第 2 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　南極の基地の一日

南極の昭和基地は南緯約 69°にある。T さんは南緯 70°の地点をモデルにして、一日の太陽の高度を調べた。図 1 の 0°は地平線を表し、負の高度は太陽が地平線より下にあることを表す。大気による光の曲がりや地形の影響は考えない。図の 12 時は、その地点で太陽が最も高くなる時刻とした。

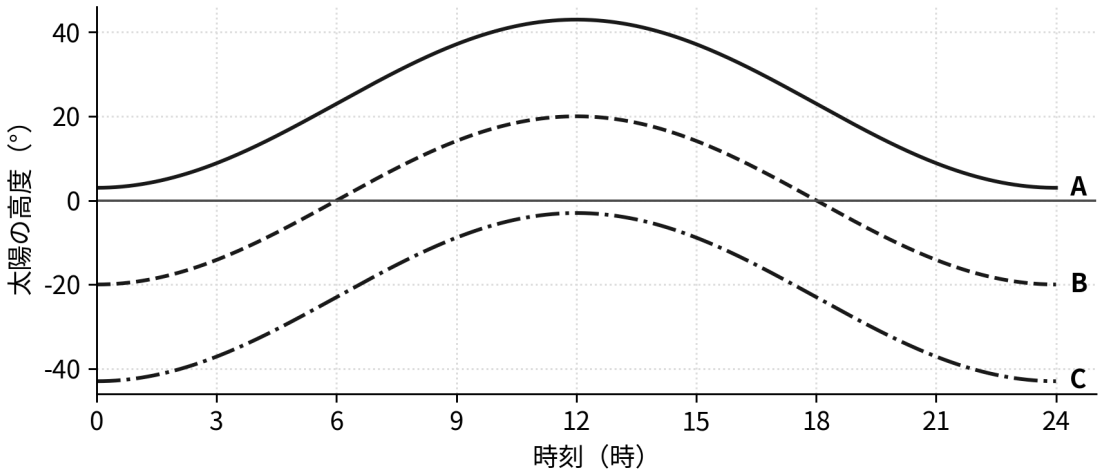


図 1　南緯 70°の太陽の高度モデル

問 1　図 1 の A〜C のうち、次の①〜③に当てはまるものをそれぞれ答えなさい。① 太陽が一日中見える日　② 昼と夜がある日　③ 太陽が一日中見えない日

問 2　12 月下旬に最も近い曲線を A〜C から一つ選びなさい。そのような太陽の動きになる理由を、地軸の傾きにふれて説明しなさい。

問 3　B の日、太陽が地平線に達する時刻を二つ答えなさい。

問 4　T さんが A の日の 12 時に、垂直に立てた棒の影を観察した。このとき太陽は真北にあった。地面は平らとする。影は東西南北のどちらにのびるか。また、同じ日の 0 時と 12 時のうち、影が長いのはどちらか。

問 5　同じ日に東京でも垂直に棒を立て、それぞれの地点で太陽が最も高くなるときの影を観察した。東京ではこのとき太陽が真南にある。二地点の影の向きが異なる理由を、各地点と太陽が最も高くなる方角の関係から説明しなさい。

別の日に、基地の近くで雪面と黒っぽい岩の表面に温度計を置いた。下は同じ時刻に両方を測った結果である。二つの温度計は同じ型だが、風の当たり方は調べていない。

測った場所	雪面	岩の表面
測り始め	−8℃	−8℃
日光が当たり始めて 20 分後	−6℃	1℃

問 6　20 分間に温度が上がった幅は、岩の表面のほうが雪面より何℃大きいか。

問 7　この観測について適切なものをすべて選びなさい。

ア　同じ時刻に測ったことで、測定時間帯の違いを減らせた。
イ　雪面と岩の表面の温度差は、色の違いだけが原因だと証明できた。
ウ　岩の表面が 1℃になった時刻に、岩の上の空気も必ず 1℃だった。
エ　表面の色だけの影響を調べるなら、同じ材質・厚さの板を用いて色を変える方法がある。

II　木の実の年と動物の行動

ある森では、秋にドングリの数を調べるため、同じ面積の受け皿を各年に決まった場所に置いている。カメラでクマを撮影した回数も集計した。同じクマが複数回写ることがある。表は調査を簡単にしたモデルである。

