

- 1 ばねは、おもりをつるしたときの伸びによって、ばねにはたらく力の大きさをはかることができます。使用するばねは重さが無視できるほど軽く、おもりの大きさは無視できるほど小さいものとしてあとの問いに答えなさい。

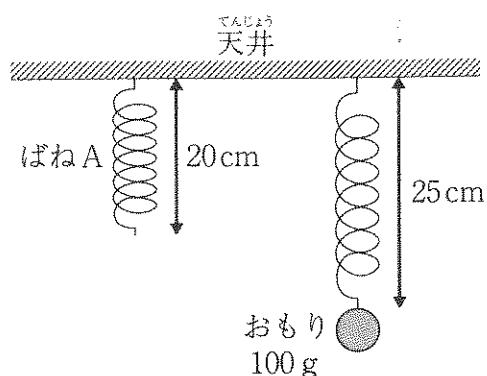


図 1

まず、図 1 のように自然の長さが 20 cm のばね A を用意し、天井につるしました。このばね A に 100 g のおもりをつるしたところ、長さは 25 cm になりました。

問 1 ばね A から 100 g のおもりはずして、200 g のおもりをつるしたとき、ばね A の長さは何 cm になりますか。

問 2 ばね A から 200 g のおもりはずして重さのわからないおもりをつるしたところ、ばね A の長さは 28 cm になりました。このおもりの重さは何 g ですか。

次に、図 2 のように摩擦のないすい円板の台の中心に、細い円柱（支柱）がついた装置を用意しました。この装置の台は、支柱を軸にして水平を保ち回転します。この台に図 1 のばね A と 100 g のおもりを取りつけ、摩擦のない 2 枚の板でばね A とおもりをはさみ、ばねが伸び縮みする方向にのみ、おもりが動けるようにしました。図 3 はこれを上から見たものを表しています。

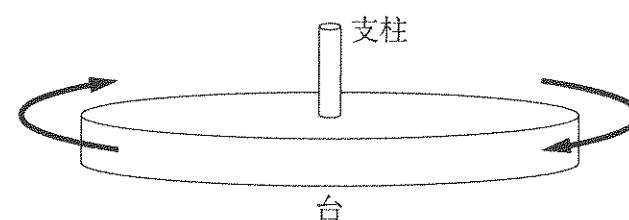


図 2

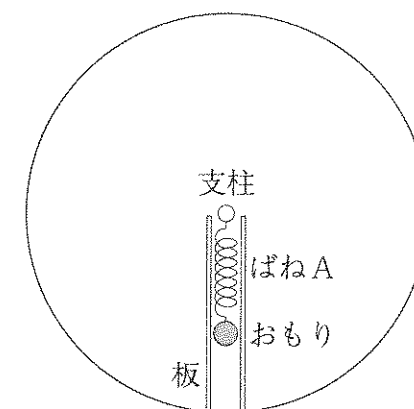


図 3

図 3 の装置を、1 秒間あたり 1 回転するペースで回し続けました。このとき、ばね A とおもりは支柱を中心として、円を描くように運動（円運動）し、ばね A の長さは 25 cm を保っていました。

問 3 この操作と結果からわかることを次の文章にまとめました。文中の (①) と (②) にあてはまるものの組み合わせとして正しいものを下のア～カから 1 つ選び、記号で答えなさい。

支柱を中心におもりを円運動させると (①) 向きに力がはたらいたように見えた。この力の大きさは、100 g のおもりを 1 秒間に 1 回転のペースで回転させる場合は、(②) のおもりに対してはたらく重力の大きさと同じと考えられる。

	ア	イ	ウ	エ	オ	カ
①	支柱から遠ざかる	支柱から遠ざかる	支柱から遠ざかる	支柱に近づく	支柱に近づく	支柱に近づく
②	100 g	200 g	300 g	100 g	200 g	300 g

次に、図4のような電子計測器を用意しました。電子計測器は、ひもにつるしたおもりの重さを数値で表示するようになっていて、ばねばかりとはちがい、おもりによって伸びることはありません。また、電子計測器は重さが無視できるほど軽いものとしします。

