理　科

＊基本的な用語や法則、ものの名称や数値的なものはしっかり覚えたうえで、それらを使って説明や計算ができるようにしてください。
＊教科書に出てくる実験や観察は、結果を暗記するだけではなく、器具・方法・条件等にも注意し、なぜそうなるのかを理解できるようにしてください。
＊学習した内容が、現実の身の回りで起こっている現象と関係づけて理解できるようにしてください。
＊図やグラフは、正確に読み取るだけでなく、書くこともできるようにしてください。
＊理科以外の教科などの学習活動を通じて学んだ知識を、理科の学習に応用したり、関連づけて理解したりできるよう、幅広い勉強を心がけてください。
＊新しいことを知る、解らなかったことが解るようになる、解けなかった問題が解けるという、学ぶ楽しさを失わないで、常に興味を持って理科を勉強してください。

以下で引用している問題は、すべて 2024 年度前期入試の問題です。

理科の問題を考えるにあたっては、問題を正確に読むこと、そこから規則性を見つけ出すこと、教科書の内容を理解し問題に書かれている事項と結びつけること、が必要になります。普段の勉強では、教科書の内容を単に暗記するだけでなく、他の事項と結びつけられるよう心がけてください。

それでは 2024 年度前期入試の理科の問題から、3、4の問題について、答えを導くための着眼と手順を簡単に説明します。

3　下の文を読み、以下の問１～問７に答えなさい。

下の表１は、それぞれの温度において、１㎥あたりの空気がふくむことのできる水蒸気量[g]の限界を示したものです。空気がそれ以上水蒸気をふくむことができなくなった状態を飽和（ほうわ）といい、そのときの水蒸気量を飽和水蒸気量といいます。空気にふくまれる水蒸気量が飽和水蒸気量を上回ると、上回った分の水蒸気は気体として存在できなくなり、水に変わります。このとき発生した水が雲や霧（きり）をつくります。飽和水蒸気量は空気の温度が高いほど多くなります。そのため水蒸気が飽和していない空気をある温度まで冷やすと、水蒸気が飽和に達して水ができ始めます。このときの温度を露点（ろてん）といいます。ある温度の空気において、飽和水蒸気量に対する空気の水蒸気量を百分率で表したものを湿度（しつど）といいます。湿度は以下の式から計算できます。

湿度[％]　＝　空気にふくまれる水蒸気量[g/㎥]　÷　飽和水蒸気量[g/㎥]　×　100

計算において答えが割り切れない場合は小数第２位を四捨五入し、小数第１位まで答えなさい。

表１

温度[℃]	飽和水蒸気量[g/㎥]	温度[℃]	飽和水蒸気量[g/㎥]	温度[℃]	飽和水蒸気量[g/㎥]	温度[℃]	飽和水蒸気量[g/㎥]	温度[℃]	飽和水蒸気量[g/㎥]	温度[℃]	飽和水蒸気量[g/㎥]
0	4.8	6	7.3	12	10.7	18	15.4	24	21.8	30	30.4
1	5.2	7	7.8	13	11.4	19	16.3	25	23.1	31	32.0
2	5.6	8	8.3	14	12.1	20	17.3	26	24.4	32	33.8
3	5.9	9	8.8	15	12.8	21	18.3	27	25.8	33	35.6
4	6.4	10	9.4	16	13.6	22	19.4	28	27.2	34	37.6
5	6.8	11	10.0	17	14.5	23	20.6	29	28.8	35	39.6

問１　気温 29℃、水蒸気量 12.8[g/㎥]の空気の湿度は何％ですか。

29℃における飽和水蒸気量を表１から読み取り、湿度の式を用いて計算します。

問２　気温 15℃、湿度 50％の空気の露点は何℃ですか。

15℃における飽和水蒸気量の 50％を求め，その量で水蒸気が飽和に達する温度を表１から探します。

問３　あ～え の空気を湿度が高い順に並べかえなさい。

あ 気温 20℃、水蒸気量 15[g/㎥]の空気　　い 気温 18℃、水蒸気量 15[g/㎥]の空気

う 気温 20℃、露点 10℃の空気　　え 気温 10℃で霧が発生している空気

水蒸気量が同じである あ と い を比べると、 い の方が気温が低く飽和水蒸気量も少ないため、湿度の大小関係がわかります。また、気温が同じである あ と う を比べると、10℃における飽和水蒸気量が 9.4[g/㎥]なので、湿度の大小関係がわかります。また、 え は霧が発生しているので湿度 100%です。以上のことから あ から え の空気を湿度が高い順に並べ替えることができます。

問４　温度が 29℃で水蒸気が飽和していない空気があります。１辺の長さが 10ｍの立方体のこの空気の温度を９℃まで下げたところ、10.4 ㎏の水ができました。この空気の 29℃における湿度は何％ですか。

