# 第 1 回　理科

**制限時間 40 分**　女子学院中学校 2027 年度対策　オリジナル問題
解答は別の紙に書きなさい。作図の問いは図にかき入れなさい。
選択肢の問題で答えが複数ある場合は、すべて答えなさい。「一つ選びなさい」とあるときは、一つ答えなさい。計算には必要に応じて問題中の数値を使いなさい。図や数値に「モデル」「実験用」とあるものは、問題を解くために設定したものである。

## Ⅰ　火星はどちらに動いたか

R さんは「火星が星座の中をふだんと逆の向きに動く」という記事を読み、何が逆なのかを調べた。次の表は、星座をつくる恒星を基準に、火星が基準の恒星よりどれだけ東側に見えるかを記録した**観測モデル**である。時刻はそれぞれ、火星が見える時間帯を選んだ。数字は角度を表す。

| 観測日 | 1 月 4 日 | 1 月 11 日 | 1 月 18 日 | 1 月 25 日 | 2 月 1 日 |
|---|---|---|---|---|---|
| 基準より東の角度 | 15° | 17° | 16° | 12° | 8° |

**問 1**　二つの観測日を比べたとき、後の日の火星が恒星に対して西へずれていた組み合わせをすべて選びなさい。
ア　1 月 4 日と 11 日　　イ　1 月 11 日と 18 日
ウ　1 月 18 日と 25 日　　エ　1 月 25 日と 2 月 1 日

**問 2**　1 月 25 日に火星を続けて 2 時間観察したところ、火星も近くの恒星も、地平線を基準にすると全体として西へ動いた。主な理由を一つ選びなさい。
ア　地球の自転　　イ　地球の公転　　ウ　火星の自転　　エ　火星の公転

次の図は、地球と火星の軌道を北側から見たモデルである。A・B・C は異なる日で、同じ記号がついた地球と火星は同じ日の位置を表す。地球と火星はどちらも反時計回りに公転する。この図では、遠い恒星に対して視線の向きが反時計回りに変わると東へ、時計回りに変わると西へ動いたように見える。

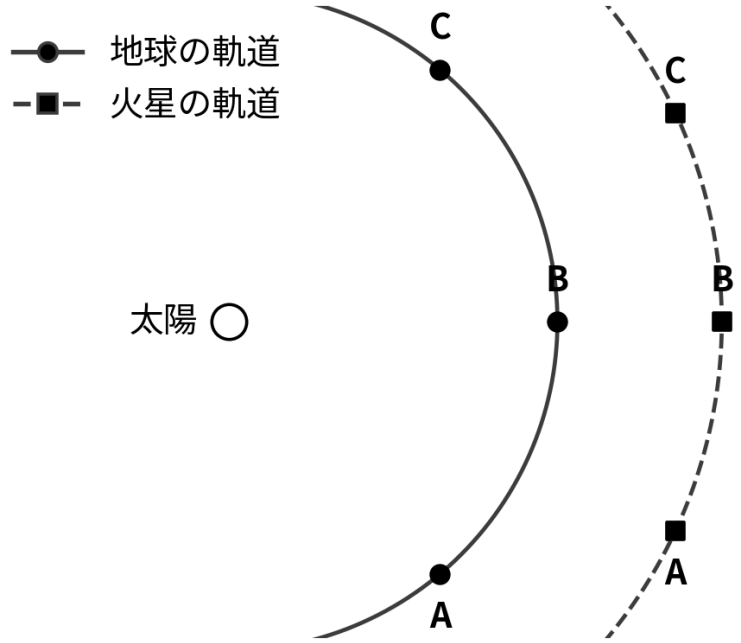



図 1　火星と地球の軌道モデル

**問 3**　A と C それぞれについて、地球から火星へ向かう視線を図に矢印でかき入れなさい。

**問 4**　A から B へ、B から C へと日が進むと、火星は恒星に対してそれぞれ東・西のどちらへ動いたように見えるか。

**問 5**　B の日、太陽が沈むころ、火星はどのあたりに見え始めるか。東の地平線・南の空の高いところ・西の地平線から一つ選び、図の位置関係をもとに理由を書きなさい。ただし、日本での観察とし、地軸の傾きなどは考えない。

**問 6**　地球が 360 日、火星が 720 日で円軌道を一周するとする。地球が火星より 1 日あたり何度多く進むか。また、B と同じ並び方になるのは B の何日後か。

**問 7**　地球の代わりに、火星と同じ円軌道を同じ速さで回る観測機を、火星より少し前に置いた。観測機から見た火星の方向は、遠くの恒星に対してどのように変わるか。一つ選びなさい。
ア　常に同じ方向を向く　　イ　公転に合わせて反時計回りに変わる　　ウ　公転に合わせて時計回りに変わる　　エ　毎日向きが逆になる