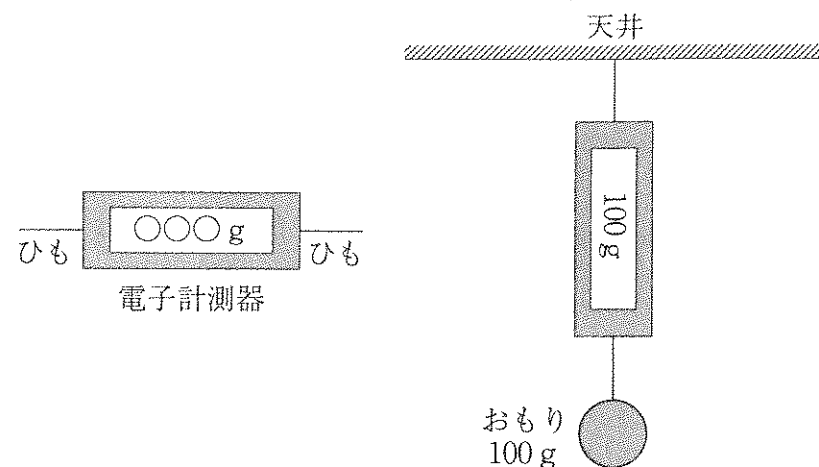


図4

この電子計測器を図3のばねAと取りかえて、図5の状態にしました。この台を1秒間に1回転のペースで回し続けたところ、おもりは円運動し、電子計測器には80 gと表示されました。このとき、電子計測器とひもの長さの合計は20 cmでした。

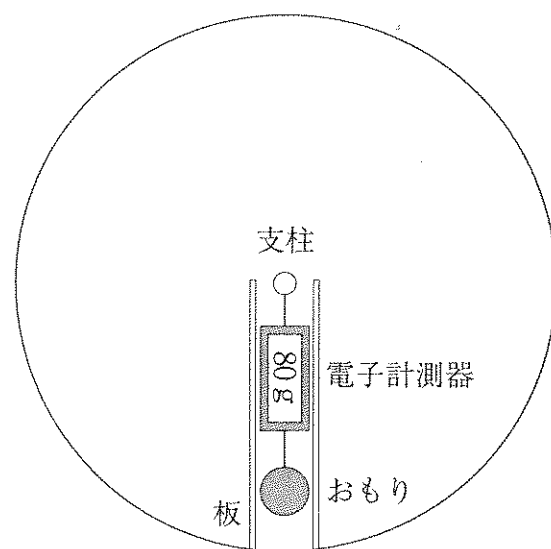


図5

問4 問3の結果と、図5で電子計測器に80 gと表示されたことからわかることとして正しいものを次のア～カから1つ選び、記号で答えなさい。

- ア ばねの自然の長さとひもを含めた電子計測器の長さは同じなので、円運動をする物体にはたらいて見える力の大きさはおもりが描く円の半径とは関係がない。
- イ 支柱を同じペースで回転させる場合、円運動によって物体にはたらいて見える力の大きさは、おもりの重さとは関係がない。
- ウ 同じ重さのおもりをとりつけた場合、円運動によって物体にはたらいて見える力の大きさは、支柱を回転させるペースとは関係がない。
- エ 円運動をしている物体にはたらいて見える力の大きさは、おもりが描く円の半径に関係しているが、おもりの重さが関係しているかはわからない。
- オ 円運動をしている物体にはたらいて見える力の大きさは、おもりの重さに関係しているが、おもりが描く円の半径に関係しているかはわからない。
- カ 円運動をしている物体にはたらいて見える力の大きさは、支柱を回転させるペースに関係しているが、おもりが描く円の半径に関係しているかはわからない。

円運動をしている物体にはたらいて見える力のことを「遠心力」と呼びます。この遠心力の大きさと円運動の関係をよりくわしく知るために、図5の装置で、「台を回転させるペース（1秒あたりの回転数）」「おもりの重さ」「電子計測器とひもの合計の長さ」を変えて台を回転させました。それぞれの条件における「電子計測器の表示（遠心力の大きさ）」は表のようになりました。

表

回転数〔回〕	1	1	2	1	3	2	4
重さ〔g〕	100	200	100	200	100	100	100
長さ〔cm〕	20	20	20	30	10	10	10
表示〔g〕	80	160	320	(あ)	360	160	(い)

問5 表の(あ)、(い)にあてはまる数字を答えなさい。

地球は地軸を中心におよそ24時間で1回転のペースで自転しています。よって、地球上で生活している私たちにも遠心力がはたらいて見えます。

問6 次の文章は、赤道上の物体にはたらいて見える遠心力についての説明文です。(①)～(③)にあてはまる語句として正しいものを下のア～ケからそれぞれ1つ選び、記号で答えなさい。

赤道上の物体にはたらく力について考えるとき、遠心力は(①)に向かってはたらいて見えるため、赤道上の物体は引力で地球に引き付けられると同時に、遠心力も受けているように見える。そして、その遠心力の大きさを考える上で必要な、物体が描く円軌道の半径は(②)であり、回転するペースは(③)から求めることができる。

- ア 赤道の長さ イ 地球の直径 ウ 地球の半径
- エ 地球の公転周期 オ 地球の自転周期 カ 地面に対して下
- キ 地面に対して上 ク 北極 ケ 南極

問7 赤道上にいる体重60kgの人にはたらいて見える遠心力の大きさを200gとします。このとき、ノルウェーの都市オスロ(北緯60度)にいる体重45kgの人にはたらいて見える遠心力の大きさは何gか求めなさい。ただし、地球は完全な球の形をしているものとします。

