

検査Ⅱ 理 科 【共通問題】

(解答上の注意)

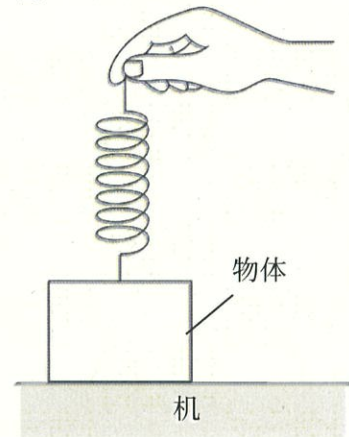
- (1) 解答は、全て解答用紙に記入すること。
- (2) 【共通問題】の1～4は、全員が解答すること。
- (3) 【選択問題】は8問中、各自が4問を選び解答すること。その際、【選択問題】の解答用紙にある(解答上の注意)に従い、選んだ問題番号を必ず□に記入すること。

1 次の各問いに答えなさい。

- (1) 図1のように、水平な机の上に置かれた質量 2.0kg の

物体に自然長 0.10m のばねを取りつけ上向きに引いた。
ばね定数 $4.9 \times 10^2 \text{N/m}$ 、重力加速度の大きさ 9.8m/s^2 とする。

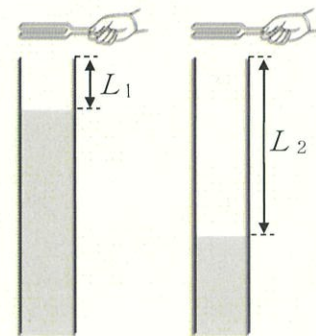
- ① 物体の重さは何Nか、有効数字2桁で求めなさい。
- ② ばねの長さが 0.12m のとき、物体が机から受ける垂直抗力の大きさは何Nか、求めなさい。
- ③ 物体が机からはなれたとき、ばねの長さは何mか、求めなさい。



- (2) 気柱共鳴装置を用い、管口の上端近くで、おんさを鳴らしながら管口から水面を下げていった。図2のように、管口から水面までの距離が近いほうから順に L_1 と L_2 のところで共鳴が起こった。

- ① おんさから出る音波の波長 λ を求めなさい。
- ② 開口端補正を、 λ を用いて求めなさい。

図2



検査Ⅱ 理 科 【共通問題】

2 次の文を読んで、下の各問いに答えなさい。

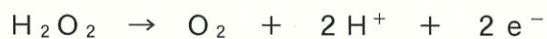
過酸化水素 H_2O_2 は、反応の条件により異なるはたらきを示す。

硫酸酸性の過酸化水素水に硫酸鉄(Ⅱ) FeSO_4 水溶液を加えたとき、過酸化水素は

あ 剤としてはたらき、過酸化水素及び鉄(Ⅱ)イオンの反応は次のように示すことができる。



また、硫酸酸性の過酸化水素水に過マンガン酸カリウム KMnO_4 水溶液を加えたとき、過酸化水素は **い** 剤としてはたらき、過マンガン酸イオン及び過酸化水素の反応は次のように示すことができる。



- (1) **あ**、**い** に当てはまる最も適切な語句を、それぞれ書きなさい。
- (2) 下線部について、この反応のイオン反応式を書きなさい。
- (3) ある濃度の過酸化水素水 20mL をコニカルピーカーに入れ、希硫酸を少量加えた。その溶液に $2.5 \times 10^{-2} \text{mol/L}$ の過マンガン酸カリウム水溶液を用いて滴定を行ったところ、滴定の終点までに 16mL 要した。
 - ① 滴下した溶液の体積を測るのに最も適した器具の名称を書きなさい。
 - ② 滴定の終点はどのように判断できるか、簡潔に書きなさい。
 - ③ この過酸化水素水の濃度は何 mol/L か求め、有効数字 2 桁で書きなさい。

