

1

次の文を読んで、各問いに答えなさい。(25点)

体に酸素を取り入れて、(あ)を出すことを呼吸という。体に取り入れた酸素は①血液にとけて、全身に運ばれる。肺は空気中から酸素を取り入れるために発達した臓器であり、陸上で生活する動物の多くは肺をもっている。水中で生活する動物の多くは(い)という臓器で水の中にとけている酸素をからだに取り入れる。

ヒトの肺の場合、(う)という空気の通り道の先が肺の中で細かく枝分かれして、その先に肺ほうという小さなふくろがたくさんついている。肺ほうの周りを毛細血管があみのように包んでおり、肺ほう中の空気と毛細血管中の血液の間で酸素と(あ)の交かんが行われる。②肺ほうの直径は0.2mmほどで、全ての肺ほうの表面積を合わせると大人では80m²の広さになる。面積が大きいので、酸素と(あ)の交かんが効率よく起こる。肺には筋肉がついていないため、自分でふくらむことはできない。肺はむねの骨や③横隔膜という筋肉に囲まれており、それらの動きで肺をふくらませたり、縮めたりして肺の中の空気を効率よく入れかえる。肺ほうや横隔膜はほ乳類だけがもっている。

鳥類の呼吸のしくみはほ乳類より優れている。鳥類は肺ほうも横隔膜ももたないが、④肺の前後に「気のう」というふくろをもつ。下図のように、気のうをふくらませたり縮めたりすることによって、息を吸うときもはくときも肺の中を新せんな空気が一方向に流れるので、(あ)を多くふくらんだ空気が肺の中にとどまらず、効率が非常に良い。だから、ある種のハゲワシは酸素のうすい高さ10000mの上空を飛び続けることができる。

2億6千万年前から6600万年前まで栄えた恐竜も、鳥類と同じ気のうをもっていたことが最近、明らかになってきた。2億6千万年前、地球に異変が起きて、空気中の酸素の割合が10%に下がり、地球上の生物の9割以上が死に絶えた。⑤この異変を生きのびた生物のうち、恐竜は気のうをもっていたため酸素がうすい地球でも真っ先に数を増やした。そして、地球の酸素がこくなると大きな体になっていった。

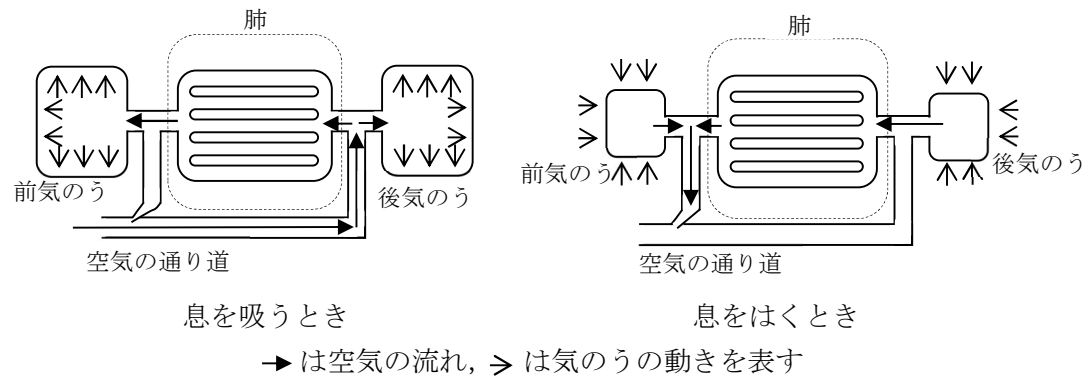
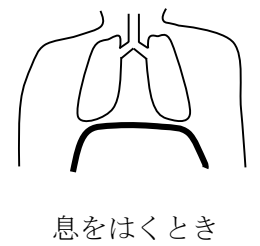
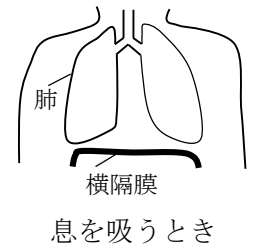


