

令和6年度

理 科

(解答はすべて解答用紙に記入すること)

この試験問題は持ち帰ることができます。
なお、本問題で利用した著作物は、著作権法第36条により、
試験の目的上必要と認められる限度において複製したものです。
同目的以外の利用はできません。

(長野県教育委員会)

受験 番号					氏 名	
----------	--	--	--	--	--------	--

〔問1〕 I, IIの各問いに答えなさい。

I 生物の環境応答に関する次の【文①】、【文②】を読み、(1)~(4)の各問いに答えなさい。

【文①】 季節に応じて花をつける植物は、日長を情報として受容し、花芽形成を促進する物質を合成している。日長が一定以上になると花芽を形成する植物を長日植物といい、春から初夏にかけて花芽形成をする。逆に、日長が一定以下になると花芽を形成する植物を短日植物といい、夏から秋にかけて花芽形成をする。このような花芽と光条件の関係は右の図のように整理される。このような花芽形成では、(あ)やクリプトクロムといった光受容体ははたらいている。

- (1) (あ)に入る光受容体の名称を書きなさい。
- (2) 植物の花芽形成に影響を与えるのは、明期の長さではなく、連続した暗期の長さであることがわかっている。では、【文①】の図における短日植物の花芽形成が行われるために、24時間のうちの暗期の合計時間ではなく、一定以上の連続した暗期の長さが必要であることを示す光条件の組合せはどれか。最も適切なものを、次のア~エから1つ選び、記号を書きなさい。ただし、図における光中断の時間の長さはいずれも同じものとする。
〔ア AとC イ BとC ウ BとD エ AとD〕

【文②】 暗い所では、ヒトの眼の虹彩にある筋肉の働きによって瞳孔(ひとみ)が大きくなることを学んだEさんとFさんは、以下のような疑問をもった。

- ・Eさん「映画館で暗くなると、画面は鮮明なのに、自分が座っている椅子の色がはっきりわからないのはどうしてだろう」
- ・Fさん「寝るときに部屋を暗くすると、最初はよく見えないのに、そのうちものが見えるようになるのはなぜか」

- (3) Eさんの疑問について、弱い光にも反応するが、色の識別に関与しない視細胞の名称を書きなさい。
- (4) Fさんの疑問について調べた以下の記述のうち、不適切な箇所はどこか。下線部(ア)~(ウ)から1つ選び、記号を書きなさい。

暗い場所では、細胞内に含まれる(ア)ロドプシンが(イ)分解されず蓄積されることにより、しばらくすると光への感度が上昇し、弱い光でも受容できるようになる。このような現象を(ウ)明順応という。

II 生物の変異と進化に関する次の文を読み、(1)~(4)の各問いに答えなさい。

有性生殖を行う生物では、個体ごとに遺伝的変異が見られる。これは、遺伝子の組み合わせの異なる配偶子の接合から子が生まれるからである。ある地域に生息する同種の集団がもつ遺伝子全体を遺伝子(い)という。遺伝子(い)は多くの遺伝的変異を含んでいる。遺伝子(い)の中には何種類かの対立遺伝子があり、それぞれの対立遺伝子が含まれている割合を、その対立遺伝子の(x)遺伝子頻度という。

集団内の交配については、(y)いくつかの条件が成り立てば、その集団の対立遺伝子の遺伝子頻度は世代を経ても変化しない。これをハーディ・ワインベルグの法則という。

- (1) (い)に当てはまる最も適切な言葉を書きなさい。
- (2) 下線部(x)に関して、ある地域に生息する生物Z(250個体)を仮定する。この生物がもつ対立遺伝子をA, aとし、遺伝子型AA, Aa, aaをもつ個体の数を調べたところ、AAが40個体、Aaとaaが合わせて210個体であった。このとき考えられる対立遺伝子Aの遺伝子頻度を求めなさい。ただし、Aとa以外の対立遺伝子は存在せず、この生物の集団では、ハーディ・ワインベルグの法則が成立しているものとする。
- (3) (2)の生物Z(250個体)から、aaの遺伝子型をもつ個体だけが何らかの原因で完全に取り去られたとする。この場合に考えられる対立遺伝子Aの遺伝子頻度は、(2)の場合のおよそ何倍になるか、小数第2位を四捨五入し、小数第1位まで求めなさい。
- (4) 下線部(y)に関して、条件についての記述として適切でないものを、次のア~オから1つ選び、記号を書きなさい。