空気の温度を９℃まで下げたときに 10.4 ㎏の水ができることと、飽和水蒸気量は温度が低いほど小さいことから、この空気は９℃より高いある温度で露点に達し、９℃に下がるまでの間に水ができ続けたことになります。１辺の長さが 10ｍの立方体の体積は 1000 ㎥なので、この体積の空気から 10.4kg の水ができたということは、１㎥の空気から 10.4g の水ができたことがわかります。このことから 29℃のこの空気に含まれていた水蒸気量は、９℃の飽和水蒸気量に 10.4g/㎥を加えた量になります。この水蒸気量と 29℃における飽和水蒸気量を用いるとこの空気の 29℃における湿度が求まります。

空気が上昇(じょうしょう)すると雲が発生することがあります。これは空気が上昇することで温度が下がるためです。それによって空気の飽和水蒸気量が下がり、やがて空気にふくまれる水蒸気量が飽和水蒸気量に等しくなると露点に達して雲が発生します。露点に達した空気が上昇を続けると、空気の温度がさらに低下するため、新たに雲が発生していきます。空気の上昇にともなって温度が低下する割合は、その空気において水蒸気が飽和しているかどうかによって変わります。水蒸気が飽和していない空気は 100ｍ上昇するごとに１℃低下し、水蒸気が飽和している空気は 100ｍ上昇するごとに 0.5℃低下するものとします。例えば地表（高度０ｍ）にある 25℃の空気が上昇したとします。このとき、高度 400ｍで雲が発生し、そのまま高度 1000ｍまで雲が発生し続けたまま上昇させるとすると、高度 1000ｍまで上昇した空気の温度は（　ア　）℃になります。

ここで、地表にある温度 34℃、水蒸気量 24.4[g/㎥]、１辺の長さが 10ｍの立方体の空気が 3000ｍ上昇した場合について考えます。この空気が水蒸気量を保ったまま上昇したとすると、（　イ　）ｍ上昇したところで雲が発生します。その後、3000ｍの高さまで上昇する間に雲が発生し続け、雲にふくまれる水がすべて雨として降ったとします。このとき、降った雨の総量は（　ウ　）ｇになります。

問５　上の文の（　ア　）、（　イ　）、（　ウ　）に入る数字を答えなさい。

（　ア　）：地表にある空気が高度 400ｍ上がる間は、水蒸気が飽和していない空気が 100ｍ上昇するごとに１℃低下することを用いて計算します。高度 400ｍから高度 1000ｍまで上昇する間は、水蒸気が飽和している空気が 100ｍ上昇するごとに 0.5℃低下することを用いて計算します。

（　イ　）：表１より、26℃における飽和水蒸気量が 24.4[g/㎥]なので、この空気の温度が 26℃まで低下すれば雲が発生することがわかります。このことと、水蒸気が飽和していない空気が 100ｍ上昇するごとに１℃低下することを用いれば答えが求まります。

（　ウ　）：26℃の空気の飽和水蒸気量は 24.4[g/㎥]です。この空気が高度（　イ　）ｍから高度 3000ｍまで上昇する間に低下する温度を、水蒸気が飽和している空気が 100ｍ上昇するごとに 0.5℃低下することを用いて求めます。26℃の空気がその温度まで低下したときに生じる水の量は、表１の飽和水蒸気量の差をとることで求められます。その差に立方体の空気の体積をかけることで降った雨の総量が求まります。

問５では上昇した空気の露点が変化しないものとして計算しましたが、空気は上昇すると膨張（ぼうちょう）して体積が大きくなります。それによって空気１㎥あたりにふくまれる水蒸気の量が減るため、水蒸気は飽和しにくくなります。つまり、露点が低下します。以下の問いでは、この影響により空気が 100m上昇するごとに露点が 0.2℃ずつ低下するものとします。例えば、地表で温度 24℃、露点 20℃の空気が高度 100mまで上昇すると、空気の温度は 23℃、露点は 19.8℃になります。この空気が高度（　エ　）mまで上昇すると露点に達します。

空気が上昇して温度が下がったときに、上昇した空気の温度が周囲の気温よりも高いと、上昇した空気は力を加えなくても自ら上昇していきます。このとき、上昇する空気は周囲の空気と混ざらないものとします。また、両者の間で熱の移動はないものとします。図２、図３は異なる２地点における地表から高度 3500m までの気温を示したものです。ここで、図２の地点において地表にある温度 35℃、水蒸気量 20.6[g/㎥]の空気に力を加えて高度 100mまで上昇させたとします。高度 100mまで上昇した空気の温度が 34℃まで下がるのに対して、高度 100mの気温は 33℃なので、上昇した空気は力を加えなくても自ら上昇していきます。上昇し続ける空気はある高度で露点に達しますが、そこでも周囲の気温よりも温度が高いのでさらに上昇を続けていきます。この空気が高度（　オ　）mまで上昇すると、まわりの気温と同じ温度になるため、そこで上昇は止まります。次に、図３の地点において地表にある温度 35℃の空気に力を加えて高度 100mまで上昇させた場合を考えます。高度 100mまで上昇させた空気はそれ以上力を加えなくても高度 3500m以上自ら上昇したとします。このとき、上昇した空気にふくまれる水蒸気量は地表において（　カ　）[g/㎥]よりも高い必要があり、（　カ　）[g/㎥]以下だとこの空気は途中（とちゅう）で上昇しなくなります。

