイバー中の光速に言及しながらその理由を記述しなさい。ただし， $n_1 = 1.3$ ， $n_2 = 1.0$ ， $\theta_1 = 0^\circ$ とする。

表1

選択肢	大学名	帯広畜産大学からの直線距離
(ア)	北海道大学	150 km
(イ)	岩手大学	400 km
(ウ)	東京農工大学	900 km
(エ)	鳥取大学	1,100 km
(オ)	鹿児島大学	1,700 km
(カ)	チェンマイ大学(タイ)	4,900 km
(キ)	コーネル大学(アメリカ)	9,700 km

問題 3 (化 学)

問 1 コロイドとは、直径が $10^{-9}\sim 10^{-7}$ m 程度の粒子がほかの物質中に均一に分散しているもの、またはその状態をいう。分散している粒子をコロイド粒子といい、コロイド粒子はその大きさから、ろ紙は通過できるがセロハンのような半透膜は通過できない。コロイド粒子を含む溶液を、コロイド溶液または **ア** という。コロイド溶液(**ア**)が、加熱や冷却により流動性を失って固まった状態を **イ** といい、 **イ** を乾燥させたものを **ウ** という。デンプンやタンパク質は分子量が大きく、1分子でコロイド粒子の大きさをもつ。このようなコロイドを **エ** コロイドといい、また、セッケン水のように多数の粒子が集まってコロイド粒子の大きさになったものを **オ** コロイドという。

水との親和力が小さいコロイド粒子を含む溶液を疎水コロイドという。疎水コロイドのコロイド粒子が分散媒中に均一に分散しているのは、同種の電荷を表面に帯びたコロイド粒子が互いに反発しているためである。しかし、疎水コロイドに少量の電解質を加えると、容易に沈殿が生じる。一方、水との親和力が大きいコロイド粒子を含む溶液を親水コロイドという。親水コロイドの粒子は、少量の電解質では沈殿せず、多量の電解質を加えると沈殿する。疎水コロイドに、一定量以上の親水コロイドを加えると、少量の電解質を加えても沈殿が生じにくくなる。このような作用を示す親水コロイドを **カ** コロイドという。

水酸化鉄(Ⅲ)のコロイド溶液は、塩化鉄(Ⅲ)水溶液を沸騰した水に加えると得られる。水酸化鉄(Ⅲ)のコロイド溶液に横から強い光を当てると、光の進路が明るく輝いて見える。この現象を **キ** という。さらに、水酸化鉄(Ⅲ)のコロイド溶液中のコロイド粒子を限外顕微鏡で観察すると、小さな光点が不規則に動いているのが見える。この動きを **ク** という。

1) 文中の **ア** ~ **ク** に当てはまる適切な語句を答えなさい。

2) 下線部(A)および(B)で沈殿が生じる現象はどちらも凝集という場合もあるが、それらを区別した場合はそれぞれ何というか答えなさい。

3) 下線部(C)の反応について、次の問いに答えなさい。

- (1) 水酸化鉄(Ⅲ)は、 $\text{FeO}(\text{OH})$ や $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ のような組成のものが混ざり合ったものと考えられている。そこで、下線部(C)の反応により生成した水酸化鉄(Ⅲ)を $\text{FeO}(\text{OH})$ とみなした場合の化学反応式を書きなさい。また、塩化鉄(Ⅲ)水溶液および水酸化鉄(Ⅲ)のコロイド溶液の色を次の語群の中から選んで答えなさい。なお、同じ色を繰り返し選んでもよい。

[語群] 無色, 赤褐色, 黄褐色, 濃青色, 淡緑色

- (2) 水酸化鉄(Ⅲ)のコロイド溶液をセロハン膜の袋に入れ、水中に浸すことで塩化物イオン Cl^- などを除くことができる。この操作を何というか答えなさい。

- (3) (2)の操作が終わった後、セロハン膜の袋を浸していた水(セロハン膜外液)を2本の試験管にとり、一方の試験管にフェノールフタレイン溶液を加えると、セロハン膜外液の色は 。また、もう一方の試験管にブロモチモールブルー溶液を加えると、セロハン膜外液の色は 。