- ア 少数の同種の個体からなる。
- イ 個体によって生存力や繁殖力に差がない。
- ウ すべての個体が自由に交配して子孫を残す。
- エ 集団内では突然変異が起こらない。
- オ 他の集団との間で、個体の移入や移出が起こらない。

〔問2〕 I, IIの各問いに答えなさい。

I 図1のように、質量4.0kgの台車Aに1.16mのひもをつけ、なめらかな床上でPを中心に等速円運動をさせた。台車Aは、0.8秒間で4回転の速さで等速円運動をしている。(1)~(4)の各問いに答えなさい。

- (1) 数回転すると、図2のように台車Aが台車A'の位置に来た時にひもが切れた。ひもが切れた台車A'は図2のア~エのどの方向に進んでいくか。最も適切なものを1つ選び、記号を書きなさい。
- (2) 台車が等速円運動を続けるためには、ひもが台車を円の中心方向に常に引きつけていなければならない。この力を何というか、漢字3字で書きなさい。
- (3) (2)の力が働いているものの例として適切でないものを次のア~ウから1つ選び、記号で書きなさい。

- | | |
|---|-------------------------------------|
| ア | 地球を周回する人工衛星の運動 |
| イ | ハンマー投げ競技で、鉄球をワイヤーで引っ張りながら回すときの鉄球の運動 |
| ウ | やり投げ競技でのやりの運動 |

- (4) 等速円運動を続ける台車Aの速さ[m/s]を求めなさい。なお、 $\pi=3.14$ とし、小数第2位を四捨五入し、小数第1位まで求めなさい。

II 核エネルギーに関する次の文を読み、(1)~(3)の各問いに答えなさい。

太陽などの恒星の中心部では、水素ガスなどが自らの重力によって圧縮されて非常に高温となっている。そこでは、水素原子核が激しく熱運動をし、4個の水素原子核が1個のヘリウム原子核(${}^4_2\text{He}$)になる反応が起こっている。これを(あ)といい、この時に膨大なエネルギーが放出される。現在、この(あ)反応を発電等に使用することを目指す(あ)エネルギーの研究開発が進められている。

一方、実用化されている原子力発電では、燃料のウラン235(${}^{235}_{92}\text{U}$)の原子核に中性子(${}_0^1\text{n}$)を当てて(い)を起こし、この際に放出されるエネルギーを利用して発電している。この反応では、 ${}^{235}_{92}\text{U} + {}_0^1\text{n} \rightarrow {}^{141}_{56}\text{Ba} + {}^{92}_{36}\text{Kr} + 3{}_0^1\text{n}$ の核反応式で表されるように、新たな中性子が発生する。その中性子がさらに別のウラン235に当たると、また(い)を起こす。原子力発電所では、中性子の数やスピードをコントロールして(い)を起こしている。

${}^{235}_{92}\text{U}$ のような原子番号の大きな原子核には不安定なものがあり、不安定な原子核は放射線を放出して安定な別の原子核に変わっていき、それに伴って(a)放射性原子核の数は時間とともにだんだん少なくなっていく。残っている放射性原子核の数が元の半分になる時間を、放射性原子核の半減期という。

- (1) 文中の(あ)、(い)にあてはまる最も適切な言葉を書きなさい。
- (2) 下線部(a)放射性原子核から放出される放射線には、次の表に示される3つの種類がある。

表

種類	本体	電離能力
α 線	ヘリウム原子核(${}^4_2\text{He}$)	強
β 線	電子	中
γ 線	電磁波	弱

${}^{235}_{92}\text{U}$ は、 α 崩壊と β 崩壊を行って最終的には安定な鉛 ${}^{207}_{82}\text{Pb}$ になる。

${}^{207}_{82}\text{Pb}$ になるまでに、 α 崩壊と β 崩壊をそれぞれ何回行うか、求めなさい。

- (3) ${}^{226}_{88}\text{Ra}$ の半減期は1620年である。1.00gの ${}^{226}_{88}\text{Ra}$ は、今から8100年後には何gになるか。小数第3位を四捨五入し、小数第2位まで求めなさい。