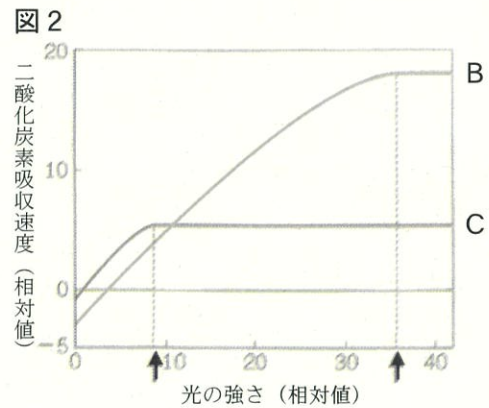
検査Ⅱ 理 科 【共通問題】

3 次の文を読んで、下の各問いに答えなさい。

図1は、温帯に見られる遷移途中の森林の構造を模式的に示したものである。森林の地表付近は草本が占めており、森林を形成する樹木は、地上からの高さにより区分される階層構造になっている。森林内に差し込む光の量は階層によって異なるため、高木層や亜高木層では陽樹が、低木層では陰樹が多く見られる。

図2のグラフは、陽樹に当たる陽生植物と陰樹に当たる陰生植物それぞれにおける光の強さと二酸化炭素吸収速度の関係を示している。

図1



- (1) 図1の森林の外表面を覆うAの名称を書きなさい。
- (2) 図2から、陽樹と陰樹では光合成における戦略が異なっていることがわかる。
 - ① 矢印で示した、二酸化炭素吸収速度が変わらなくなる光の強さの名称を書きなさい。
 - ② 陰樹を示すグラフはB、Cのどちらか、記号を書きなさい。
 - ③ 森林内で低木層に届く光の強さは、高木層の10分の1程度である。しかしながら、低木層で陰樹が生育できる理由について、図2をふまえて簡潔に書きなさい。
 - ④ 陰樹を2つ選び、記号を書きなさい。
 [ア アカマツ イ ブナ ウ コナラ エ スダジイ オ ヤマツツジ]
- (3) 森林を形成する樹木の種類は、時間経過に伴い、入れ替わりが見られ、最終的に陰樹の森林が形成される。この森林の名称を書きなさい。

検査Ⅱ 理 科 【共通問題】

4 次の文を読んで、下の各問いに答えなさい。

地震は地下の岩石が破壊されてずれることにより発生する。破壊が最初に発生した場所を震源といい、地震発生の原因となった地下の断層を **あ** という。震源からはP波とS波という2種類の地震波が同時に発生し、周囲に伝播していく。震源の浅い地震では、震源距離に **い** して、初期微動継続時間（P－S時間）が長くなる。このことから、震源までの距離を求めることができる。この関係式を **う** 公式という。また、異なる3つの観測点を中心にそれぞれの震源距離を半径とする円を地図上に描くと、3つの共通弦が交わった点が **え** になる。

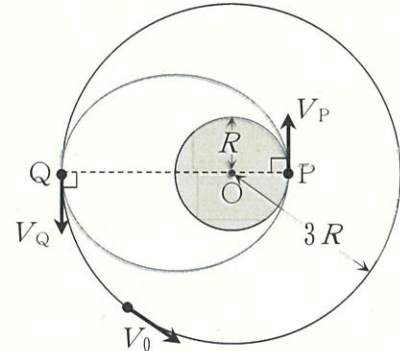
- (1) **あ** ～ **え** に当てはまる最も適切な語句を、それぞれ書きなさい。
- (2) 大きな地震が起こると、世界各地の観測点で地震波を観測できるが、震源から角距離 103° ～ 143° の領域はP波もS波も観測されない。この領域の名称を書きなさい。
- (3) ある地震について以下の問いに答えなさい。ただし、観測点Aからの震源距離を D [km]、P波速度を V_P [km/秒]、S波速度を V_S [km/秒]、観測点Aにおいて観測された初期微動継続時間（P－S時間）を T [秒] とする。
 - ① D を T 、 V_P 、 V_S を用いて表しなさい。
 - ② Aから震央までの距離を L [km] としたとき、震源の深さを D と L を用いて表しなさい。

検査Ⅱ 理 科 【選択問題】

5 次の各問いに答えなさい。

- (1) 図1のように、地球(中心 O 、半径 R)の表面の点 P から質量 m の人工衛星を打ち上げ、点 O を中心とする半径 $3R$ の円軌道にのせる。初め、人工衛星は点 P と点 Q を通る楕円軌道を運動し、点 P と点 Q での速さは V_P 、 V_Q であった。その後、点 Q を通過した直後に、瞬間的に速さを変化させて目的の半径 $3R$ の円軌道に移した。このときの速さは V_0 であった。万有引力定数を G 、地球の質量を M とする。