文中の と に当てはまる適切な語句を次のa~dから選んで記号で答えなさい。なお、同じ記号を繰り返し選んでもよい。

- a 赤色になった
- b 青色になった
- c 黄色になった
- d 変化しなかった

- (4) (2)の操作が終わった後のセロハン膜外液に含まれる塩化物イオン Cl^- のモル濃度を次のようにモル法で求めた。セロハン膜外液を20.0 mLとり、pHを適切に調整した後、指示薬としてクロム酸カリウム K_2CrO_4 水溶液を加えた。0.010 mol/Lの硝酸銀 AgNO_3 水溶液で滴定すると、36.0 mL加えたところで赤褐色の沈殿が生じた。セロハン膜外液の塩化物イオン Cl^- のモル濃度は何 mol/Lか、有効数字2桁で答えなさい。考え方がわかるように途中の計算式等も解答欄に書きなさい。

問 2 アルケンやアルキンは不飽和炭化水素である。アルケンは、分子中の炭素原子間に二重結合を 1 個もち、アルキンは分子中の炭素原子間に三重結合を 1 個もつ。エチレンやアセチレンは二重結合や三重結合をもつので反応性に富み、様々な物質と ^(A) ア 反応を起こしやすく、臭素とは常温で容易に反応し イ 色の化合物が生成する。

アルケンやアルキンの単量体が重合することにより高分子化合物が得られる。エチレンや ウ を単量体として ア 重合でつくられる合成高分子化合物は、エ として利用されることが多い。合成高分子化合物は、重合度にばらつきがあり分子量に分布を生じるため、それらの分子量は平均分子量で表される。平均分子量は高分子化合物の溶液の浸透圧などから求められる。

^(B) 1,3-ブタジエン C_4H_6 は、分子中の炭素原子間に二重結合を 2 個もつ化合物であり、ア 重合させることにより弾性を示すブタジエンゴムをつくることができる。ブタジエンゴムの構成単位(繰り返し単位) 1 個あたりには、炭素 原子間の二重結合が 1 個存在する。 ^(C) 1,3-ブタジエンに、少量のアクリロニトリルを加えて オ 重合させると耐油性に優れたアクリロニトリル-ブタジエンゴム (NBR) が得られ、燃料タンクや石油ホースなどに用いられている。

1) 文中の ア ~ オ に当てはまる最も適切な語句を次の語群の中から選んで答えなさい。ただし、同じ語句を繰り返し選んではいけない。

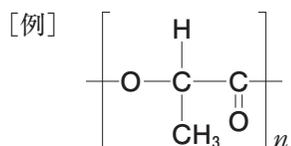
[語群] 青, 開環, 共, 縮合, 赤褐, 脱水, 置換, 熱可塑性樹脂,
熱硬化性樹脂, 付加, 付加縮合, 無, イソプレン,
エチレングリコール, クロロプレン, スチレン, フェノール,
メラミン

2) 環状構造の中に炭素原子間の二重結合を 1 個もつ不飽和炭化水素であるシクロアルケンの分子式を一般式 C_nH_x ($n \geq 3$) で表すとき、 x に当てはまる数式を n を用いて答えなさい。