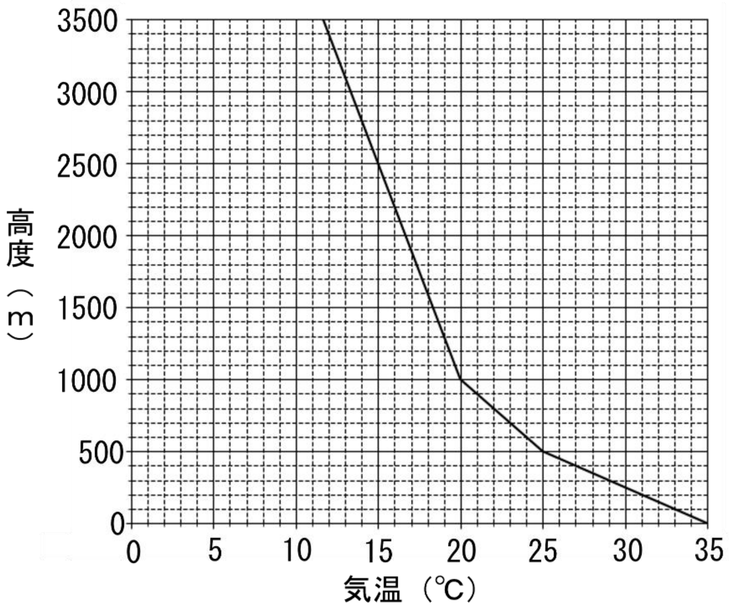


図２

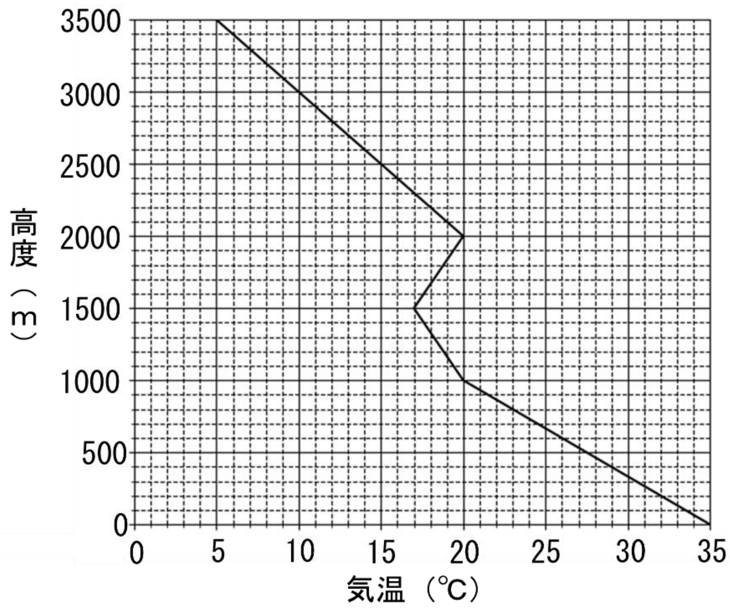
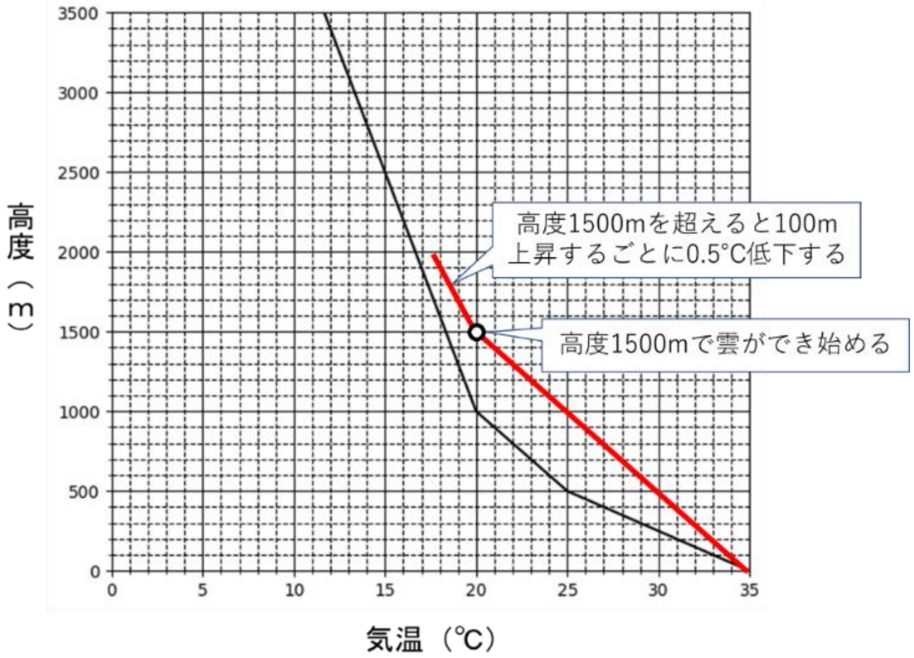