2 次の文章は栄東くんがものの変化について行った自由研究の内容について、お父さんと話をしたときの会話文です。会話文を読み、あとの問いに答えなさい。

お父さん：自由研究のテーマは何にしたんだい。
 栄東くん：ものの温度の上がり方と変化についてだよ。水とアルコール水の温度の上がり方と①気化のようすをまとめたんだ。そうしたら②沸とうする温度に差が出たんだ。これが③温度変化のグラフだよ。
 お父さん：どれどれ、本当だ。
 栄東くん：水のグラフは水の沸点が100℃だから納得できたよ。だけど、アルコール水のグラフは難しいよ。グラフの形がきれいじゃなくて、これはまとめられないよ。
 お父さん：そんなことはないよ。少しだけヒントをあげよう。まず、水のグラフはなぜこのような形をしているんだい。
 栄東くん：加熱して100℃までは温度が上がるけど、沸点が100℃だからそこからは沸とうするんだよね。
 お父さん：そう。つまり、④熱の使い方が変わったんだよね。アルコール水は水にエタノールを入れてつくられているから…。
 栄東くん：あ、そうか！エタノールの沸点は…78℃、やっぱりそうだ。熱の使い方を水とエタノールで分けて考えればいいんだね！だからアルコール水は⑤温度変化のグラフの形もちがって、⑥水の沸点より低い温度から沸とうし始めたんだね。お父さん、ありがとう！

問1 下線部①について、気化と同様に液体が気体になる変化の名称はどれですか。次のア～オから1つ選び、記号で答えなさい。

- ア 融解 イ 凝固 ウ 蒸発 エ 凝縮 オ 昇華

問2 下線部②について、「問1の答え」と同じく「沸とう」も液体が気体になる変化ですが、この二つは変化する温度と場所によって呼び方が分けられています。その説明として正しい組み合わせを次のア～カから1つ選び、記号で答えなさい。

	問1の答え		沸とう	
	変化する温度	変化する場所	変化する温度	変化する場所
ア	沸点	液体全体	液体の温度全域	液面からのみ
イ	沸点	液面からのみ	沸点	液体全体
ウ	沸点	液面からのみ	液体の温度全域	液面からのみ
エ	液体の温度全域	液体全体	沸点	液体全体
オ	液体の温度全域	液体全体	液体の温度全域	液面からのみ
カ	液体の温度全域	液面からのみ	沸点	液体全体

次の図1と図2は下線部③のグラフです。

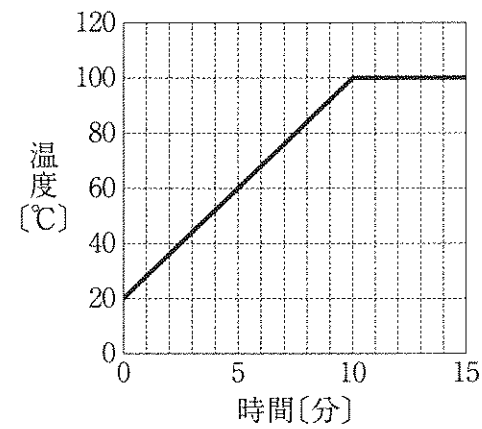


図1：水の温度変化

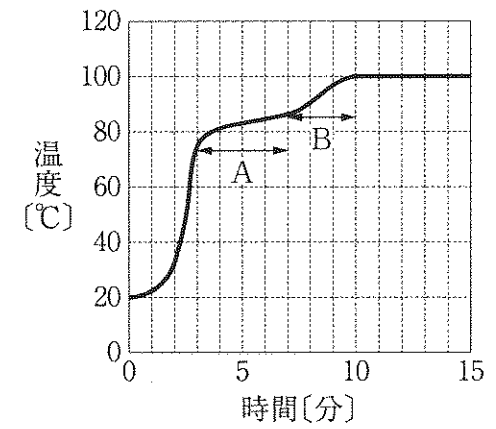


図2：アルコール水の温度変化

※アルコール水は水 40 cm³ にエタノール 10 cm³ をとくしてつくったものです。

問3 下線部④について、図2のA・Bの時間帯における水とエタノールへの主な熱の使い方の正しい組み合わせを次のア～クから1つ選び、記号で答えなさい。なお斜線は、その液体が気体へ変化して容器外へ出たため無くなったことを表しています。