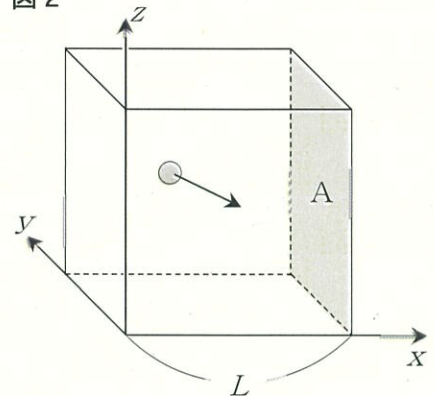
図1



- ① V_Q は V_P の何倍か求めなさい。
- ② V_Q と V_P について、 R 、 M 、 G を用いてそれぞれ求めなさい。ただし、途中の計算過程を示すこと。
- ③ V_0 を求めなさい。

- (2) 図2のように、一辺の長さが L の立方体の容器の中に、 1 mol の理想気体が入っている。気体分子は容器の壁と弾性衝突を繰り返している。分子どうしは衝突しないものとし、気体分子1個の質量を m 、アボガドロ定数を N 、気体定数を R とする。

図2

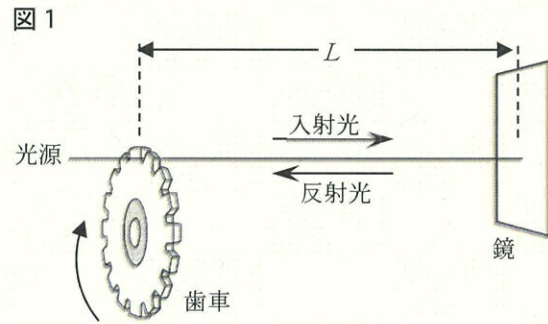


- ① 気体分子1個の x 軸方向の速度成分を V_x とする。この分子が壁 A と、時間 t の間に衝突する回数を求めなさい。
- ② 壁 A が1個の気体分子から受ける平均の力の大きさを求めなさい。
- ③ 各分子の速度の x 成分、 y 成分、 z 成分の二乗の平均値は等しく、分子の速さの二乗の平均値を $\overline{V^2}$ とするとき、壁 A が気体から受ける力を求めなさい。
- ④ 立方体中の理想気体の圧力を求めなさい。
- ⑤ 理想気体の状態方程式を用いて、気体分子1個の運動エネルギーの平均値と気体の絶対温度 T の関係を表す式を求めなさい。
- ⑥ この理想気体がネオンで、温度が 0°C のとき、分子の速さの二乗の平均値は何 m^2/s^2 か、有効数字2桁で求めなさい。ただし、ネオン 1 mol あたりの質量を 20 g 、 $R=8.3\text{ J}/(\text{mol}\cdot\text{K})$ とする。

検査Ⅱ 理 科 【選択問題】

6 次の各問いに答えなさい。

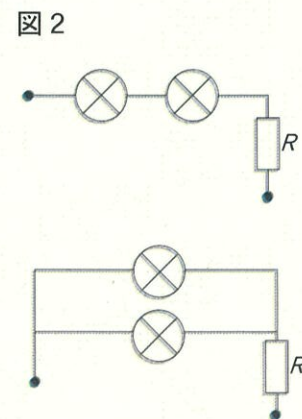
- (1) 図1の装置において、歯車がゆっくりと回転しているとき、光は歯車の歯の間を通り、鏡で反射されて再びもと同じ歯の間を通る。歯車の回転が速くなると、光が歯車と鏡の間 L [m] を往復する間に歯が動き、反射光が歯にさえぎられ光源まで戻らなくなる。歯の数が n [個] の歯車を用いて実験を行ったとき、歯車の回転数が f [回/s] になったとき、初めて反射光が歯にさえぎられ光源まで戻らなくなった。



- ① 歯車が1回転するのにかかる時間は何秒か、 f を用いて求めなさい。
- ② 光が距離 $2L$ [m] 進む間に歯車は何回転するか。 n を用いて求めなさい。
- ③ 光が距離 $2L$ [m] 進む間に要する時間は何秒か、 f 、 n を用いて求めなさい。
- ④ 光の速さを、 f 、 n 、 L を用いて求めなさい。