図３

問６　上の文の（　エ　）、（　オ　）に入る数字を答えなさい。

（　エ　）：水蒸気が飽和していない空気では、100m上昇するごとに１℃低下し、露点が 0.2℃低下します。このことから水蒸気が飽和していない空気が 100m上昇するごとに温度と露点の差が 0.8℃縮まることがわかります。このことを用いて上昇した空気の温度と露点が等しくなる高度を求めます。

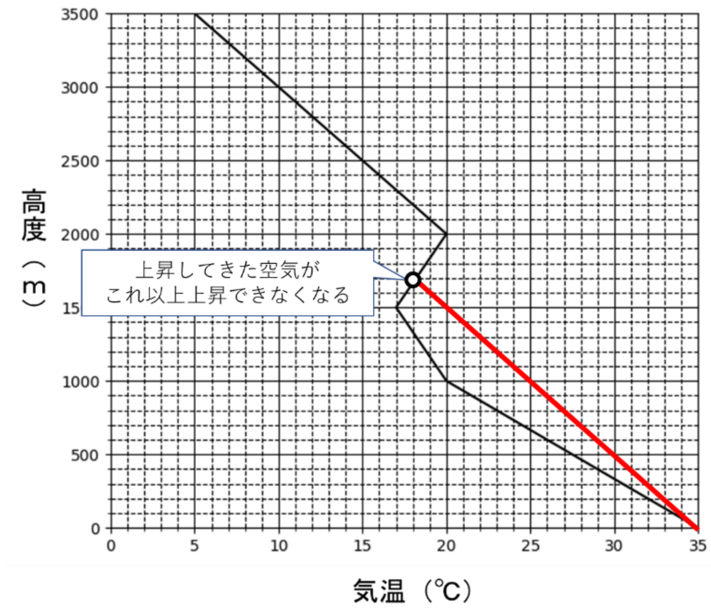
（　オ　）：表１より、水蒸気量が 20.6g/㎥の空気の露点は 23℃であることを読み取ります。空気の温度が 35℃なので、露点との温度差は 35℃-23℃=12℃です。水蒸気が飽和していない空気では 100m上昇するごとに温度と露点の差が 0.8℃縮まることから、地表にあるこの空気が上昇して雲ができる高度は 12℃÷0.8℃×100m=1500mであることがわかります。空気が上昇して 1500mに達するまでの間は 100m上昇するごとに１℃低下するため、温度変化は図①のようになり、1500mで 20℃になることがわかります。この空気が高度 1500mを超えると 100m上昇するごとに 0.5℃低下するようになります。また、上昇した空気の温度がその場所の気温よりも高ければ空気は上昇を続けます。これらのことから、グラフの 1500m、20℃の点から 100m上昇するごとに 0.5℃低下するような直線をひき、気温のグラフと交わる点を求めることで空気の上昇が止まる高度がわかります。