図 気のうのしくみ

- 問1 文中の(あ)~(う)に適切な語句を入れなさい。
 問2 下線部①について、(1)血液を全身に送る臓器、(2)血液中にふくまれている、酸素を運ぶ成分、(3)血液中にふくまれている、(あ)を運ぶ成分をそれぞれ答えなさい。
 問3 下線部②について、ヒトの肺ほうはいくつありますか。最も近い数を下から選び、記号で答えなさい。ただし、肺ほうは球であるとし、球の表面積は(直径)×(直径)×3.14で求めることができます。
 ア 6億個 イ 12億個 ウ 30億個 エ 60億個

- 問4 下線部③について、下の問いに答えなさい。
 (1) 横隔膜がけいれんすることを何といいますか。
 (2) 右図を参考にして、次の文章の(a)~(d)に入る語の組み合わせとして最も適当なものを下から選び、記号で答えなさい。
 横隔膜が(a)と横隔膜が下がるので肺が(b)。すると、肺に空気が入る。反対に、横隔膜が(c)と横隔膜が上がるので肺が(d)。すると、肺から空気が出る。



- | | a | b | c | d |
|---|-----|------|-----|------|
| ア | 縮む | 縮む | ゆるむ | ふくらむ |
| イ | 縮む | ふくらむ | ゆるむ | 縮む |
| ウ | ゆるむ | 縮む | 縮む | ふくらむ |
| エ | ゆるむ | ふくらむ | 縮む | 縮む |

ヒトの呼吸のしくみ

- 問5 下線部④について、ほ乳類の呼吸のしくみを鳥類と比べたとき、効率が悪いのはなぜですか。
 問6 下線部⑤について、2億6千万年前に起きた異変で生き残った動物には、魚やほ乳類の祖先など、今地球上にいる動物の祖先がいました。異変のころ、生き残った動物はみな同じ特ちょうをもっていました。この特ちょうとは何ですか。

2 次の文を読んで、各問いに答えなさい。(25点)

私たちは化石燃料を燃焼させて熱や電気を作り出している。ある地域の都市ガスとLPガスについて特ちょうを調べたところ、次の結果が得られた。

【結果1】都市ガスは体積の90%が気体Aで、10%が気体Bである。

【結果2】LPガスは気体C、気体Dの2種類の気体できている。

【結果3】それぞれ体積が25Lの酸素、ちっ素、気体A、B、C、Dの重さをそれぞれ調べると表のようになった。

気体の種類	酸素	ちっ素	A	B	C	D
重さ [g]	32	28	16	30	44	58

【結果4】気体A、B、C、Dをそれぞれ燃焼させたときに得られる熱をすべて0℃、100gの水にわたせたときの、燃焼させた気体の体積と水の温度上昇しやうの関係を調べると、図1のグラフのようになった。

【結果5】気体A、B、C、Dをそれぞれ燃焼させたときの、燃焼させた気体の体積と発生した二酸化炭素の体積の関係を調べると、図2のグラフのようになった。

いくつかの種類しゆの気体が混ざっているとき、気体の重さは平均の重さで表す。例えば、空気は体積の80%がちっ素で、20%が酸素だから、体積25Lの空気の重さは次のように求めることができる。