	Aの時間帯		Bの時間帯	
	水	エタノール	水	エタノール
ア	温度上昇	温度上昇	温度上昇	気体へ変化
イ	温度上昇	温度上昇	気体へ変化	気体へ変化
ウ	温度上昇	気体へ変化	温度上昇	
エ	温度上昇	気体へ変化	気体へ変化	
オ	気体へ変化	温度上昇		気体へ変化
カ	気体へ変化	温度上昇	気体へ変化	気体へ変化
キ	気体へ変化	気体へ変化		
ク	気体へ変化	気体へ変化	気体へ変化	

問4 下線部⑤について、問3で示したA・Bでの熱の使い方をする時間は、水 25 cm³ とエタノール 25 cm³ でつくったアルコール水を同じ条件で加熱した場合、図2と比べてどのように変化しますか。次のア～ケから1つ選び、記号で答えなさい。

	Aでの熱の使い方をする時間	Bでの熱の使い方をする時間
ア	ほぼ一定	ほぼ一定
イ	ほぼ一定	短くなる
ウ	ほぼ一定	長くなる
エ	短くなる	ほぼ一定
オ	短くなる	短くなる
カ	短くなる	長くなる
キ	長くなる	ほぼ一定
ク	長くなる	短くなる
ケ	長くなる	長くなる

下線部⑥について、栄東くんは先に発生した気体が何か確認するため「蒸留」という実験をしました。蒸留は図3のように、沸とうして発生した気体が管を通りぬけるまでに冷えて再び液体になり、沸点の差を利用して沸点の低いものを先に回収できる実験操作です。

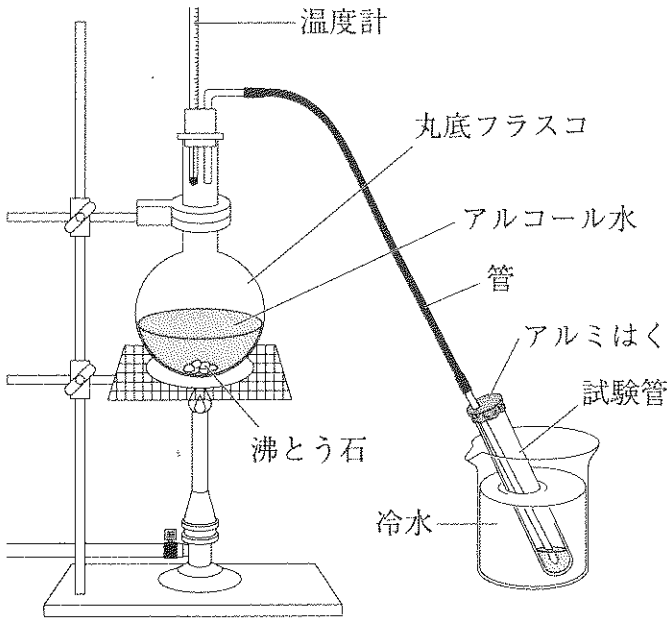


図3

問5 栄東くんは図3の丸底フラスコに水 40 cm³ とエタノール 10 cm³ でつくったアルコール水を入れておだやかに加熱し、発生した気体を冷やして液体にして 2 cm³ ずつ試験管に入れて回収しました。回収した液体に火がつくか確認した場合、どのような結果が出ると考えられますか。最も適切なものを次のア～オから1つ選び、記号で答えなさい。なお回収した液体の気化は無視できるものとします。

	1本目	2本目	3本目	4本目	5本目	6本目
ア	○	○	○	○	△	×
イ	○	△	×	×	×	×
ウ	×	×	×	×	△	○
エ	×	×	△	○	○	○
オ	×	△	○	○	○	○

○：火がつく ×：火がつかない △：火がついてすぐ消える

問6 蒸留では混ざっているものが完全に分離するのではなく、一部混ざってしまうことがあります。問5の実験の場合、「△」がついた試験管に入っている液体はどのようなものですか。簡単に書きなさい。

問7 栄東くんはアルコール水の蒸留で回収した液体に、もう一方の液体をあまり混ざらないように工夫ができないかを考えました。以下の方法のうち、最も工夫の成果があらわれるものはどれですか。次のア～オから1つ選び、記号で答えなさい。

- ア 蒸留して回収した液体をくり返し蒸留する。
- イ 直火ではなく湯せんし、じっくり温める。
- ウ 温度調整できる機械を用い、先に沸とうするものの沸点で保温する。
- エ 入れるアルコール水の量を増やす。
- オ 気体への変化と分離をはっきりさせるため火力を上げる。

3 次の文章を読み、あとの問いに答えなさい。

食べ物に含まれている①デンプン、たん白質、脂肪は、からだをつくったり、動かししたりする重要なはたらきに関わっています。これらの栄養素は消化管の中を通り、細かく②消化され、体内に吸収されます。吸収された栄養素は血液中に入り、③血液の流れによって全身に運ばれ、体内で利用されます。