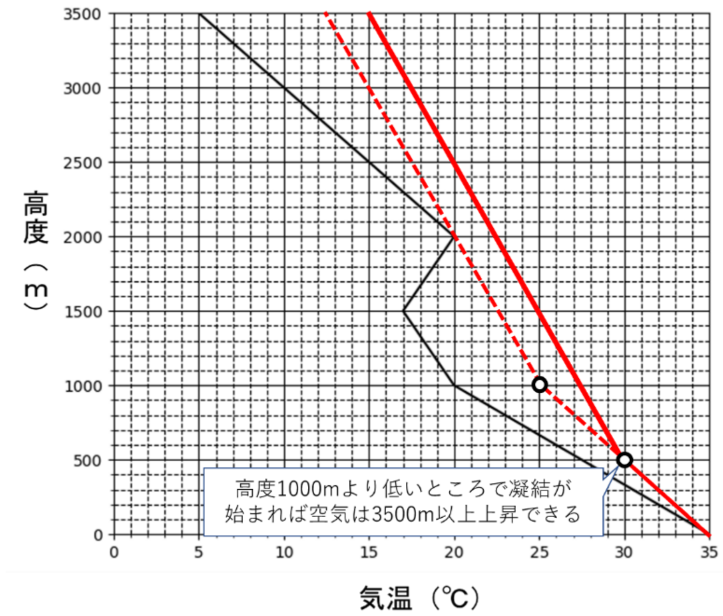
図①

問７　上の文の（　カ　）に入る数字を表１の水蒸気量から選びなさい。

図②のように、この地点において水蒸気が飽和に達しないまま地表から空気が上昇し続けると、3500mに達するまでの間に上昇した空気の温度が周囲の気温と等しくなり、それ以上上昇できなくなります。高度 100mまで力を加えて上昇させた空気が、高度 3500mまで自ら上昇するためには、図③のように高度 1000mより低いところで雲ができる必要があります。地表から上昇してきた空気において高度 1000mで雲がでる場合、上昇してきた空気の温度は 35℃−(1000m÷100m)=25℃になります。この温度は地表から上昇してきた空気の、高度 1000mにおける露点です。この空気の地表における露点は、空気が 100m上昇するごとに露点が 0.2℃低下することを利用して求められます。その温度における飽和水蒸気量が答えです。



図②



図③

4　次の文を読んで、下の問いに答えなさい。

Ⅰ

Ｒ君は重さが一様で均質な板を準備して、面が水平になるよう糸でつるそうと考えました。

Ｒ君は本を読んで「重心」という言葉を知っていたので、実験を始める前にこの重心というものをもう一度復習しておこうと思いました。図１の（ア）のように、重さの無視できる棒の両端（りょうはし）に 10ｇのおもりをぶら下げ、棒の中央をばねでつり下げるとばねは 10cm のびて棒は水平につり合っていました。ところが、この２つの 10ｇのおもりの代わりに棒の中央に 20ｇのおもりをぶら下げても同様に棒は水平のままばねは 10cm のびます。次に（イ）のように、糸でおもりをぶら下げるのではなく棒の両端がそれぞれ 10ｇあると考えました。このとき、棒全体を１点で水平につるせる位置は棒の中央ということになり、この位置をこの物体の重心と呼ぶのだとＲ君は再確認しました。

今度は重さが一様で均質な板を考えてみました。この場合にも、板が水平になるように１点でつり下げることができるところが重心となります。まず、図２の例のように重さが一様で一辺 20cm の正方形の板を準備しました（四角形 ABCD）。このとき、辺ＣＤから左へ 10cm、辺ＢＣから上へ 10cm のところの点Ｏに重心があり、点Ｏのところを糸でつり下げると 40ｇの力で持ち上げることができ、板の面は水平につり下げることができました。その後、辺ＣＤから５cm の部分（点線の部分）を切り離（はな）してしまいました。切り離した後の板を点Ｏでつり下げたところ 30ｇの力で持ち上がりましたが、板は水平につり合いませんでした。明らかに重心が移動しており、点Ｏから左へ 2.5cm ずれた点Ｇに移ったのでした。Ｒ君は点Ｇに糸を付けなおす代わりに糸２本でつり下げ、２本とも同じ力で引き上げることにより板の面を水平にしようとしました。点Ｏの糸はつけたまま点Ｐ（点Ｏから左にずらし、辺ＡＢから５cm のところ）にもう１本の糸を付けたところ、それぞれ 15ｇの力をかけた糸２本で持ち上がり、板は水平につり合いました。