3) 下線部(A)について、適切な触媒を用いてアセチレンと水とを反応させたときに生成する安定な化合物の構造式を書きなさい。

- 4) 下線部(B)について、次の問いに答えなさい。
- (1) 0.400 g の高分子化合物 X を水に溶かして 100 mL にした水溶液の浸透圧を 27 °C で測定すると 600 Pa であった。高分子化合物 X の平均分子量を有効数字 3 桁で答えなさい。考え方がわかるように途中の計算式等も解答欄に書きなさい。ただし、気体定数は $R = 8.31 \times 10^3 \text{ Pa}\cdot\text{L}/(\text{K}\cdot\text{mol})$ であり、高分子化合物 X は非電解質であるとする。
- (2) (1) で用いた高分子化合物 X の水溶液の凝固点降下度は何 K か、有効数字 2 桁で答えなさい。考え方がわかるように途中の計算式等も解答欄に書きなさい。ただし、水のモル凝固点降下は $1.85 \text{ K}\cdot\text{kg}/\text{mol}$ であるとし、高分子化合物 X は非電解質であり、この水溶液 100 mL は 100 g であるとする。
- (3) 一般に凝固点降下度から分子量を求めるのは可能であるが、高分子化合物の分子量(平均分子量)を求めるのは現実的ではない。その理由として、次のそれぞれの記述が正しいものには○、誤りを含むものには×を記入しなさい。
- a 高分子化合物は揮発性が高いものが多い。そのため凝固点降下が生じないから。
 - b 高分子化合物は分子量が大きい。そのため凝固点降下度が正確に測定できないほど非常に小さくなるから。
 - c 高分子化合物は分子量が均一ではない。そのため凝固点降下が生じないから。

- 5) 下線部(C)について、1,3-ブタジエンの重合では、1分子中に存在する炭素原子間の2個の二重結合が重合に関与した場合、天然ゴムに類似した構造を構成単位とする重合体が生成する。さらに、エチレンやアクリロニトリルの重合と同様に、炭素原子間の1個の二重結合のみが重合に関与する場合もある。そのため、ブタジエンゴムの構成単位は、同じ式量をもつ構造が3種類存在する。それらの構成単位を[例]にならってすべて答えなさい。立体異性体が存在する場合は、それぞれの立体的な配置を明確にして構造を書きなさい。ただし、不斉炭素に由来する立体異性体は1つの構造と考えるものとする。



(このページは空白です。)

問題 4 (生 物)

問 1 広大な北海道は地域によってバイオームが異なっており、春季から秋季にかけての温暖な期間を中心に、稲作、畑作、畜産など、地域ごとに特色のある生産性の高い農業が展開されている。近年、地球規模で問題となっている気候変動の影響が、北海道東部に位置する十勝地方においても現れ始めている。春季のサクラの開花が早くなったり、秋季の紅葉が遅くなったりしていることは、生活するうえでも実感しやすい例である。このような気候変動により、北海道でも作物の生産に影響が現れている。例えば、十勝地方ではある作物 A に病害 V が多発し、その作物の収量や品質を大幅に低下させたため、病害への防除対策が必要となっている。

- 1) 下線部(a)のバイオームについて、次の文中の ～ に当てはまる最も適切な語句を答えなさい。

日本列島は南北に細長く、年平均気温は北に行くほど低下する。このような緯度の違いに伴う気温の変化に応じたバイオームの分布は、 と呼ばれる。北海道のバイオームは、函館市が位置する道南地方(北海道南西部)では であるが、それ以外の地域は、バイオームが緩やかに変化する移行帯に位置づけられる。例えば、十勝地方にはミズナラ、シラカンバ、エゾヤマザクラなどの や、エゾマツ、カラマツ、トドマツなどの が混在する混交林が見られる。一方、標高の違いに伴う気温の変化に応じたバイオームの分布は、 と呼ばれる。十勝地方では、標高が 1000～1500 m の地域のバイオームは であり、その上限には高木の森林が見られなくなる があり、標高がそれ以上になると高山植生となる。

- 2) 下線部(b)について、図1は十勝地方の帯広市のおよそ100年前のある年と現在の月平均気温と降水量を示したグラフである。このような気候変動により引き起こされると考えられることとして、次の(ク)～(サ)の文章について、正しいものには○、誤りを含むものには×を記入しなさい。