$$28 \times 0.8 + 32 \times 0.2 = 28.8$$

上の表から、ちっ素は空気より軽く、酸素は空気より重いといえる。

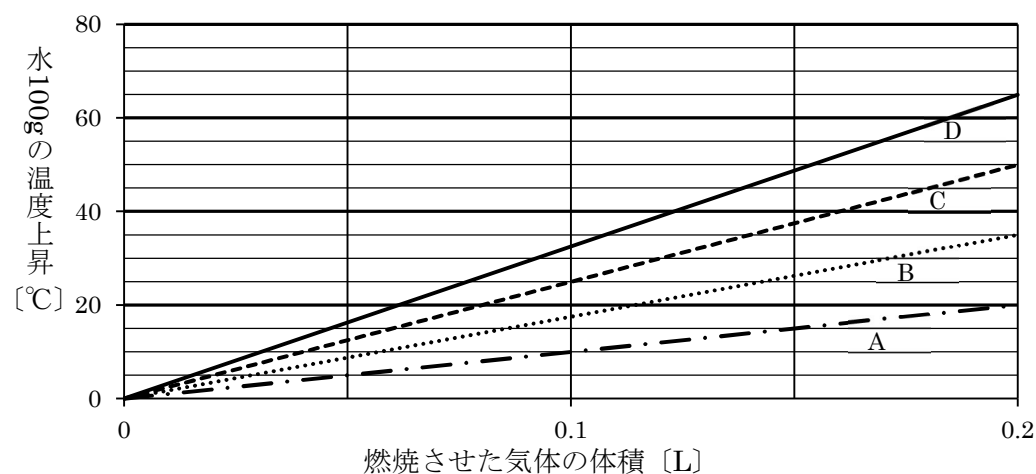


図1 気体を燃焼させたときの水100gの温度上昇

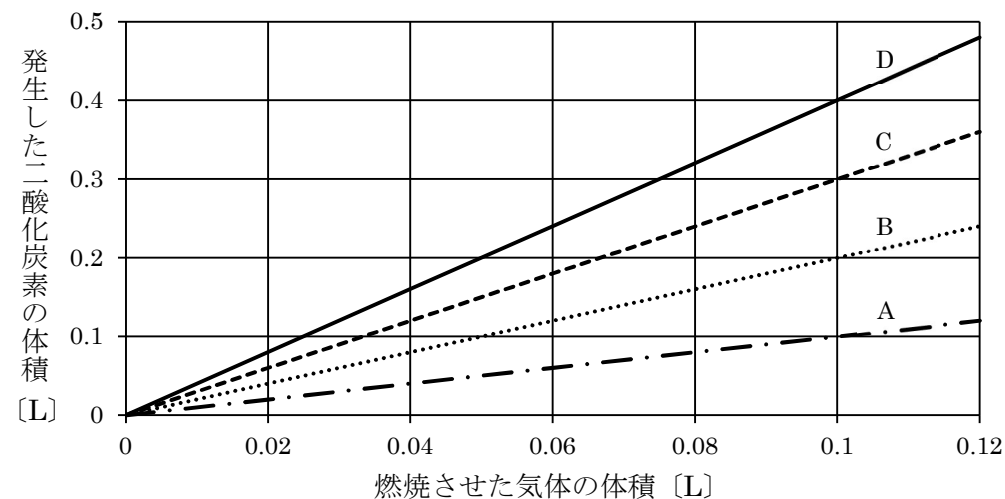


図2 気体を燃焼させたときの二酸化炭素の発生量

問1 化石燃料ではないものを下からすべて選び、記号で答えなさい。

ア 木炭 イ 石炭 ウ 石油 エ 天然ガス オ 電気

問2 25Lの都市ガスの重さは何gですか。

問3 ガスもれに備えて、都市ガスとLPガスでは警報器を取り付ける位置がちがいます。どちらがうか、理由とともに書きなさい。

以下の問いでは、水は0℃、100gの水を用いる。また、気体を燃焼させたときに得られる熱をすべて水にわたせるものとする。

問4 0.1Lの気体Aを燃焼させると、水の温度は何℃上昇しますか。また、同じ体積の気体Bを燃焼させると、水の温度は何℃上昇しますか。

問5 水の温度を60℃上昇させるには、気体Aを何L燃焼させる必要がありますか。

問6 都市ガスを0.2L燃焼させると、水の温度は何℃上昇しますか。

問7 LPガスを0.1L燃焼させると、水の温度が26.5℃上昇しました。LPガスは体積の何%が気体Cですか。

問8 都市ガスとLPガスをそれぞれ燃焼させて水を同じ温度だけ上昇させます。LPガスを燃焼させたときに発生する二酸化炭素の体積は都市ガスを燃焼させたときの何倍ですか。小数第2位を四捨五入して答えなさい。