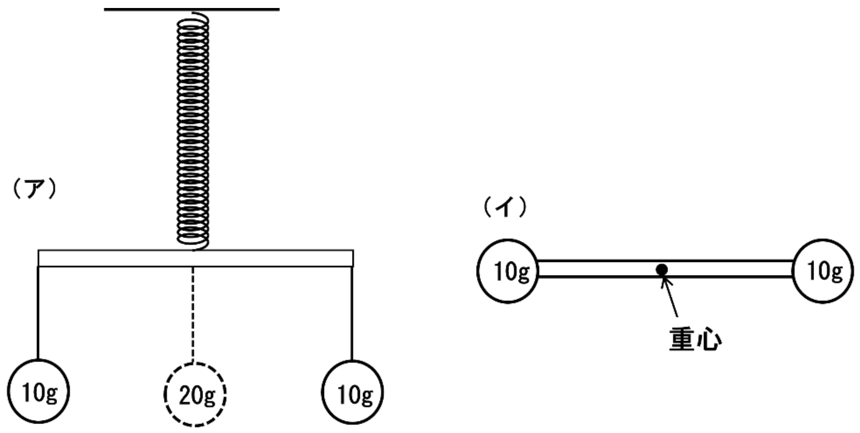


図１

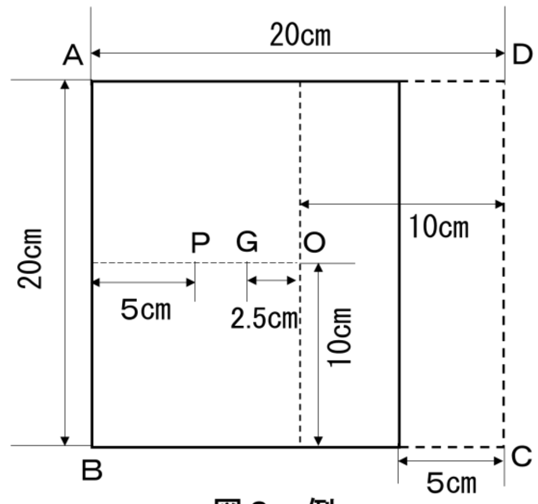


図２　例

問１　次の３つの板（図３～図５）は重さが一様で均質な板であり、それぞれ 40ｇあります。点Ｏにはすでに１本糸が付いていますが、もう１本糸をつけて 20ｇずつの力で板を水平につり下げるとして、次の（１）～（３）のそれぞれに答えなさい。（ただし、それぞれの図において、表示している長さは実際の比率とは異なります。）

（１）　図３の板は直径 12cm の円形の板で、向かって右側を直径６cm の円形にくりぬいてあります。（点Ｐから点Ｏに向かった直線上にくりぬいた円の中心があります。）外の円の中心を点Ｏとし、点Ｏから点Ｐに向かって何 cm のところにもう１本の糸をつければよいですか。

（２）　図４のＣＨの中心（ＤＧの中心）を点Ｏとし、点Ｏから点Ｐに向かって何 cm のところにもう１本の糸を付ければよいですか。

（３）　図５の辺ＥＦから左へ 10cm、辺ＢＣから上へ 10cm のところを点Ｏとし、点Ｏから点Ｐに向かって何 cm、そこから辺ＡＦの方に向かって何 cm のところにもう１本の糸をつければよいですか。

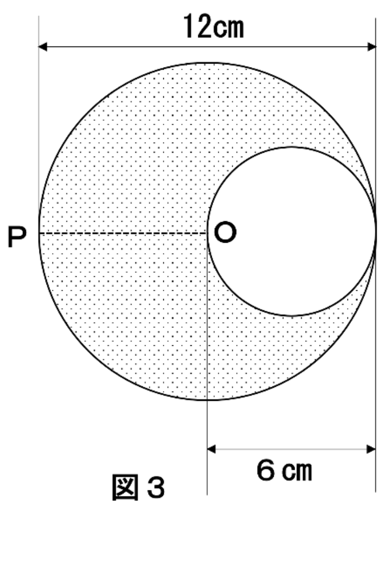


図３

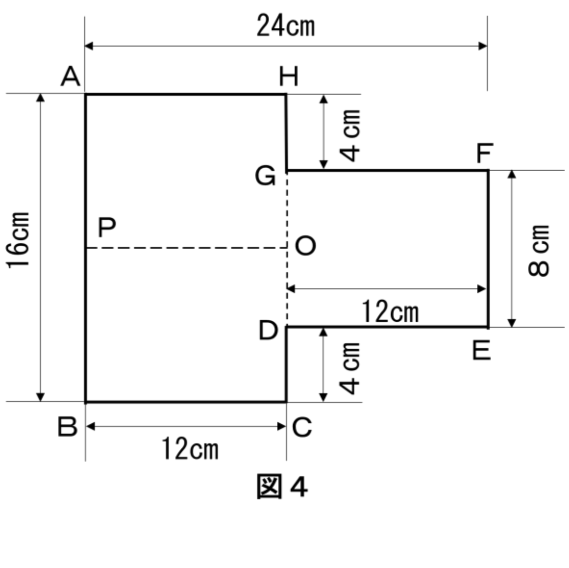


図４

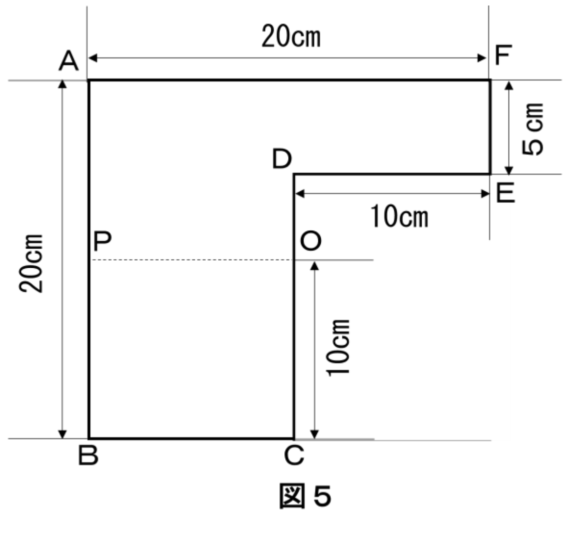


図５

問１（１）～（３）は、各平面形状において重心を求める問題です。重心とは何かということについては問題文に書いてありますので、問題文をしっかり読んで意味をつかむようにしましょう。ただし、求めるのは重心の位置そのものではなく、同じ力でつるした糸２本のうちの１本の位置です。つまり、最初から固定してある１本の糸の位置から重心へ向かい、重心までの距離の倍の距離の位置を求めればよいことになります。まずは、それぞれの形状における重心の位置を考えてみましょう。