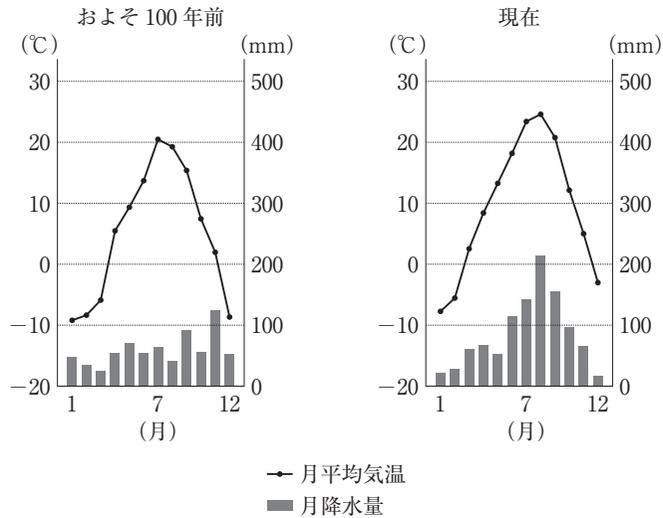


図1

- (ク) 今後、帯広市の気温がそのまま降水量が倍増すれば、現在の福岡県の低地で見られるバイオームが十勝地方に分布を広げる。
- (ケ) 春から秋にかけて雨や曇りの時間が長くなり、日照時間が短くなったため、これまで夏に開花しなかった短日植物が、十勝地方で開花するようになる。
- (コ) 春から秋にかけての平均気温が上昇し、栽培可能な期間が長くなることで、これまで生産できなかった作物が、新たに十勝地方で栽培できるようになる。
- (サ) 5月から6月に花が咲くチューリップは、1日の平均気温が高くなったため、1日のうち花が開いている時間が長くなる。

3) 図2は、世界のある都市の気温と降水量を示したグラフである。次の①～④に該当するバイオームの名称を答えなさい。また、各々のバイオームに対応した植生を図3の(シ)～(チ)より選び答えなさい。