3 次の文を読んで、各問いに答えなさい。(25点)

2018年7月28日、白陵中学の天文部のメンバーが天体観測を行った。図1はその日の午後9時ごろに南東から南西の空に観測された主な天体である。

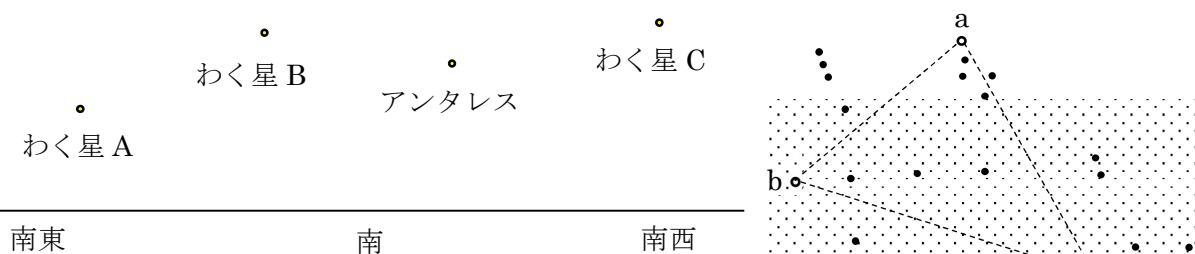


図1 2018年7月28日午後9時ごろ

図2 頭上付近

問1 図1と同じ時間帯に、頭上付近には図2のように、天の川(□の部分)と夏の三角形(abc)が観測されました。1等星cの名前を答えなさい。

問2 (1)1時間後のアンタレス、(2)2週間後の午後9時のアンタレスは図1の位置に比べてどのような位置に観測されますか。それぞれ下から選び、記号で答えなさい。

- ア より西の方で、地平線に近い イ より南の方で、地平線に近い
ウ より西の方で、真上に近い エ より南の方で、真上に近い

問3 図1の4つの天体の中で、1年後の2019年7月28日の午後9時ごろに図1とほぼ同じ位置にある天体はどれですか。下から最も適当なものを選び、記号で答えなさい。

- ア わく星 A イ わく星 B ウ アンタレス エ わく星 C

わく星が太陽の周りをまわる運動を公転という。わく星 A は地球の外側を公転する。わく星 A の表面には①地球のように山や谷がある。わく星 A に多くの科学者が関心を持ち、②探査機による調査を何度も行った。図3は、太陽と地球とわく星 A の位置関係を示した図である。地球は太陽の周りを365日で1周するが、わく星 A が太陽の周りを1周するには約(X)日かかる。この時間のちがいから、二つのわく星は約780日ごとに太陽から見えて一直線にならぶ。そのときの地球とわく星 A の距離は毎回ちがう。近年では、2018年7月31日に最も短い5760万 km となり、2027年2月20日には最も長い1億142万 km になる。これは、わく星 A の動く道すじが正確な円形でないからである。わく星 B と C は、わく星 A よりも外側を公転しているわく星である。どちらも巨大なわく星で、望遠鏡で観測するとしま模様が見える。わく星 B のまわりには「輪」が見える。

地球から見た天体の見かけの大きさは「"」秒角(注)という単位を使って表す。図4の

ように、見かけの大きさと地球からの距離は反比例する。例えば、地球から38万 km のところにある直径3500 km の月の見かけの大きさは1800"である。もし、月を地球から76万 km のところにおくと、見かけの大きさは900"になり、5760万 km のところにおくと、見かけの大きさは(あ)"となる。2018年7月31日のわく星 A の見かけの大きさが24.3"であるので、わく星 A の直径は(い) km である。