（１）　本問題の形状ですが、円形の板があり向かって右側を直径が半分の円形にくりぬいた形となっています。くりぬいた部分の重さは、くりぬく前の大きな円形板の重さの 1/4 です。また、くりぬいた部分の重心は、くりぬいた部分の中心にあり、水平に直径の線を引いたときの右端から 3cm のところになります。今求めたい部分の重心に、くりぬいた部分の３倍の重さがかかっていると考えて、これと、くりぬいた円形部分の重心とのつり合いの位置が大きい全体の円の中心にあることに気づけば、求める形状の重心がわかります。

（２）　四角形 GDEF を PO の延長線上で分け、GF を AH の直線上まで上方までずらし、DE を BC の直線上まで下方にずらせば、大きな長方形の右側を小さな長方形の形状にくりぬいた形となり、（１）と同様にして解けます。

（３）　図５の形状では、上下のつり合いの位置、左右のつり合いの位置を別々に求めれば、その合わせたものが重心の位置となります。まず DE の直線上で上下に分け、３：２の重さが各部分の重心にかかっているとして上下のつり合いの位置を求めます。さらに CD の直線上で左右に分け、５：１の重さが各部分の重心にかかっているとして、左右のつり合いの位置を求めます。そうすれば、重心の位置がわかります。

Ⅱ

図６のように３台（a、b、c）の車が直線道路上を走ります。a と b の車は右側に向かって走ります。c の車は左側に向かって走ります。最初、a、b の車はＯ点におり、c の車は 1020m右に離れたところにいて、同時にスタートしました。（この問題では、進む距離（きょり）と比べて車の大きさは小さいので、車の大きさは考えないものとしてください。）

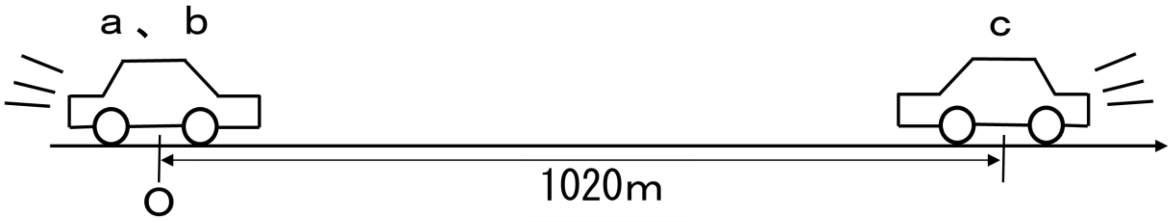


図６

それぞれの車は、図７のような速度で走っています。速度とは、速さと向きを合わせた言葉で、本問題では紙面に向かって右向きを＋（プラス）の向き、左向きを－（マイナス）の向きとします。速度の単位はm／s（秒速何mの意味。s は秒を表す。）で速さの単位と同じです。例えば、左向きに速さ 10m／s で走っていれば、速度は－10m／s と表します。従って、c の車の速度は常にマイナスの値となっています。また、スタートしてから、20 秒後、30 秒後には速度が一定の値から急激に変化しますが、この問題での車はグラフの通り、時間がかからずにすぐに速度が変化できるものとしてください。それから、問３、問４には相対速度という言葉がでてきます。一般に、動く物体Ａから観測した他の物体Ｂの速度のことを、Ａに対する（Ａから見た）Ｂの相対速度といいます。