- (2) フィラメントを用いた白熱電球を電源につなぎ、電圧を変えて回路に流れる電流を測定すると、電流と電圧の関係は比例関係にならないことがある。電圧 V [V] と電流 I [A] の関係が、 $V=12I^2$ ($V<3$)、 $V=12I-3$ ($V\geq 3$) で表される白熱電球と、起電力 9.0V で内部抵抗 4.0Ω の電池を用いて回路を作った。

- ① 白熱電球の電流と電圧の関係が比例関係にならない理由を、**熱運動**、**自由電子**の2語を用いて簡潔に書きなさい。
- ② 白熱電球1個に電池1個をつないだとき、白熱電球に流れる電流は何Aか、求めなさい。
- ③ 図2の2通りの回路をつくり、それぞれの回路に電池1個を接続した。すべての白熱電球の消費電力が等しいとき、抵抗 R は何 Ω か、途中の計算過程を示し求めなさい。



検査Ⅱ 理 科 【選択問題】

- 7 凝固点降下について、次のような実験を行った。下の各問いに答えなさい。ただし、原子量H=1.00、C=12.0、O=16.0、ベンゼンの凝固点 5.50°C 、ベンゼンのモル凝固点降下 $5.12\text{K}\cdot\text{kg}/\text{mol}$ とする。

〔実験1〕

水に不揮発性物質を溶かした希薄溶液を調整した。希薄溶液をかき混ぜながら冷却したところ、図1の冷却曲線が得られた。

〔実験2〕

ベンゼン 1.00kg に、異なる質量の非電解質を溶解させた溶液を冷却し、凝固点降下度を測定したところ、図2の結果が得られた。

〔実験3〕

ベンゼン 100g に酢酸 CH_3COOH 2.40g を溶かした溶液を調整し、凝固点を測定したところ、凝固点は 4.42°C であった。

図1

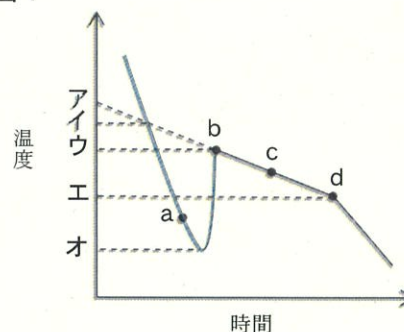
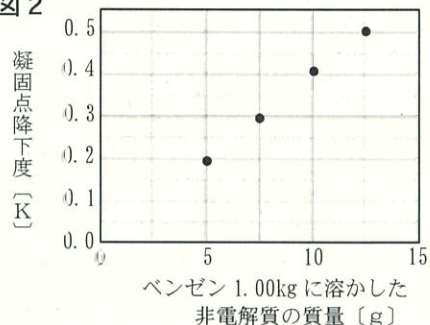


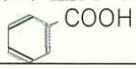
図2



- (1) 図1について、以下の各問いに答えなさい。
- ① aとcのとき、冷却した希薄溶液はどのような状態か、それぞれ書きなさい。
 - ② 希薄溶液の凝固点として最も適切なものをア～オから1つ選び、記号を書きなさい。
 - ③ b～d間で温度が下がり続ける理由を簡潔に説明しなさい。
- (2) 図2について、非電解質の分子量を求め、有効数字3桁で書きなさい。ただし、非電解質はベンゼン中で会合していないとする。
- (3) 実験3について、以下の各問いに答えなさい。
- ① ベンゼン中で一部の酢酸分子は会合して二量体を形成している。その理由を簡潔に説明しなさい。また、酢酸分子間に働く力を点線で示し、二量体を形成した酢酸分子の構造式を書きなさい。
 - ② ベンゼン溶液中の酢酸の会合度を求め、有効数字3桁で書きなさい。
- (4) 次の文の **あ**、**い** に当てはまる適切な語句を、それぞれ書きなさい。

溶質が溶液中で電離している場合、凝固点降下度は電離していない場合と比べて **あ** なる。また、溶質が溶液中で会合している場合、凝固点降下度は会合していない場合と比べて **い** なる。