〔問3〕 I, IIの各問いに答えなさい。

I 日本では、夕方の西の空に金星が見えると知ったBさんは、ある年の夕方、定期的に同時刻の金星の観察を行った。すると、図1のような観察結果が得られた。Bさんは観察結果から次のような疑問をもった。(1)~(4)の各問いに答えなさい。

- ① なぜ、11月1日は、金星の高度が高いのか。
- ② 次に金星が夕方に同じ位置に見えるのは、いつごろか。

- (1) ①についてBさんが調べると、この時期の金星は公転軌道上のある位置の付近にあるためと分かった。その位置を適切に説明する言葉を漢字6字で書きなさい。
- (2) ②について、次に11月1日と同様の太陽と金星と地球の位置関係になると考えられるのは再来年の何月ごろになるか、求めなさい。ただし、地球の公転周期を1.0年、金星の公転周期を0.62年とする。
- (3) 惑星の運動について説明したケプラーの法則の記述について、適切でないものを、次のア~ウから1つ選び、記号を書きなさい。
- ア 惑星は、太陽を一つの焦点とするだ円軌道を公転する。
 - イ 惑星と太陽を結ぶ線分が一定時間に通過する面積は一定である。
 - ウ 惑星の会合周期Tの2乗は、惑星の太陽からの平均距離aの3乗に比例する。
- (4) 金星は地球とよく似た惑星であるが、表面温度が460℃に達するほどの高温となっている。その理由を書きなさい。

II 恒星の性質や宇宙の広がりについて、(1), (2)の各問いに答えなさい。

(1) 右の図2はHR図(ヘルツシュプルング・ラッセル図)と呼ばれ、グラフの縦軸に恒星の絶対等級を、横軸にスペクトル型をとり、多くの恒星のデータを記入したものである。

① HR図に示された点Pは、主にどのような種類の恒星を示すか。最も適切なものを、次のア~エから1つ選び、記号を書きなさい。

- ア 主系列星 イ 巨星(赤色巨星)
- ウ 白色わい星 エ 赤色わい星

② HR図に示された恒星Yは、表面温度12000K、絶対等級は5等級であるとする。恒星Yの半径は太陽の何倍か求めなさい。ただし、太陽の絶対等級は5等級とし、表面温度は6000Kとする。

③ 以下の文はHR図と散開星団、球状星団について書かれたものである。文章中の(A)~(D)に入る語句の組み合わせとして、最も適切なものを次のア~カから1つ選び、記号を書きなさい。

HR図を見ると、プレアデスのような散開星団はほとんどが(A)である。一方、球状星団には(B)が多く、質量の大きいO型やB型の(A)はない。このことから、球状星団は年齢の古い星々の集団であることがわかる。また、これら2つの種類の星団の恒星は年齢が異なるだけではなく、ヘリウムより(C)元素を含む割合も異なっていて、散開星団の恒星の方が、(C)元素を多く含む。このような恒星を(D)の星と呼んでいる。

	A	B	C	D
ア	連星	超新星	重い	種族I
イ	連星	分子雲	重い	種族II
ウ	連星	超新星	軽い	種族II
エ	主系列星	巨星(赤色巨星)	重い	種族I
オ	主系列星	ハロー	重い	種族III
カ	主系列星	ハロー	軽い	種族I

(2) 宇宙の広がりに関連して書かれた以下の記述について、適切でないものを、次のア~エから1つ選び、記号を書きなさい。

- ア 銀河のスペクトルを観測すると、ごく近くの銀河を除いて、スペクトル線が波長の長い方にずれる現象を赤方偏移という。
- イ 銀河の後退速度vとその銀河までの距離rの2乗の間に比例関係が存在する。これをハッブルの法則という。
- ウ 通常の銀河に比べて非常に強い電波を出している銀河を電波銀河という。
- エ 宇宙のあらゆる方向からやってくるほぼ同じ強さの電波を3K宇宙背景放射という。