年	受け皿 1 枚あたりのドングリ	森のカメラを動かした延べ日数	森で写った回数	集落近くのカメラを動かした延べ日数	集落近くで写った回数
A 年	84 個	200 日	22 回	100 日	4 回
B 年	26 個	150 日	12 回	200 日	18 回
C 年	20 個	200 日	14 回	300 日	24 回

延べ日数は、カメラを動かした日数を全台分足した値である。

問 1　ドングリのように、殻の内側に種子をもつものは果実である。種子を包む部分になるのは、花のどの部分か。一つ選びなさい。

ア　子房　　イ　胚珠　　ウ　花粉　　エ　がく

問 2　集落近くのカメラ 100 日あたりにクマが写った回数を、B 年と C 年についてそれぞれ求めなさい。

問 3　表および問 2 の計算からいえるものをすべて選びなさい。

ア　集落近くで写った合計回数は、B 年より C 年のほうが多い。

イ　集落近くでカメラ 100 日あたりに写った回数は、B 年より C 年のほうが多い。

ウ　A 年より B 年・C 年のほうが、受け皿 1 枚あたりのドングリが少なかった。

エ　クマの総数は、A 年より C 年のほうが必ず多い。

問 4　森と集落の両方で、何頭のクマが移動したかを知りたい。写った回数のほかにどんな情報が必要か。理由も含めて書きなさい。

ドングリを運ぶ小動物は、食べるために土の中に種子をかくすことがある。研究者は、同じ木から集めたドングリを A〜D の条件に分け、同じ温度で 30 日置いた。各区に 100 粒を使い、小動物が入れないようにした。表面に芽が見えた数を数えた。

区	種子の置き方	土の水分	芽が見えた数
A	土の表面	湿った土	28
B	土の中に浅くうめる	湿った土	67
C	土の表面	乾いた土	7
D	土の中に浅くうめる	乾いた土	9

問 5　B と D を比べると、どの条件の違いを調べられるか。

問 6　A と B の比較、C と D の比較のうち、土にうめるかどうかによる差が大きかったのはどちらか。また、その差は何粒か。

問 7　「芽が見えた割合」と「実際に発芽した割合」が同じとは限らない。土の中に浅くうめた区について、どのような種子を数えていない可能性があるか書きなさい。

問 8　四つの区すべてのドングリを同じ木から集めたことには、実験上の利点と、結果を森全体に当てはめるときの注意点がある。それぞれ一つずつ書きなさい。

III　色が消えても残るもの

U さんは、食塩、水に溶ける色素、細かい砂がまざった水をろ過した。色の濃さを数で示す計器と、水溶液の電気の流れやすさを示す計器で、ろ過の前後を調べた。値は同じ温度で測った。食塩水は電気を通す。今回の濃さでは、色素や砂による電気の流れやすさの変化は小さく、考えなくてよい。

液	色の濃さ	電気の流れやすさ	目で見える砂
はじめの液	80	52	あり
ろ紙でろ過した液	79	52	なし
さらに活性炭を通した液	9	51	なし
比較に用意した純粋な水	0	1	なし

問 1　この実験で、砂を取り除くのに最初に役立ったものと、色素を大きく減らすのに役立ったものを、それぞれ答えなさい。

問 2　活性炭を通したあとも、液に食塩がかなり残っていると考えられる。表のどの数値をどのように比べると、その判断を支持できるか。

問 3　液から水だけを集めるためにはどの操作が適切か。一つ選びなさい。

ア　加熱して出た水蒸気を別の場所で冷やし、液体に戻す。

イ　そのまま室温で置き、完全に乾いたあとに残っているものを集める。

ウ　ろ紙でさらにろ過し、ろ紙に残ったものを集める。

エ　食塩をさらに加えてから、活性炭を通す。

別の実験では、濃さが一定の酸性の液 A と、濃さが一定のアルカリ性の液 B を混ぜた。A と B をちょうど中和した水溶液は中性になった。ある実験で、A を 30 mL に、水を 30 mL 加えた液を中和するのに、B が 18 mL 必要だった。次の問いでは、この実験と同じ濃さのもとの液 A と液 B を使う。BTB 液は、酸性で黄色、中性で緑色、アルカリ性で青色を示す。