**問 8**　「火星は逆行中、公転の向きそのものを変えている」という考えを、図 1 のモデルで説明できるか。地球の動きと視線の向きを用いて答えなさい。

## II　暑い年にできる米

稲の花が咲いてから米粒が育つ時期に暑い日が続くと、内部が白くにごった粒が増えることがある。S さんたちは、品種 A と B を同じ日に植え、穂が出たあとに下の条件に分けた。各区の鉢の数、水と肥料の量、光を当てる時間を同じにした。区 1〜4 では、同じ面積・同じ本数に相当する稲からとれた粒のうち、無作為に 200 粒を調べた。

| 実験区 | 品種 | 米粒が育つ時期の平均温度 | 200 粒中の白くにごった粒 | 区全体の収穫重量 |
|---|---|---|---|---|
| 1 | A | 27℃ | 12 粒 | 1,200 g |
| 2 | A | 31℃ | 50 粒 | 1,120 g |
| 3 | B | 27℃ | 10 粒 | 1,100 g |
| 4 | B | 31℃ | 24 粒 | 990 g |

**問 1**　稲では、花粉がめしべの先についたあと、受精が起こる。受精後、種子になる部分を一つ選びなさい。
ア　子房　　イ　胚珠　　ウ　柱頭　　エ　やく

**問 2**　品種 B で温度の違いだけの影響を調べるには、どの二つの区を比べればよいか。区の番号で答えなさい。

**問 3**　区 2 と区 4 で、白くにごった粒の割合はそれぞれ何%か。また、区 2 の割合は区 4 より何ポイント高いか。

**問 4**　次のア〜エについて、表だけから正しいとわかるものは○、表の結果と反対のものは×、表だけでは決められないものは△としなさい。

- ア　31℃では、A のほうが B より収穫重量が大きかった。
- イ　B の 31℃の区は、27℃の区より白くにごった粒の割合が小さかった。
- ウ　B を畑で作れば、どの地域でも 31℃のときに白くにごった粒の割合は同じになる。
- エ　27℃の区から 31℃の区に変えたとき、収穫重量の減少幅は A より B で大きかった。

**問 5**　ある農家は、白くにごった粒を減らすために B への切り替えを考えている。区 2 と区 4 をもとに、農家に伝えるべき利点と注意点を一つずつ書きなさい。

別の班は葉のはたらきを調べた。同じ品種の葉を同じ重さずつ、空気の入った透明で密閉できる容器 D・E に入れた。容器 F には葉を入れなかった。温度をそろえて、D と F には光を当て、E には光を当てなかった。最初の二酸化炭素の濃さはすべて同じだった。

| 容器 | D | E | F |
|---|---|---|---|
| 20 分後の二酸化炭素の濃さ（最初を 100 とした値） | 83 | 109 | 100 |

**問 6**　容器 F を用意したのはなぜか。また、容器 E で二酸化炭素が増えた主な理由を答えなさい。

**問 7**　「光を当てた容器 D の葉は呼吸をしていない」という判断は適切か。濃さが 83 になったことと、光が当たる葉で起きるはたらきを結びつけて説明しなさい。

**問 8**　A と B で、光を当てたときの二酸化炭素の減り方が異なるか調べたい。容器 D の実験に、どのような容器を一つ追加して比べればよいか。D の葉を品種 A とし、葉と光の条件を含めて書きなさい。

## III　水にまじったものを取り分ける

ある工場の水には、液の中に沈む黒い砂と、無色の固体 P・Q が混ざっている。P と Q は水に溶け、砂は水に溶けない。60℃の水 100 g に、P を 40 g、Q を 24 g とかし、黒い砂も入れてからよくかき混ぜた。下の表は水 100 g に溶ける P と Q の限度である。P と Q は互いの溶ける量に影響しないものとする。

| 水の温度 | 20℃ | 40℃ | 60℃ |
|---|---|---|---|
| P の溶ける量 | 16 g | 31 g | 49 g |
| Q の溶ける量 | 30 g | 32 g | 35 g |