〔問4〕 I, IIの各問いに答えなさい。

I 水の入った500mLペットボトルAと、糖分とナトリウムを含んだ粉末を水に溶かした500mLペットボトルBを2本同時に冷凍庫に入れ、凍らせた。時間を置いて2本のペットボトルを冷凍庫から出すと、ペットボトルAは水が全て氷になっていたが、ペットボトルBは液体が残った状態であった。

この現象を右の図1のようなモデルで考えた。

- (1) この現象を説明する下の文中の (X) , (Y) に入る語句の組合せとして、最も適切なものを次のア～エから1つ選び、記号を書きなさい。

純粋な溶媒の凝固点では、凝固する溶媒分子と融解する溶媒分子の数は等しい状態にある。しかし溶質が加わると、溶質分子の数が増えるため、溶媒分子の凝固する量が (X) し、凝固が起こりにくくなる。そのため、固体から溶媒分子が熱運動で融解する量が (Y) すれば、固体と液体が平衡状態になり、全体の温度を下げ、溶液の凝固点が降下する。だから、冷凍庫から出したとき、ペットボトルBには液体が残っていたのである。

〔ア X 増加 Y 増加 イ X 減少 Y 増加 ウ X 増加 Y 減少 エ X 減少 Y 減少〕

- (2) ペットボトルBでは、冷凍庫に入れる前の液体 (B) と、固体と液体が混ざった状態で凍らずに残っている液体 (B') の甘さを比べると、(B')の方が甘くなっていた。この状態は、右の図2の冷却曲線ではア～ウのどの部分にあたるか、記号を書きなさい。
- (3) (2)の図2の冷却曲線のiからiiにかけて温度が上がる理由を示した下の文の (あ) に当てはまる言葉を、漢字3字で書きなさい。

凝固が始まると (あ) が発生して、凝固点まで温度が上昇するから。

- (4) ある非電解質80gを水200gに溶かしたところ、凝固点が -12°C であった。この非電解質の分子量を求めなさい。ただし、水のモル凝固点降下は $1.85 [\text{K} \cdot \text{kg}/\text{mol}]$ とし、小数点第1位を四捨五入し、整数で答えなさい。

II パンづくりに関する次の文を読み、(1)～(4)の各問いに答えなさい。ただし、原子量C=12, H=1, O=16とする。

パンの主材料には、小麦粉、イースト菌、塩、水などがある。小麦粉は、小麦の実を粉にしたものであり、デンプンを含んでいる。デンプンは酵素アミラーゼのはたらきによって加水分解されて、デキストリンを経てマルトースになる。マルトースはさらに、イースト菌の体内にある酵素マルターゼによって加水分解されグルコースになる。イースト菌は、パンに適した微生物を人工的に培養してつくられたパン用の酵母であり、パンが膨らむのは、イースト菌のはたらきによって、パンづくりの過程で二酸化炭素が発生するからである。

- (1) パンづくりの過程でグルコースとイースト菌が反応して二酸化炭素が発生する反応を表した右の化学反応式を完成させなさい。



- (2) パンづくりは(1)の反応を利用したものである。反応の名称を書きなさい。
- (3) 焼きあがったパンがあまり膨らまなかったので、酵素反応について調べていると、酵素には図3、図4のような性質があることが分かった。

図3、図4をもとに考えると、酵素反応によってふっくらとしたパンをつくるための改善方法として適切なものを次のア～ウから選びなさい。ただし、あまり膨らまなかったパンは、生地が 20°C 、pHが7の条件でつくったものとする。

〔ア 生地を 40°C 以上に上げる。 イ レモン果汁を加える。 ウ 生地を 30°C 程度にする。〕

- (4) デンプンがグルコースになる加水分解は、酵素のはたらきのほかに、希硫酸を加えて長時間加熱することによっても起こる。デンプン97.2gを水に溶かした水溶液に希硫酸を加えて完全に加水分解すると何gのグルコースが得られるか求めなさい。