問 4　酸性の液 A を BTB 液で調べたときの色を答えなさい。

問 5　水を加えていない液 A 30 mL をちょうど中和するには、B は何 mL 必要か。理由も書きなさい。

問 6　液 A を 40 mL、液 B を 20 mL 混ぜて BTB 液を加えた。何色になるか。

問 7　問 6 で作った液をちょうど中和するには、A・B のどちらを何 mL 加えればよいか。

問 8　液 B だけを同じ体積の水と混ぜて薄めた。この薄めた液を用いて、もとの液 A 25 mL をちょうど中和するには何 mL 必要か。

IV　音が戻ってくるまで

体育館で手をたたくと、はじめに出した音と、壁で反射した音が録音できた。図1は横軸に時間をとった録音のモデルである。山が三つあるのは、はじめの音一つと、それぞれ別の壁で一回だけ反射した音二つである。音の時刻は山の頂点で読む。手をたたいた位置とマイクの位置は同じとみなし、音の速さは340 m/sとする。

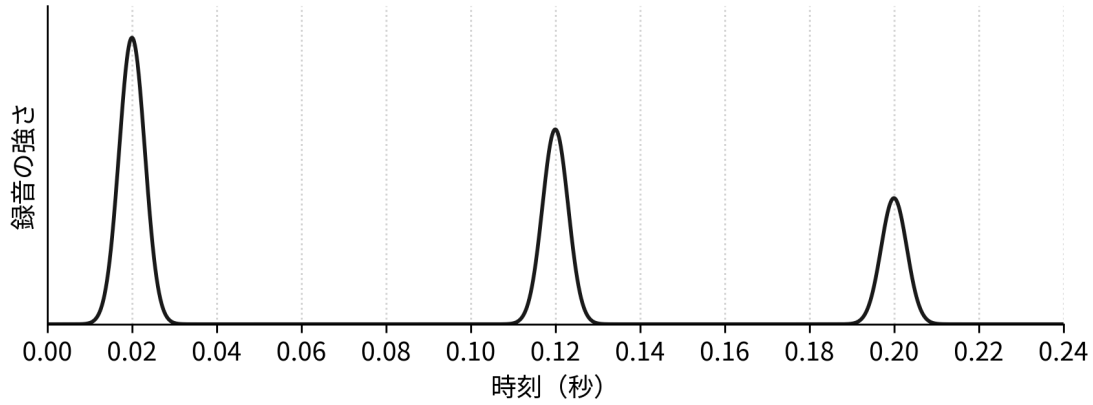


図1　体育館で録音した音のモデル

問1　近いほうの壁からの反射は、はじめの音から何秒後に記録されたか。

問2　二つの壁は録音した位置からそれぞれ何 m 離れているか。近い順に答えなさい。

問3　気温が変わって音の速さが小さくなった。同じ位置で同じように録音したとき、初めの音から各反射音までの時間は、長くなる・短くなる・変わらないのどれか。

問4　壁に厚い布をかけると、その壁からの反射音だけが弱くなった。録音の位置は同じで、布の厚さは距離にくらべて小さい。図1の山はどのように変わるか。最も適切なものを一つ選びなさい。

ア　その壁からの山だけが低くなり、時刻はほぼ同じ。
イ　その壁からの山だけが高くなり、時刻は早くなる。
ウ　初めの音の山だけが低くなる。
エ　三つの山の高さが変わらず、間隔が半分になる。

次に、同じ形のびん P と Q に、水を異なる量ずつ入れた。びんの口を横から吹くと、中の空気が主に振動して音が出る。びんの側面を軽くたたいた場合は、びんと水が一緒に振動する。次は測定結果をもとにした実験用の数値である。

びん	水の量	口を吹いたときの振動数	側面をたたいたときの振動数
P	100 mL	210 Hz	540 Hz
Q	200 mL	280 Hz	460 Hz

振動数は1秒間に振動する回数である。

問5　同じ吹き方で口を吹いた場合と、同じように側面をたたいた場合のそれぞれについて、より高い音が出たびんを P・Q から選びなさい。

問6　口を吹いた場合、Q の振動数は P の何倍か。分数で答えなさい。

問7　表からわかるものをすべて選びなさい。

ア　水の量を 100 mL から 200 mL に増やしたとき、吹く音とたたく音の高さは逆の変化をした。
イ　振動数だけを見れば、音の大きさも決められる。
ウ　P を口から吹いたとき、空気は 0.1 秒あたり 21 回振動する。
エ　水の量が 150 mL なら、吹いたときの振動数は必ず 245 Hz になる。

問8　P の口を吹く強さを変えたとき、音の高さにも変化があるか調べたい。吹く強さのほかに、実験でそろえるべき条件を二つ書きなさい。