もし、食べ過ぎてしまった場合、栄養素は脂肪などの形で体内にたくわえられますが、ヒトなどの脳には食べ過ぎないように④食欲をコントロールするしくみがそなわっています。

問1 下線部①について、デンプンが麦芽糖に分解されるのはデンプンがどの場所を通過しているときですか。あてはまるものを次のア～オからすべて選び、記号で答えなさい。

ア 口 イ 胃 ウ すい臓 エ 小腸 オ 大腸

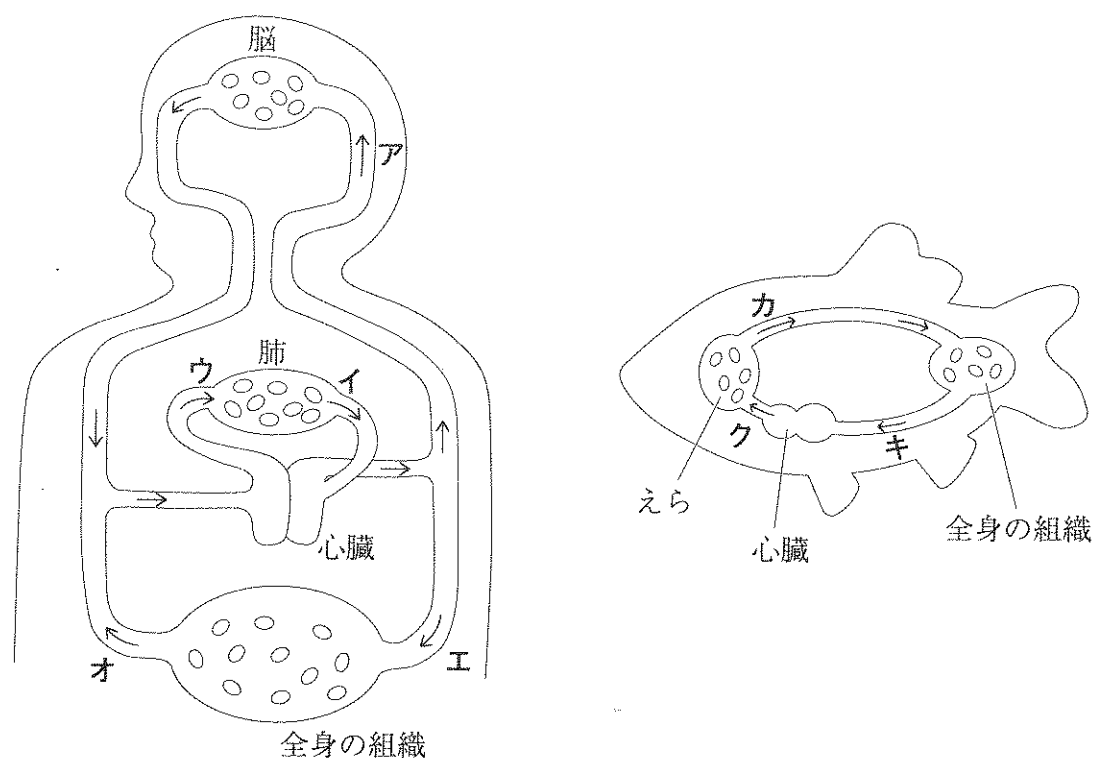
問2 下線部②について、デンプン、たん白質、脂肪のすべての消化に関わる消化液を次のア～オから1つ選び、記号で答えなさい。

ア だ液 イ 胃液 ウ たん汁 エ すい液 オ 腸液

問3 下線部③について、消化に関わる器官の説明としてあやまっているものを次のア～カからすべて選び、記号で答えなさい。

- ア 食道では消化液の分泌は行われ^{ぶんびつ}ない。
- イ かん臓には、吸収したもののうち有害なものを無害なものに変えるはたらきがある。
- ウ 胃は、胃液に含まれる消化こう素のペプシンによって、たん白質をすべてアミノ酸に消化する。
- エ たんのうは、たん汁をつくり、十二指腸に分泌する。
- オ 小腸は、栄養素の吸収を行い、消化は行わない。
- カ 小腸は、ブドウ糖とアミノ酸を毛細血管で吸収し、脂肪酸とモノグリセリドをリンパ管で吸収する。

問4 下線部③について、下の図はヒトとフナ（フナ）の血液の流れを表したものです。血液は酸素を多く含んでいるもの（動脈血）と二酸化炭素を多く含んでいるもの（静脈血）の2つに分けられます。静脈血が流れているところをア～オからすべて選び、記号で答えなさい。



図

問5 ある人は体重が39 kg、心臓が1分間に80回拍動（はくどう）しています。血液は体重の13分の1の重さで、心臓の拍動1回で50 mLの血液を送り出すとき、この人は1日あたり血液が何周体内を巡（めぐ）っていることになりますか。なお、血液は1 cm³あたり1 gとします。