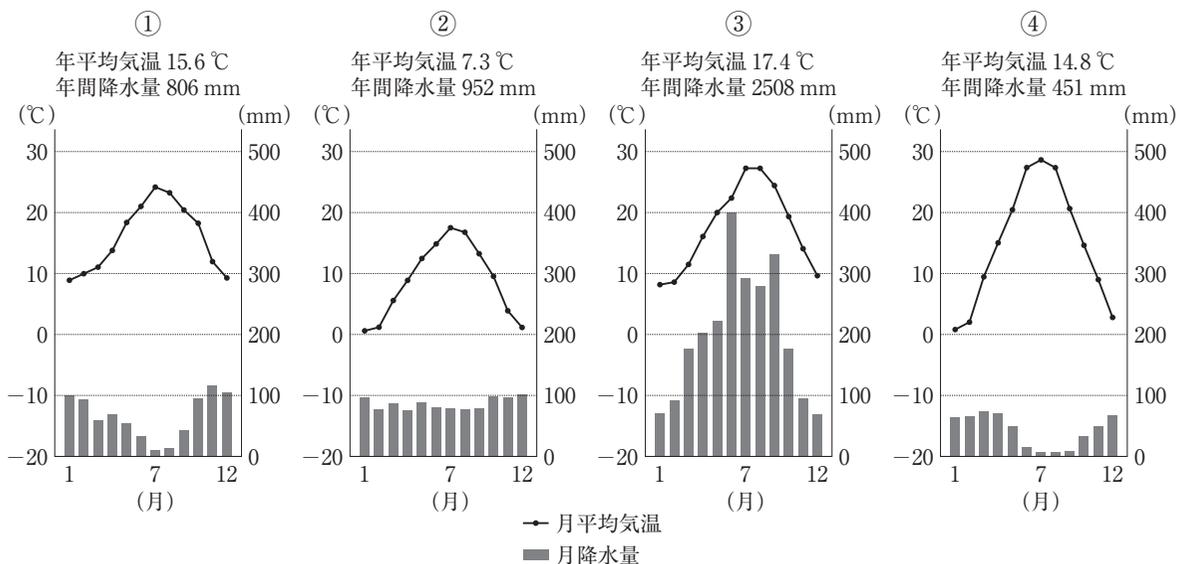


図2

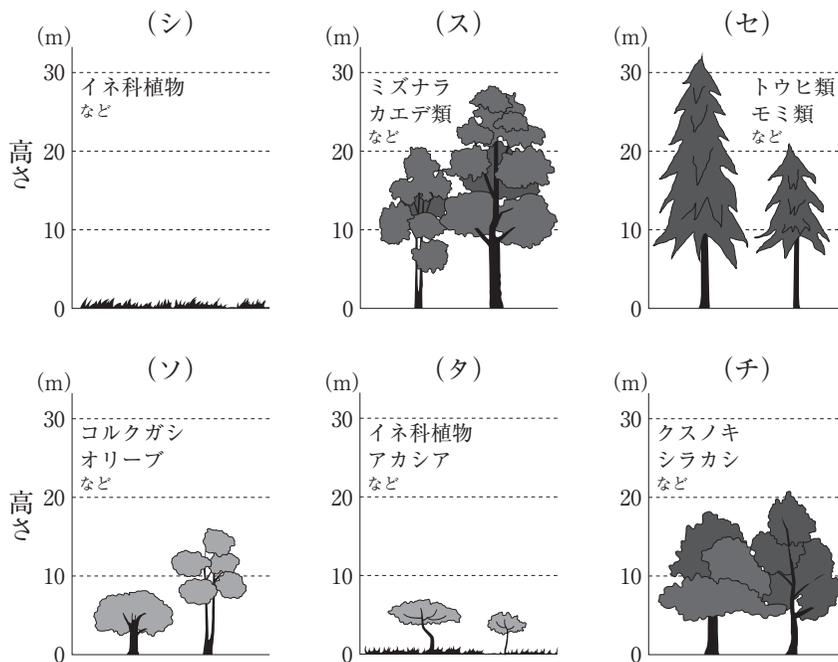


図3

4) 下線部(c)について、病害 V の防除対策を検討するために次のような実験を行った。

(1) 病害の原因となる病原体がどのような生物かを知るために、病原体が感染している葉の組織を顕微鏡で観察したところ、この病原体がすべて同じ菌類であることがわかった。この病原体の胞子の大きさを計測するため、マイクロメーターを使用した。マイクロメーターには、ステージにのせて使用する **ツ** マイクロメーターと **テ** レンズ内に入れて使用する **テ** マイクロメーターがある。ある倍率で **ツ** マイクロメーターと **テ** マイクロメーターの対応関係を調べると、図 4 の点線のところで両マイクロメーターの目盛が一致した。**ツ** マイクロメーターの 1 目盛は $10\ \mu\text{m}$ であるため、**テ** マイクロメーターの 1 目盛の長さは **ト** μm であることがわかった。

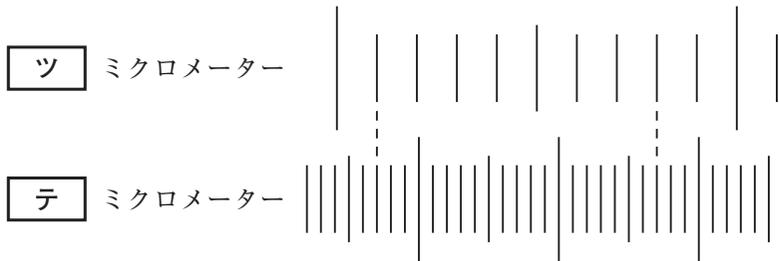


図 4

- ① 文中の **ツ** ~ **ト** に当てはまる最も適切な語句または数値を答えなさい。数値は小数第 1 位まで求めなさい。
- ② 病原体の胞子を図 4 と同じ倍率で観察すると、図 5 のように見えた。胞子の大きさを小数第 1 位まで求め、答えなさい。