**問 1**　60℃のまま、P と Q を水に溶かした状態で黒い砂だけを先に取り分ける操作を答えなさい。

**問 2**　問 1 の操作で使う器具について、正しいものをすべて選びなさい。

ア　ろ紙は最初に少量の水で湿らせ、ろうとに密着させる。

イ　液はガラス棒を伝わせて注ぐ。

ウ　ろうとの先は受ける容器の内側の壁につける。

エ　ろうとに注ぐ液面は、ろ紙のふちより高くする。

**問 3**　砂を取った液をそのまま 20℃まで冷やす。取り出せる結晶は何か。また、何 g か。ここまでの操作で水の量は変わらないものとする。

**問 4**　問 3 で結晶をすべて取り除いた残りの液を、20℃を保ったまま水が 70 g になるまで蒸発させた。新たに出る P と Q の結晶はそれぞれ何 g か。

砂が本当に砂だけなのか調べたところ、表面に白い粒が付いていた。白い粒だけを集め、うすい塩酸を加えると気体が出た。この気体を石灰水に通すと白くにごった。次の表は、白い粒 0.80 g に、同じ濃さのうすい塩酸を別々の量で加えたときの結果である。

| 塩酸の体積 | 4 mL | 8 mL | 12 mL | 20 mL |
|---|---|---|---|---|
| 発生した気体の体積 | 30 mL | 60 mL | 84 mL | 84 mL |

塩酸が使い切られる間は気体の体積が塩酸の量に比例し、白い粒が使い切られると発生量は一定になる。気体の体積は同じ温度・圧力で測った。

**問 5**　出てきた気体の名前を答えなさい。

**問 6**　白い粒 0.80 g がちょうど使い切られる塩酸は何 mL か。

**問 7**　同じ白い粒を 1.20 g にし、うすい塩酸を 14 mL 加えた。使い残るものは白い粒と塩酸のどちらか。また、出る気体は何 mL か。

**問 8**　白い粒 0.80 g に対する塩酸の濃さを半分にして、横軸を加えた塩酸の体積、縦軸を発生した気体の体積とするグラフをかく。元のグラフと比べたとき、横ばいになる前の傾きと、横ばいの高さはそれぞれどうなるか。

## IV　光で回す、手で回す

太陽電池でモーターを回し、小さなファンを動かす。A 班は、電池に同じライトを当て、板の角度を変えて電流の大きさを調べた。角度 θ は、**光が進む向きとパネルの面との間の小さい角**である。表の電流は、同じ測定用の回路につないだときの値である。

| 角度 θ | 0° | 30° | 60° | 90° |
|---|---|---|---|---|
| 電流 | 0 mA | 24 mA | 42 mA | 48 mA |

**問 1**　θ が 90°のときの光の当たり方を一つ選びなさい。
ア　パネルの面に平行　　イ　パネルの面に垂直　　ウ　パネルの面と 45°をなす

**問 2**　表からわかるものをすべて選びなさい。
ア　表の四つの条件では、θ が大きいほど電流が大きかった。
イ　θ が 2 倍になるたびに電流も 2 倍になった。
ウ　θ を 30°から 60°に変えたときの電流の増え方は、60°から 90°に変えたときより大きかった。
エ　θ が 45°なら、電流は必ず 33 mA である。

**問 3**　光が当たる角度を変えたときの電流を比べるため、そろえる条件として適切なものをすべて選びなさい。
ア　ライトとパネル中心の距離　　イ　ライトの明るさ
ウ　パネルの種類　　エ　測定した電流の値

B 班は、同じファンを手回し発電機につないだ。もう一つの装置として豆電球を用いた。装置をつなぐ場合、B 班は同じ二つの端子の間に、一つずつ枝分かれさせてつないだ。どの条件でも発電機のハンドルは同じ速さで回した。

| つなぎ方 | 何もつながない | 豆電球だけ | ファンだけ | 豆電球とファン |
|---|---|---|---|---|
| ハンドルを回すのに必要な力（任意の単位） | 2 | 5 | 7 | 10 |

**問 4**　豆電球とファンは直列・並列のどちらにつないだか。

**問 5**　豆電球だけをつないだ場合と、豆電球とファンを両方つないだ場合を比べる。どちらが回しにくいか。表をもとに答えなさい。

**問 6**　発電機を回す人の運動が、発電機と豆電球を通って移り変わる様子を、「電気」と「光」を使って書きなさい。光以外に豆電球から出るものも一つ答えなさい。

**問 7**　光の角度が日中に変わるとして、時刻別に下の二つの設置案を比べた。朝・昼・夕の三つの時間帯はそれぞれ 2 時間とし、その間の電流は表の値で一定とする。ファンを回すには 30 mA 以上が必要で、ほかの条件は同じとする。設置案 X・Y のうち、ファンがより長く回るのはどちらか。理由も答えなさい。

| 設置案 | 朝 | 昼 | 夕 |
|---|---|---|---|
| X | 24 mA | 48 mA | 24 mA |
| Y | 33 mA | 36 mA | 33 mA |

**問 8**　蓄電ができる装置を加えることにした。たまる電気の量は、各時間帯の電流（mA）に 2 時間をかけ、三つの時間帯の分を合計して求める。このとき、1 日の合計が多い設置案と、その差を求めなさい。差の単位は mA・時とする。