次の文章は、下線部④について説明したものです。

食欲のコントロールに影響するレプチン（れぷちん）というものがヒトやネズミなどの体内でつくられ、血液中に放出されています。脳にはレプチンを感知するセンサー（レプチン受容体）があり、レプチンがレプチン受容体に作用すると脳はお腹がいっぱいだと感じ、食欲が抑制（よくせい）されます。逆に、レプチンが血液中から少なくなると、脳はお腹がすいたと感じます。

次に示すものは、レプチンをつくることのできないマウス（マウスA）とレプチン受容体がないマウス（マウスB）と通常のマウス（マウスC）をそれぞれ3匹ずつ用意し、レプチンと体重の増減のしくみを調べるために行った実験①～④とその結果です。

【実験・結果】

- ① マウスA～Cを同じ環境条件でそれぞれ育てると、マウスAとマウスBはマウスCより体重が増加した。
- ② マウスAとマウスCの血管をつないで、血液が混ざって流れる状態をつくると、実験①と比較して、マウスAの体重は減少し、マウスCの体重は変わらなかった。
- ③ マウスBとマウスCの血管をつないで、血液が混ざって流れる状態をつくると、実験①と比較して、マウスBの体重は変わらず、マウスCの体重は減少した。
- ④ マウスAとマウスBの血管をつないで、血液が混ざって流れる状態をつくると、実験①と比較して、（あ）。

問6 【実験・結果】と上の文章の内容から考察できることとして正しいものを次のア～オから1つ選び、記号で答えなさい。

- ア 実験①では、マウスA、Bはレプチンがつかれない。
- イ 実験②では、マウスCがつくり出したレプチンがマウスAに作用する。
- ウ 実験②では、マウスAがレプチンをつくりだす。
- エ 実験③では、マウスCのレプチン受容体にレプチンが作用した反応がマウスBにも伝わる。
- オ 実験③では、マウスCが実験①より多量にレプチンをつくりだす。

問7 実験④について、(あ) にあてはまる文章として正しいものを次のア～ケから1つ選び、記号で答えなさい。

- ア マウスAの体重は増加し、マウスBの体重は変わらなかった。
- イ マウスAの体重は減少し、マウスBの体重は変わらなかった。
- ウ マウスAの体重も、マウスBの体重も変わらなかった。
- エ マウスAの体重は増加し、マウスBの体重は減少した。
- オ マウスAの体重も、マウスBの体重も減少した。
- カ マウスAの体重は変わらず、マウスBの体重は減少した。
- キ マウスAの体重も、マウスBの体重も増加した。
- ク マウスAの体重は減少し、マウスBの体重は増加した。
- ケ マウスAの体重は変わらず、マウスBの体重は増加した。

4 次の文章を読み、あとの問いに答えなさい。

空にうかぶ雲は、気体の水蒸気ではなく、水や氷からできている。雲の中には、積雲や積乱雲のように、かたまり状の雲がある。こういった雲を対流雲と呼ぶ。対流雲は、空気のかたまりが上昇したときに発生する。

空気1 m³あたりにふくむことのできる最大の水蒸気量〔g〕を飽和水蒸気量と呼びます。また、飽和水蒸気量に対して実際に空気がふくんでいる水蒸気量の割合〔%〕を湿度と呼びます。飽和水蒸気量をこえる量の水蒸気は、水滴になります。さまざまな温度における飽和水蒸気量を、以下の表にまとめました。

表

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〕
5	6.8	10	9.4	15	12.8	20	17.3
6	7.3	11	10	16	13.6	21	18.4
7	7.8	12	10.7	17	14.5	22	19.4
8	8.3	13	11.4	18	15.4	23	20.6
9	8.8	14	12.1	19	16.3	24	21.8

問1 雲がない状態の空気は、100 m上昇するごとに1℃ずつ温度が下がっていきます。高度0 mの地上から、温度24℃、湿度40%の空気のかたまりが上昇するとき、雲ができはじめる高度の範囲として正しいものを次のア～カから1つ選び、記号で答えなさい。

- ア 400～600 m イ 600～800 m
- ウ 800～1000 m エ 1000～1200 m
- オ 1200～1400 m カ 1400～1600 m

問2 対流雲は、いくつかの段階をへて発生します。対流雲の発生のしくみとして正しいものを次のア～カから3つ選び、「対流雲が発生する」につながるよう、適切な順番に並びかえなさい。

- ア あたたかい空気から、水分のみが蒸発して上昇する。
- イ 太陽の熱で空気が直接あたためられる。
- ウ 上空では気圧が下がるため、空気のかたまりがぼう張し、温度が下がる。
- エ あたたかい空気は密度が小さいので上昇する。
- オ 上空では太陽に近くなるため、温度が上がる。
- カ 太陽の熱により地面があたためられ、地温で空気のかたまりがあたためられる。