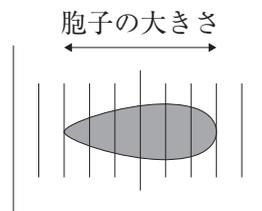


図 5

(3) 作物 A は 2 倍体で、病害 V に対し独立して分離する 2 つの抵抗性遺伝子座 M, N をもっている。抵抗性となるためには、2 つの遺伝子座に、顕性の抵抗性遺伝子 (M 遺伝子座では R_1 , N 遺伝子座では R_2) が最低 1 つ存在すればよい。十勝地方で栽培されている品種のうち、病害 V にかかりやすい感受性品種 B の遺伝子型は潜性ホモ型の $r_1 r_1 r_2 r_2$ で、病害 V にかかりにくい抵抗性品種には、品種 C と品種 D がある。品種 C と品種 D の抵抗性に関する遺伝子型を調査した結果、次の交配結果 1 と 2 を得た。この結果と矛盾しない、品種 C と品種 D の遺伝子型をすべて答えなさい。

[交配結果 1] 品種 C と品種 B の交雑による F_1 は抵抗性と感受性が 1 : 1 に分離した。

[交配結果 2] 品種 D と品種 B の交雑による F_1 は抵抗性と感受性が 3 : 1 に分離した。

(問題 4 (生物) は次ページに続く。)

問 2

1) 植物は光合成により物質生産を行っている。光合成では、光エネルギーを使って合成された **ア** を利用して **イ** と水をもとに有機物を合成する **ウ** 同化を行っている。光エネルギーを吸収するのは葉緑体の **エ** に含まれる光合成色素である。光合成色素の種類には、クロロフィル *a* やクロロフィル *b* の他に **オ** などのカロテノイドがある。それぞれの色素がどの波長の光をどの程度吸収するかを表したものを **カ** という。また、植物は光合成色素とは別に、赤色光と青色光を受容する光受容体を持ち、周囲の光環境の情報を得ている。**キ** は赤色光と遠赤色光を受容し、**ク** とフォトトロピンは青色光を受容する光受容体である。

- (1) 文中の **ア** ~ **ク** に当てはまる最も適切な語句を答えなさい。
- (2) 次の①~④について、フォトトロピンによる光の感知によって引き起こされる現象の記述として正しいものには○，誤りを含むものには×を記入しなさい。
- ① マカラスムギの幼葉鞘に横から光を当てると、光が当たる側へのオーキシンの移動が促される。
 - ② 光発芽種子において、発芽を促進する。
 - ③ 気孔の孔辺細胞では、浸透圧が高まり、水が流入することで膨圧が上昇し、気孔が開く。
 - ④ 短日植物において、光中断により連続暗期が限界暗期より短くなると花芽の形成が抑制される。

2) 個体群における植物の成長や物質生産は、個体群密度や光合成器官(葉)と非光合成器官(葉以外)の空間的な分布を示す生産構造に影響される。生産構造は、一定の面積内に存在する植物個体群を上方から順に一定の厚さの層別に切り分け、各層ごとに光合成器官と非光合成器官の重さを測定することによって調べられる。畑における作物や雑草の成長に関して、実験1～実験3を実施した。

実験1：個体群の物質生産を調べるために、ある作物の品種Xをa～dの異なる4通りの個体群密度で栽培した。図1は発芽後30日目、60日目、90日目に地上部の植物をすべて刈り取り、単位面積当たりの個体群全体の重さを測定した結果である。ただし、個体群密度以外の条件はすべて同じであり、実験期間中に個体の枯死は見られなかった。