(注) 秒角: $1^\circ = 3600''$ とする角度の単位

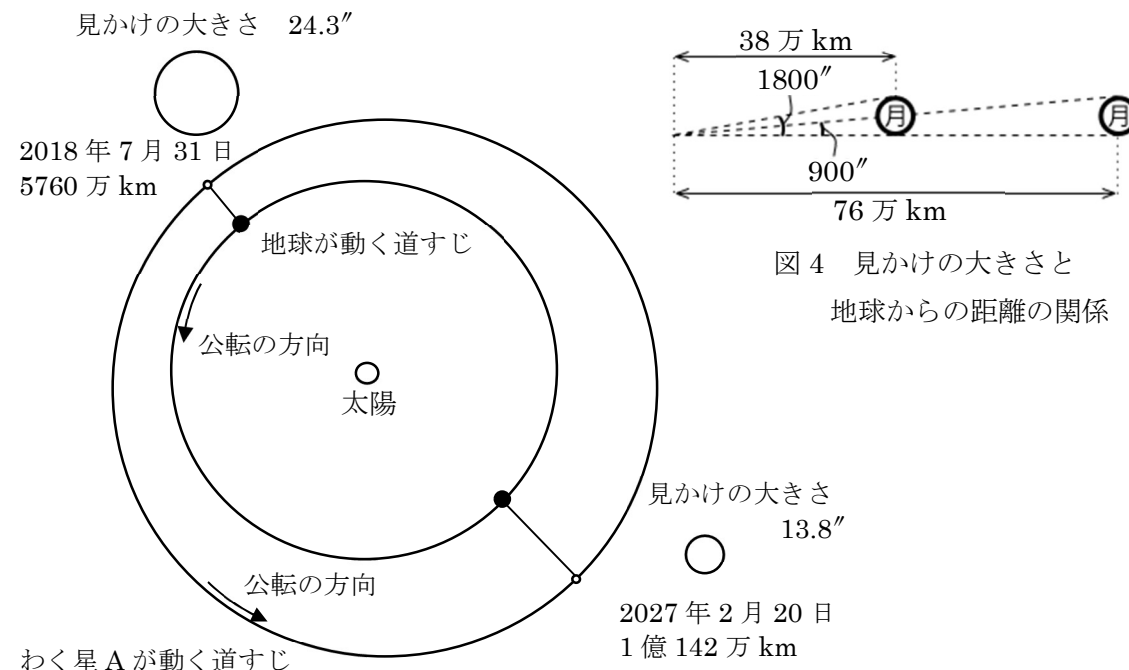


図4 見かけの大きさと地球からの距離の関係

図3 太陽と地球とわく星 A の位置関係

問4 下線部①について、下の問いに答えなさい。

- (1) 地球で谷ができるのは、主に何のどのような作用によりますか。
(2) (1)から、昔のわく星 A の表面には何がありましたか。

問5 下線部②について、JAXA(宇宙航空研究開発機構)が小わく星リュウグウを観測するために2014年12月3日に探査機を打ち上げました。この探査機の名前を下から選び、記号で答えなさい。

- ア こうのとり2 イ はやぶさ2 ウ うらしま エ きぼう

問6 わく星 B は太陽系の内側から数えて何番目にあるわく星ですか。

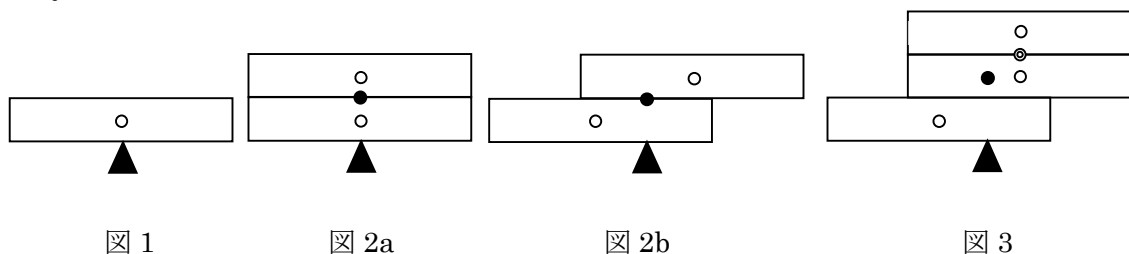
問7 (あ)と(い)に入る数を答えなさい。上から二けたのいい数で答えなさい。

問8 (X)に入る数を答えなさい。ただし、わく星 A の動く道すじも円であるとして小数第1位を四捨五入して答えなさい。

4 次の文を読んで、各問いに答えなさい。(25点)