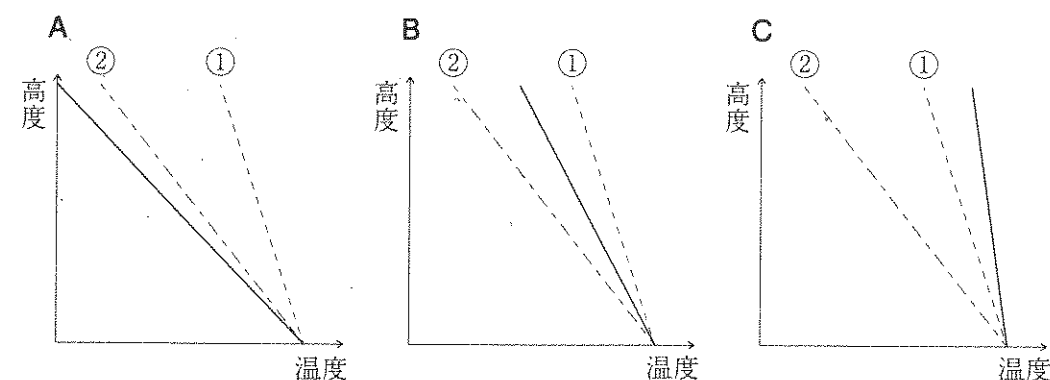
空気のかたまりの中に水滴ができて、対流雲が発生したあとのことを考える。地上から上昇してきた空気のかたまりは、周囲の空気（大気）と比べて温度が高いときにさらに上昇する。対流雲の一種である積乱雲は、雲をつくった空気のかたまりがこうして上昇を続け、上方向に発達した雲である。

雲のできる高度ではふつう、大気は高度が高いと温度が低い。ただし、高度と温度の関係は場所や季節によって異なるため、対流雲が発生したあと発達するかしないかは、そのときの大気の状態によって異なる。

高度が上がるごとに、空気の温度がどのように変化するかを、高度を縦軸に、温度を横軸にとって【グラフ】をかきました。【グラフ】の点線①は「雲がある状態で空気のかたまりが上昇したときの温度の変化」、点線②は「雲がない状態で空気のかたまりが上昇したときの温度の変化」、実線は「その高度における大気の温度」を表しています。

問3 3つの【グラフ】が表す大気の状態のうちで、最も積乱雲が形成されやすいものはどれですか。【グラフ】のA～Cから1つ選び、記号で答えなさい。また、その理由として適切なものを【理由】のア～エから1つ選び、記号で答えなさい。

【グラフ】



【理由】

- ア 大気の温度が、①の状態で空気のかたまりが上昇したときよりも低く、②の状態よりも高いため。
- イ 大気の温度が、②の状態で空気のかたまりが上昇したときよりも低く、①の状態よりも高いため。
- ウ ①・②のどちらの状態でも空気のかたまりが上昇したときよりも大気の温度が高いため。
- エ ①・②のどちらの状態でも空気のかたまりが上昇したときよりも大気の温度が低いため。

問4 大気の状態を調べるため、実際にさまざまな高度での大気の温度を測ってグラフをつくると、問3のような直線ではなく曲線になります。ある場所で高度ごとに大気の温度を測ってグラフをかいたとき、**図1**の実線のようにになりました。横軸の温度の前についている「-」（マイナス）は、その温度が氷点下であることを表しています。