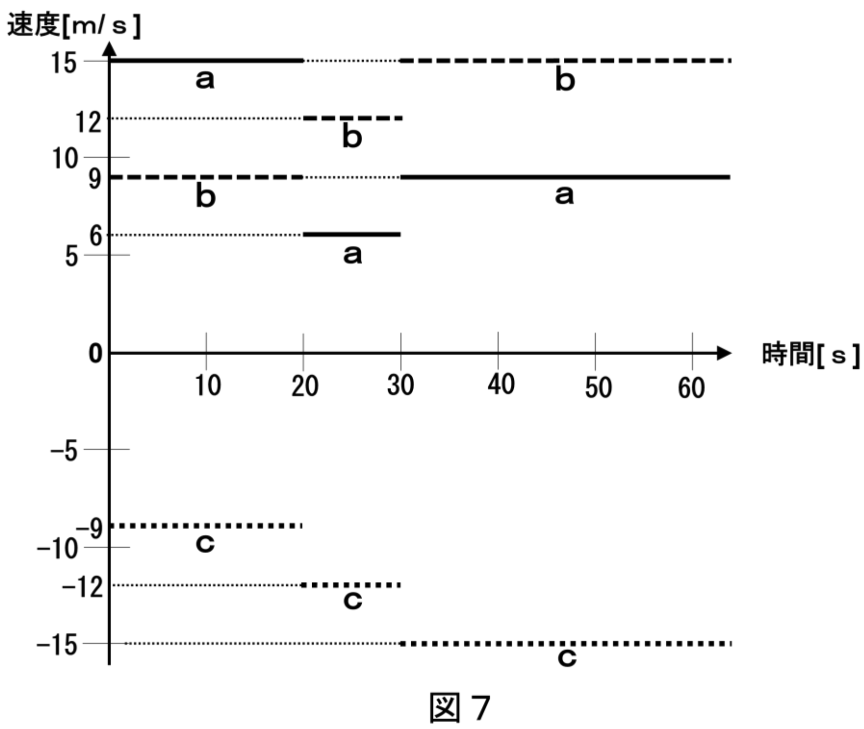


図７

３台の車が、それぞれの地点から同時に走り出します。その時々の速度は図に示した通りであり、それぞれの位置は計算できるようになっています。また、設問にある「相対速度」の意味を文中からしっかりとつかむ必要があります。

問２　スタートから 10 秒後、ａの車はｂの車の何ｍ前を進んでいますか。またこのとき、ａの車とｃの車は何ｍ離れていますか。

スタートから１０秒後の、それぞれの車の位置が分かれば導き出せます。

問３　スタートから何秒後にｂの車はａの車に追いつきますか。また追いついた直後、ａの車から見たｂの車の相対速度は何ｍ/ｓですか。＋、－どちらかの符号も付けて答えなさい。

ａとｂの車の位置を時間ごとに追っていき、距離が同じとなる時間を求めればよいです。

問４　スタートから何秒後にａの車とｃの車がすれ違いますか。またすれ違った直後、ａの車から見たｃの車の相対速度は何ｍ/ｓですか。＋、－どちらかの符号も付けて答えなさい。

ａとｃの車が進んだ距離を足し合わせ、合計が 1020m になる時間を求めればよいです。

みなさんは、上記問題を解くときに

（速さ）×（時間）＝（距離）

という公式を使ったでしょう。この公式とグラフを見比べることにより、時間軸（図８の横軸）とグラフをある時間とある時間の間で囲った長方形の面積が距離となることに気づいたことと思います。図８に示すように、出発後１秒から出発後６秒に 10m／ｓの速さで進んだ距離は、図のＡＢＣＤで囲まれた面積である、50ｍとなります。このルールを使えば、速度が変化する場合にでも、三角形や台形の面積を求めることにより距離が計算できることがわかります。

今度はａとｂの車だけがＯ点で止まっている状態から右に向かってスタートしました。ａの車は図９のような速度で走ります。ｂの車はある一定の割合でどんどん速くなっていきます（速度、時間ともに０の点を通る右上に傾いた直線グラフになる）。

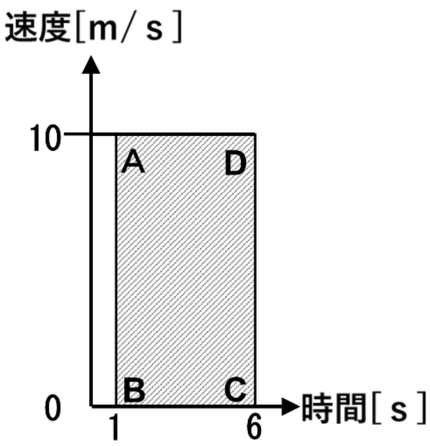


図８

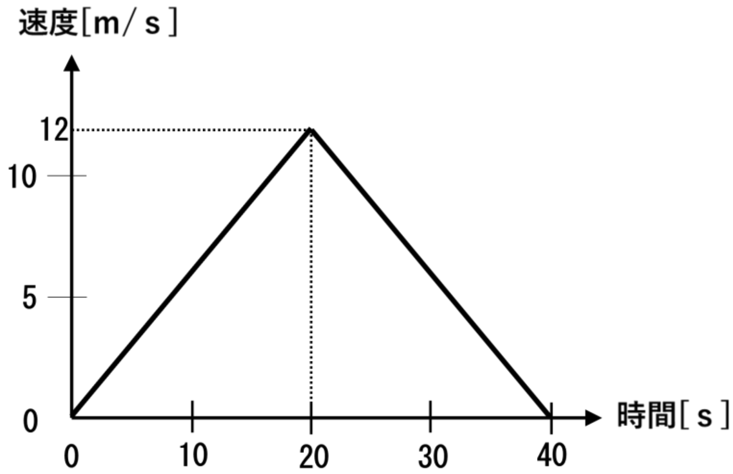


図９

問５　スタートから 30 秒後にａとｂの車は同じ位置にいました。それは、スタートから何ｍの地点で、そのときのｂの速さは何ｍ/ｓだったでしょうか。

まず図９から、0 秒から 30 秒までのグラフの下の部分の面積を求めます。これが 30 秒後にａとｂの車が到達する地点となります。これと同じ面積の、底辺が 30 秒の直角三角形を求めればｂの速さが求まります。