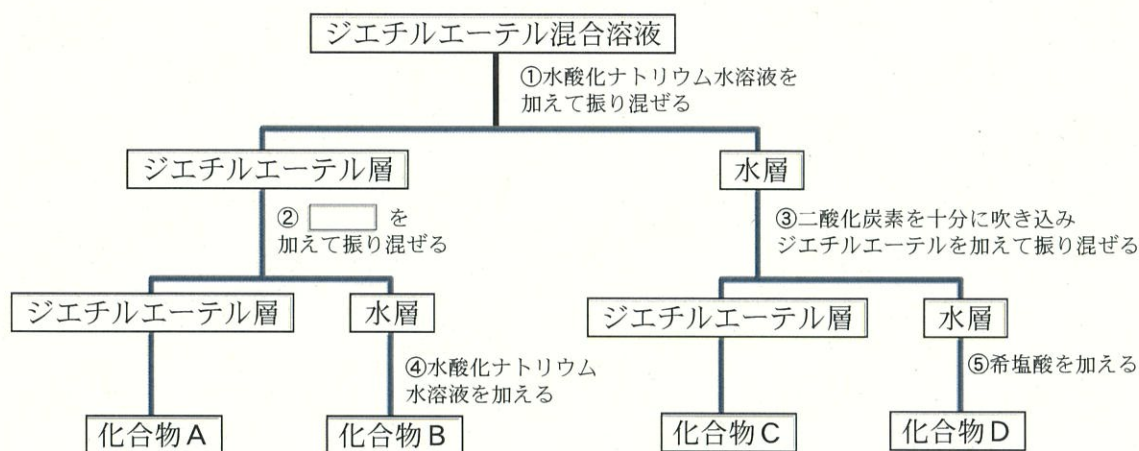
検査Ⅱ 理 科 【選択問題】

8 次の文を読んで、下の各問いに答えなさい。ただし、原子量H=1.00、C=12.0、O=16.0とする。また、構造式は例にならって書きなさい。例 

サリチル酸、*o*-キシレン、*o*-クレゾール、アニリンが溶けたジエチルエーテル混合溶液から図の操作①～⑤で分離し、化合物A～Dを得た。

また、分離後にA～Dについて分析をした結果を表にまとめた。

図



表

| 化合物 | 分析結果 |
|-----|--|
| A | 過マンガン酸カリウムで酸化して得られた化合物を、さらに加熱すると分子量148の化合物Eが得られた。 |
| B | ニトロベンゼンを還元して得られる化合物であった。 |
| C | 元素の割合は、質量百分率で炭素77.78%、水素7.41%、酸素14.81%であった。また、過マンガン酸カリウムで酸化すると化合物Dが得られた。 |
| D | アセチル化すると化合物Fを生じ、化合物Fは白色の固体であり解熱鎮痛剤で使われる物質であった。 |

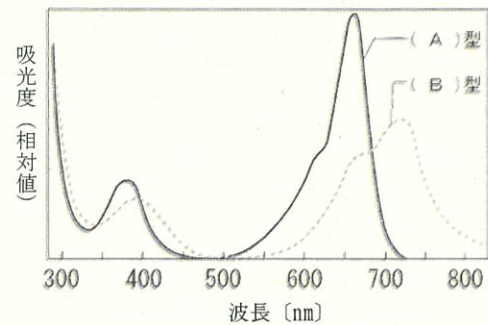
- 操作②の に当てはまる適切な試薬の名称を書きなさい。また、その試薬を選んだ理由を書きなさい。
- A、B及び表のE、Fの構造式をそれぞれ書きなさい。
- Cの異性体のうち、ベンゼン環をもつものはCを含めて何種類あるか書きなさい。
- Cの異性体のうち、過マンガン酸カリウムで酸化されない異性体の構造式を書きなさい。
- 試薬による呈色反応を用いて、DとFを区別する方法を、試薬名を示し簡潔に説明しなさい。
- 操作③について、CとDが分離できる理由を、官能基の違いと酸の強弱を示し、簡潔に説明しなさい。

検査Ⅱ 理 科 【選択問題】

9 次の文を読んで、下の各問いに答えなさい。

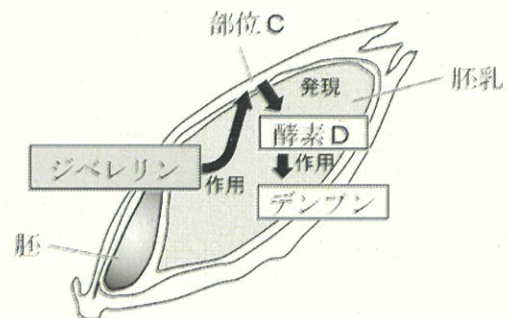
植物には、レタスのように a 特定波長の光が当たると発芽する種子がある。このタイプの種子には、フィトクロムというタンパク質が関係している。フィトクロムは波長の異なる光により、b 可逆的な2つの異なる構造 (Pr 型、Pfr 型) を形成し、そのうちの1つの構造状態のときに c ジベレリンという植物ホルモンの合成を抑制する。図1は、フィトクロムの吸収スペクトルである。