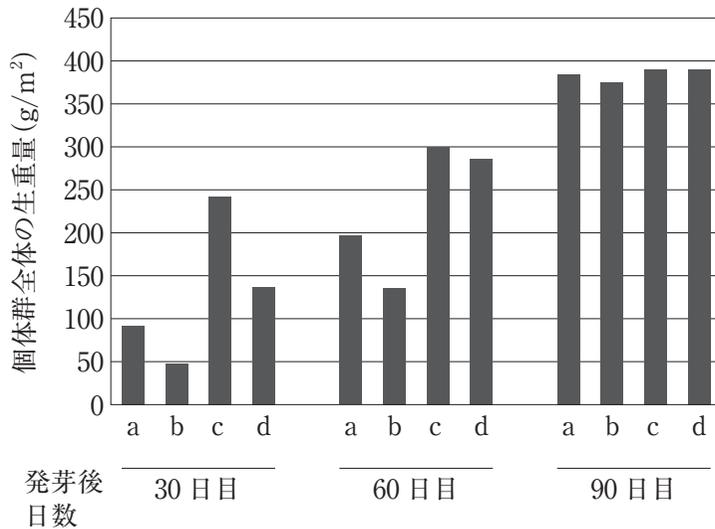


図1

- (1) a～dを個体群密度の高い順に並べなさい。
- (2) 発芽後90日目には個体群密度に関わらず、個体群全体の重さがほぼ同じになった。この結果を説明できる法則の名称を答えなさい。また、個体群密度が増加しても最終的な個体群全体の重さが増加しない理由を、「個体群密度が高くなるにしたがって」に続いて、30字以内で説明しなさい。

実験2：生産構造は、同じ作物でも品種によって違いがある。次の表1は同じ作物の品種Xと品種Yを実験1で設定したcの個体群密度で栽培し、発芽後60日目に生産構造と各層における相対照度を調査した結果である。ただし、光合成器官と非光合成器官の生重量が同じで、すべての層で相対照度100%である場合、品種Xと品種Yの純生産量は同じになるとする。

表1

地面からの高さ (cm)	品種X			品種Y		
	光合成器官 の生重量 (g/m ²)	非光合成器官 の生重量 (g/m ²)	相対照度 (%)	光合成器官 の生重量 (g/m ²)	非光合成器官 の生重量 (g/m ²)	相対照度 (%)
0~10	1	21	6	9	19	34
10~20	4	19	6	11	17	38
20~30	5	16	6	12	15	42
30~40	5	14	6	16	12	48
40~50	10	12	8	20	8	56
50~60	20	10	12	26	6	64
60~70	25	8	16	27	5	72
70~80	40	6	30	26	4	80
80~90	50	4	60	23	4	90
90~100	30	0	90	20	0	95
100~	0	0	100	0	0	100
合計	190	110	—	190	90	—

(3) 発芽後60日目の純生産量大きいのは品種Xと品種Yのどちらか答えなさい。

(4) (3)となる理由を80字以内で答えなさい。

実験3：畑で生育している雑草種Zの種子を採取して実験を行った。雑草種Zの幼植物を、遠赤色光の強さ(FR)に対する赤色光の強さ(R)の割合(R/FR)が低い光(R/FR = 0.2)と高い光(R/FR = 1.2)で育てたところ、R/FR が低い光で育てた植物で茎の伸長が促進された。

- (5) 茎が伸長する時、細胞では成長しやすいように細胞壁の構造が変化する。R/FR が低い光で育てた植物の茎を取り細胞を観察すると縦方向(地面に対して垂直方向)に伸長していた。茎の細胞壁を観察した時のセルロース繊維の状態について、図2のA～Dから最も適切なものを1つ選び答えなさい。

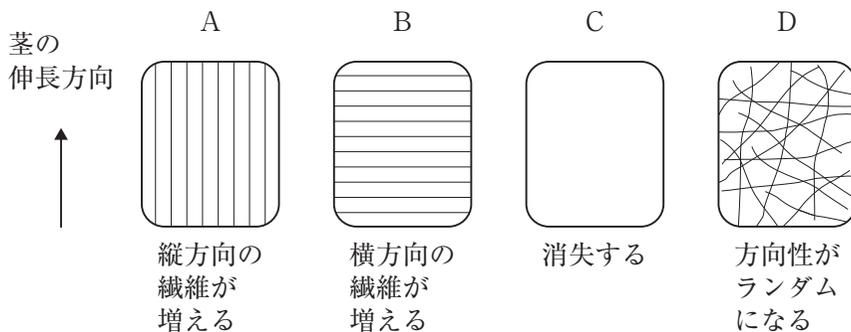


図2

- (6) R/FR の低下により茎の伸長が促進されることは、畑における雑草の生存にとって有利となる。その理由を、「R/FR」、「光合成」の2つの語句を用いて、65字以内で説明しなさい。なお、これらの語句は繰り返し用いてもかまわない。

問題 5 (数 学)