〔問5〕 I～IIIの各問いに答えなさい。

I 「中学校学習指導要領解説 理科編」(平成29年7月) 第3章 指導計画の作成と内容の取扱い 2 内容の取扱いについての配慮事項 (10) 科学技術と日常生活や社会との関連 をふまえて、次の(あ)、(い)に当てはまる語句を、それぞれ漢字で書きなさい。

生徒が様々な課題に(あ)に対応できるようにしていくためには、生徒に理科を学ぶ(い)を実感させ、理科の学習で育成を目指す資質・能力が、様々な職業に関連し生かされることに触れるようにすることが大切である。例えば、科学技術に関係する職業に従事する人の話を聴かせることなどが考えられる。

II (1)、(2)の各問いに答えなさい。

(1) 「中学校学習指導要領」(平成29年3月) 第2章 第4節 理科 第2 各分野の目標及び内容 第1分野 2 内容 (5)運動とエネルギー に即して、次の(う)～(き)に当てはまる語句を、それぞれ漢字で書きなさい。

(5) 運動とエネルギー
物体の運動とエネルギーについての観察、(う)などを通して、次の事項を身に付けることができるよう指導する。
ア 物体の運動とエネルギーを(え)や社会と関連付けながら、次のことを理解するとともに、それらの観察、(う)などに関する技能を身に付けること。
イ 運動とエネルギーについて、見通しをもって観察、(う)などを行い、その結果を(お)して解釈し、力のつり合い、合成や分解、物体の運動、(か)エネルギーの規則性や関係性を見いだして表現すること。また、探究の(き)を振り返ること。

(2) 「中学校学習指導要領」(平成29年3月) 第2章 第4節 理科 第2 各分野の目標及び内容 第1分野 3 内容の取扱い と、下線部の記述が誤っているものを、次のア～オから2つ選び、記号を書きなさい。

- ア 「水中の物体に働く力」については、水中にある物体には、あらゆる向きから圧力が働くことにも触れること。また、物体に働く水圧と浮力との定量的な関係にも触れること。
- イ 「運動の速さと向き」については、物体に力が働くとき反対向きにも力が働くことにも触れること。
- ウ 「力と運動」の「力が働く運動」のうち、落下運動については斜面に沿った運動を中心に扱うこと。その際、斜面の角度が90度になったときに自由落下になることにも触れること。「物体の速さが変わる事」については、定性的に扱うこと。
- エ 「仕事とエネルギー」については、仕事の原理にも触れること。
- オ 「力学的エネルギーの保存」については、摩擦には触れないこと。

III 中学校3年生のCさんのたちのグループは、エネルギーの変換について興味をもった。そして、図のような装置で、ペットボトルに水を入れた500gのおもりを1.0mの高さまで巻き上げ、おもりを落下させて発電し、そのときの電流、電圧、落下時間を測定した。表は、実験の結果である。(1)、(2)の各問いに答えなさい。

(1) この実験におけるおもりのもつ位置エネルギーから、発電した電気エネルギーへのエネルギーの変換効率 [%] を求めなさい。ただし、解答は小数第1位を四捨五入し、整数で書きなさい。

表

	電圧 (V)	電流 (A)	落下時間 (秒)
1回目	1.0	0.22	6.5
2回目	1.0	0.18	6.7

(2) 次の文は、Cさんがこの学習を振り返って書いたものである。Cさんが下線部のように考えたことを調べるための適切な豆電球、電圧計、電流計のつなぎ方を、次のア～エから1つ選び、記号を書きなさい。

私は、最初、位置エネルギーのほとんどが電気エネルギーに変換されると考えていたけど、想像以上に、効率が悪かった。ペットボトルが落下している時に、手回し発電機の音や、摩擦によって熱が発生して逃げていったため、最初におもりがもっていた位置エネルギーより小さくなったと考えられる。力学的エネルギーの保存と同じように、得られた電気エネルギーに、発生した音エネルギーや熱エネルギーを合わせれば、もとのエネルギーと等しくなるのではないかと思った。また、実際の屋内配線と同じように、豆電球の数を増やして回路全体の抵抗を小さくするとエネルギーの変換効率がどうなるのか調べてみたい。