図1



- (1) 下線部 a について、このような種子を何というか、名称を書きなさい。
- (2) 下線部 b について、「可逆的」とはどのようなことか、簡潔に書きなさい。
- (3) 図1は、フィトクロムの2つの型の吸収スペクトルである。
 - ① 図中のA、Bの型の名称を書きなさい。
 - ② 2つの型がそれぞれ吸収している光を、次のア～オから選び、記号を書きなさい。また、吸収される極大波長をそれぞれ書きなさい。
 [ア 青色光 イ 緑色光 ウ 黄色光 エ 赤色光 オ 遠赤色光]
- (4) 下線部 c について、図2はオオムギの種子におけるジベレリンの作用を模式的に示している。
 - ① Cの名称を書きなさい。
 - ② Dの名称を書きなさい。
 - ③ Dの胚乳に対する作用が胚の成長にどのように関わっているかを簡潔に説明しなさい。
 - ④ 植物ホルモンは作用する部位により異なる生理作用を示す。ジベレリンが果実形成に作用した場合、どのような作用が見られるか。具体例を挙げて説明しなさい。

図2



検査Ⅱ 理 科 【選択問題】

10 次の文を読んで、下の各問いに答えなさい。

ミトコンドリアは、真核細胞に見られる細胞小器官 図
 で図のような構造をしている。この細胞小器官は、
 進化の過程において、a 細胞内に入り込んだ細菌が共
生したものであると b 構造上の特徴から考えられている。

ミトコンドリアは、細胞質基質に比べ生命活動に必要な
 エネルギーを大量に生産していることが特徴として
 あげられる。このエネルギー生産過程は電子伝達系と
 呼ばれる。このしくみでは、解糖系やクエン酸回路で生じたNADHやFADH₂から
 [あ] を受け取った内膜にあるシトクロムなどの [い] が、内膜の内側から膜間腔へ
 [う] イオンを輸送することにより、内膜の外側と内側で [う] イオンの濃度勾配が生じ、
 [う] イオンが c 内膜のある酵素を通過する際にATPの生産が行われている。そのため、
 d ミトコンドリアはATP生産活動の場とすることができる。

- (1) 図の構造A、Bの名称を書きなさい。
- (2) 下線部aについて、この学説の名称を書きなさい。
- (3) 下線部bについて、(2)の学説が考えられる構造上の特徴を簡潔に2つ書きなさい。
- (4) 文中の [あ] ~ [う] に当てはまる語句を書きなさい。
- (5) 下線部cについて、酵素の名称と酵素の具体的な物質に対するはたらきを説明しなさい。
- (6) 下線部dについて、この活動は酸化リン酸化と言われる。電子伝達系における酸素の関わりを簡潔に説明しなさい。

検査Ⅱ 理 科 【選択問題】

11 次の文を読んで、下の各問いに答えなさい。

ある地域では、最も古い岩石は約 20 億～17 億年前に形成された花崗岩と a 片岩であり、この基盤岩の上に約 11 億～7.5 億年前に形成された砂岩や泥岩からなる A 層が不整合で重なっている。この地層は大きく傾斜しており、b カンブリア紀に形成された砂岩・泥岩・石灰岩からなる B 層に傾斜不整合でおおわれている。その上位には、c デボン紀に形成された C 層、d 石炭紀に形成された D 層、e ペルム紀に形成された E 層がほとんど水平に重なっている。

(1) 下線部 a について、次の各問いに答えなさい。

- ① 片岩が形成される場所と温度・圧力の条件について述べた文として、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。

ア プレートが沈み込む境界で、低温高压型の変成作用を受けて形成される。
 イ プレートが沈み込む境界で、高温低圧型の変成作用を受けて形成される。
 ウ プレートが拡大する境界で、低温高压型の変成作用を受けて形成される。
 エ プレートが拡大する境界で、高温低圧型の変成作用を受けて形成される。