次の問 1 の 1) と 2) と 3), 問 2 の 1) の 1) と 2) は解答欄に答えのみを書きなさい。
問 2 の 2) の 3) および問 3 の 2) の 3) は設問の指示に従って計算の過程等も書きなさい。それ以外は, 必要に応じて計算の過程等を書いてよい。

問 1

- 1) $4\sqrt{2}(\sqrt{3} + 1)\cos\left(\frac{\pi}{4} + \frac{\pi}{6}\right)$ の値を整数で表しなさい。
- 2) $3n > \log_2 129$ を満たす最小の整数 n の値を求めなさい。
- 3) 座標平面上の 2 つのベクトル $\vec{a} = (1, 2)$ と $\vec{b} = \left(\frac{2}{t}, t\right)$ が平行であるとき, 実数 t の値をすべて求めなさい。ただし, t は 0 でないとする。

問 2 1 辺の長さが 1 の正三角形 ABC の辺上を、点 M が反時計回りに動く(図 1)。点 M は頂点 A から出発して、1 枚の硬貨を 1 回投げるごとに、表ならば 1、裏ならば 2 だけ反時計回りに辺上を進む。1 枚の硬貨を n 回投げて点 M が移動後に頂点 A にある確率を P_n 、B にある確率を Q_n 、C にある確率を R_n とする。ただし、各回の硬貨を投げる試行は互いに独立であり、また、表と裏の出る確率はそれぞれ $\frac{1}{2}$ とする。 n は正の整数である。

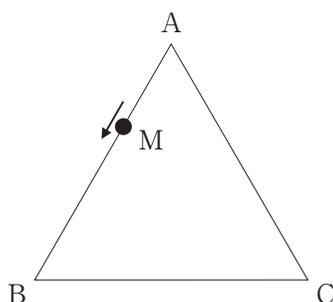


図 1

1)

- (1) P_1, Q_1, R_1 の値をそれぞれ求めなさい。
- (2) P_2, Q_2, R_2 の値をそれぞれ求めなさい。
- (3) 「1 枚の硬貨を 2 回投げて点 M が移動後に頂点 A にあり、かつ、そこからさらに 1 枚の硬貨を 1 回投げて点 M が移動後に頂点 B にある」という事象を考える。この事象が起こる確率を求めなさい。

2)

- (1) すべての正の整数 n に対して、 $P_{n+1} = a(Q_n + R_n)$ を満たす実数 a の値を求めなさい。
- (2) すべての正の整数 n に対して、 P_n を n の式で表しなさい。
- (3) $0 < P_n - Q_n \leq \frac{1}{32}$ を満たす n の必要十分条件を求め、それを導く過程も説明しなさい。

(問題 5 (数学) は次ページに続く。)

問 3 xy 座標平面上の曲線

$$C : y = 3x^2 + 2r^2,$$

第 1 象限内の弧

$$A : x^2 + y^2 = 4r^4 \quad (x > 0, y > 0),$$

また直線

$$L_1 : y = tx$$

を考える。ただし、 $r > 0$ 、 $t > 0$ はそれぞれ実数とする。曲線 C と直線 L_1 は接し、その接点を P とする。接点 P の x 座標を x_p とし、接点 P から x 軸に下ろした垂線を L_2 とする。

1)

(1) $x_p = \frac{\sqrt{6}}{3}r$ である。 $x_p > 2r^2$ となる r の必要十分条件を求めなさい。

(2) t を r の式で表しなさい。

2) 以下、 $x_p > 2r^2$ とする。

(1) 直線 L_1 、垂線 L_2 、 x 軸で囲まれた図形の面積 S_1 を r の多項式で表しなさい。

(2) 曲線 C 、垂線 L_2 、 x 軸、弧 A で囲まれた図形の面積 S_2 を r の多項式で表しなさい。

(3) 直線 L_1 、弧 A 、 x 軸で囲まれた図形の面積を S_3 とする。また、曲線 C 、直線 L_1 、弧 A で囲まれた図形の面積を S_4 とする。 $S_3 - S_4$ が最小になる r の値を求め、それを導く過程も説明しなさい。