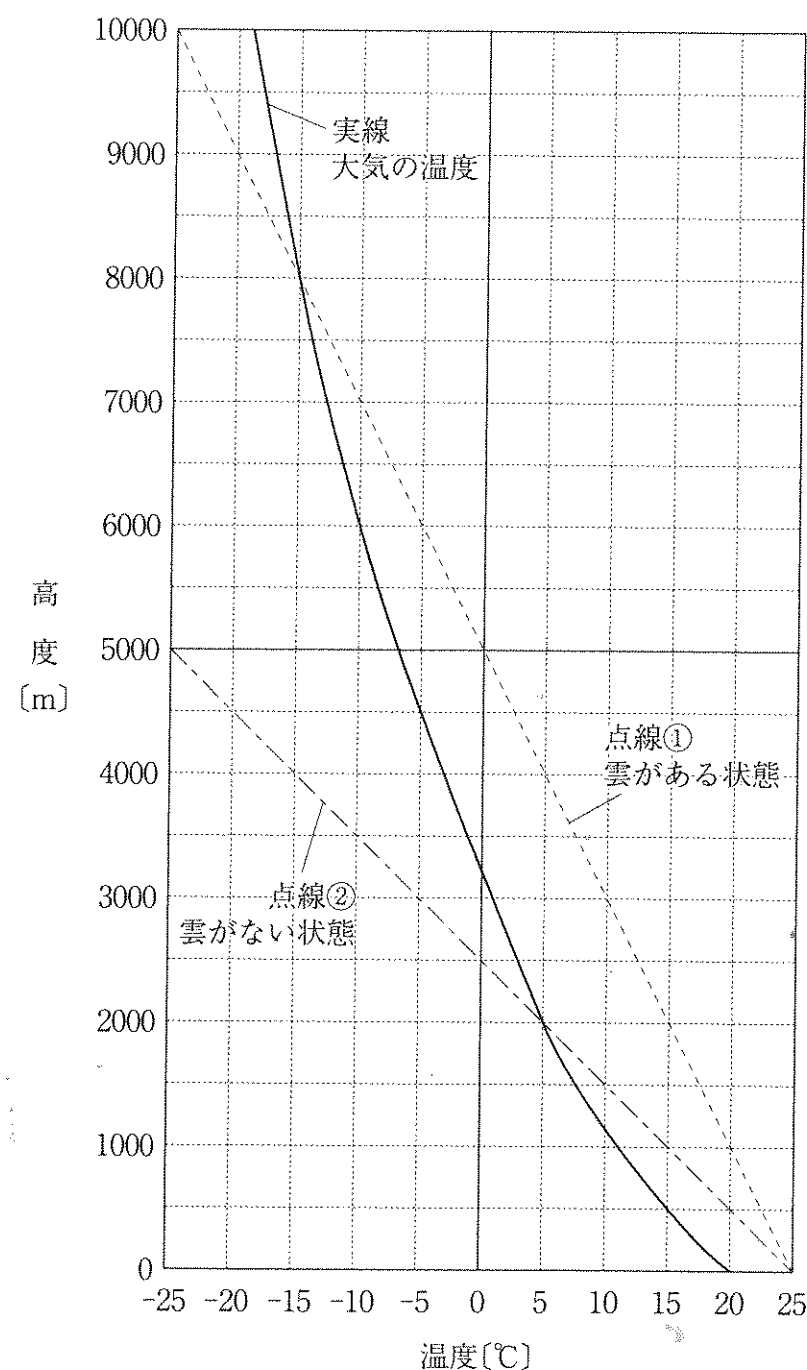


図1

(1) 問3と同様に、**図1**の点線①は雲がある状態で空気のかたまりが上昇したときの温度の変化、点線②は雲がない状態で空気のかたまりが上昇したときの温度の変化を表しています。①の状態で空気のかたまりが100 m上昇するごとに、温度は何℃下がるか答えなさい。

(2) この場所に積乱雲ができており、**図2**のように積乱雲の下の端は高度1000 mであることがわかっています。積乱雲の上の端（雲頂）の高度はおよそ何mですか。なお、この積乱雲は高度0 mの地上から空気のかたまりが上昇し、雲頂の高度で上昇が止まってできたものとしします。また、空気のかたまりの地上での温度は25℃とします。

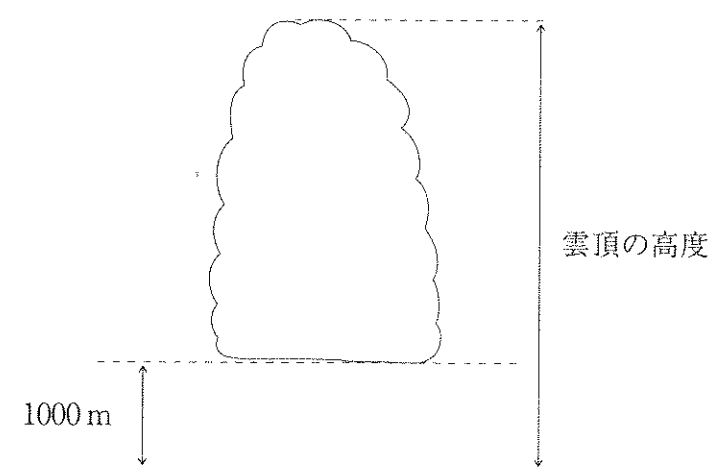


図2

令和2年度 栄東中学校入学試験解答用紙

得点

東大クラス選抜Ⅰ

〔理 科〕 (40分)

受験番号		整理番号		氏名	
------	--	------	--	----	--

1	問1	cm		問2	g		問3		
	問4			問5	(あ)		(い)		
	問6	①	②	③		問7	g		

2	問1		問2		問3		問4		問5	
	問6								問7	

3	問1				問2				
	問3				問4				
	問5	周			問6			問7	

4	問1			問2	→		→	
	問3	グラフ	理由	問4	(1)	℃	(2)	m