- ② 片岩がもつ、片理という構造について、鉱物の配列に触れて、簡潔に書きなさい。

(2) 下線部 b の初めには、カンブリア紀の大爆発が起きた。これは、どのような現象か。簡潔に説明しなさい。

(3) 下線部 c に起きたできごととして、最も適切なものを、次のア～オから 1 つ選び、記号を書きなさい。

ア 単弓類から最初の哺乳類が進化した。
 イ 植物の陸上進出が始まり、クックソニアが現れた。
 ウ シアノバクテリアが現れて、大気中の酸素が爆発的に増大した。
 エ 各種の魚類が出現し繁栄したほか、魚類から両生類が進化した。
 オ 二度目の全球凍結が起こり、多くの種類の生物が絶滅、またはその数を大幅に減少させた。

(4) 下線部 d の頃、シダ植物などの大森林が形成され、それらの遺骸が分解されずに地層中に固定された。これにより起こった大気組成の変化と気候の変動について簡潔に書きなさい。

(5) 下線部 e について、古テチス海では、フズリナやウミユリなどの生物が繁栄し、それらの遺骸が堆積した結果、ある堆積岩が形成された。この堆積岩の名称を書きなさい。

(6) B 層から E 層の積み重なりの中にも不整合があると考えられる。

- ① 不整合となっている境界として、最も適切なものを、次のア～ウから 1 つ選び、記号を書きなさい。

ア B 層と C 層の境界 イ C 層と D 層の境界 ウ D 層と E 層の境界

- ② この不整合により、欠如している地質年代を紀の階層で 2 つ書きなさい。

- ③ 傾斜不整合は、地殻の表面において大きな変動があったことを示す。どのような変動によって傾斜不整合が形成されるか、説明しなさい。

検査Ⅱ 理 科 【選択問題】

12 次の文を読んで、下の各問いに答えなさい。

オリオン座の天体からは、様々な進化の段階の恒星を見ることができる。オリオン座の代表的な恒星に、赤みを帯びて見えるベテルギウス（表面温度約 3600K）と、青白く見えるリゲル（表面温度約 12000K）がある。ベテルギウスは、外層部が膨らんだ **あ** の段階に達している。ベテルギウスは 2019 年末から 2020 年初頭にかけて、通常の 3分の1 程度まで暗くなる「大減光」が発生した。その後の解析で、ベテルギウスから噴出した大量のガスが冷えて「塵の雲」となり、光を遮ったことが原因だと判明した。また、同時期に **a** 星の表面に巨大な低温領域が現れたことも重なり、ガスが塵になりやすい環境が整っていたと考えられている。塵やガスが周囲より密度が大きい部分を星間雲とよび、その中でもさらに密度が大きい部分を **b** 分子雲とよぶ。オリオン大星雲の分子雲の中には、可視光では観測できないが、赤外線で見ることができる天体が複数存在している。これらの天体は、 **い** の段階にあると考えられ、さらに収縮が進み中心の温度が高くなり、核融合が始まると、主系列星の段階に達する。

- (1) **あ**、**い** に当てはまる適切な語句をそれぞれ書きなさい。
- (2) 下線部 **a** について、恒星では、最も強くエネルギーを放射する光の波長を観測することで表面温度を求めることができる。この法則を何というか、書きなさい。
- (3) 下線部 **b** について、分子雲は主にどの分子からできているか。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 水素 イ 酸素 ウ 窒素 エ 二酸化炭素]
- (4) 恒星の光度は、半径の 2 乗と表面温度 [K] の 4 乗との積に比例する。太陽の表面温度を約 6000K とすると、リゲルの半径は太陽の約何倍か、求めなさい。ただし、リゲルの光度は太陽の 60000 倍、 $\sqrt{6} = 2.4$ とする。
- (5) 図は、恒星の絶対等級とスペクトル型を軸にとった分布図である。この図の名称を書きなさい。
- (6) 図の㊦と㊧では、どちらが何倍明るい、書きなさい。
- (7) 図の㊡～㊧のなかで、ベテルギウスはどれか。最も適切なものを、図の㊡～㊧から 1つ選び、記号を書きなさい。
- (8) ㊡、㊣、㊥、㊧の星を、半径の小さいものから大きい順に書きなさい。
- (9) 年周視差が測定できないような遠い恒星でも図を用いると、距離を推定することができる。どのように距離を求めるか、計算式を含め簡潔に書きなさい。