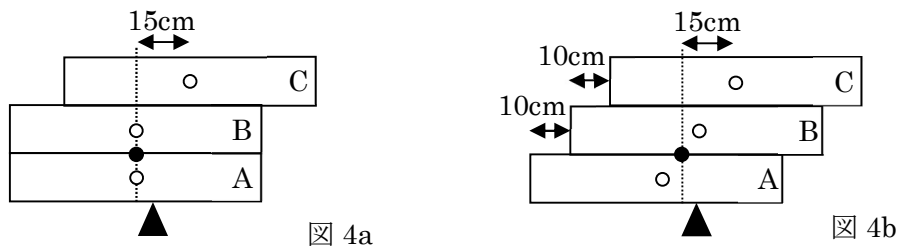
長さ 84cm のブロックがたくさんある。すべて同じ形、同じ重さである。

ブロックを支えるとき、中心(○)の真下に支点を置くとたおれない(図 1)。この中心のように、真下で支えてつり合わせることができる点を重心という。2つのブロックを重ねた場合、それぞれのブロックの重心(○)の真ん中(●)の真下に支点(▲)を置くとつり合う。このとき、真ん中(●)がブロック 2つを合わせたものの重心になり、支点にはブロック 2つ分の重さがかかる。図 2a は 2つのブロックをぴったり重ねたとき、図 2b はずらして重ねたときのつり合うようすを表す。図 3 のようにブロック 2つをぴったり重ねたものを 3つ目のブロックの上になずらして重ねると、一番下のブロックの重心(○)と上の 2つのブロックの重心(●)の間を 2:1(ブロックの数の比と逆)に分けた点がブロック 3つの重心(●)になる。この点の真下に支点(▲)を置くとつり合い、支点にはブロック 3つ分の重さがかかる。



問1 図 4a, 4b のように 2つのブロック A と B を合わせたものの重心(●)から 15cm 右になずらしてブロック C を置き、支点(▲)の位置を右になずらすとつり合いました。このとき、図 4a でも 4b でも支点をずらした距離は同じでした。

- (1) 支点は(●)から何 cm 右に置けばよいですか。
- (2) 図 4b で支点は一番下のブロック A の右端から何 cm 左にありますか。
- (3) 図 4b で支点にかかる重さはブロック何個分ですか。



上にあるブロックは重心の真下で支えられるので、上のブロックの重心が下のものの上にないと上のブロックが転がり落ちてしまう。

机の端からブロックをずらして積み上げてどこまで大きくずらせるか調べる。図 5 のように一番下に机の端から 42cm 右にはみ出るように 1つ目のブロックを置く。ブロッ

クの重心が机の上にあるので机から落ちない。その上に、下のブロックの端から 42cm 右にはみ出るようにして次のブロックを置く。すると、2つのブロックは机の上から一緒に落ち、くずれてしまう。なぜなら、上のブロックの重心(○)は下のブロックの上にあるが、2つのブロックの重心(●)が机の上にないからである。

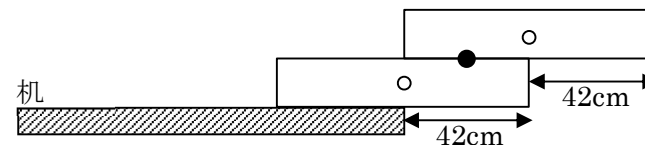


図 5

したがって、机の端から 42cm 右にはみ出したブロックの上にそれよりも少しでも右にブロックを置くと、落ちてくずれてしまう。そこで、次の積み方を考える。

1つ目のブロックを机の端から 14cm 右にはみ出るように置く。その上に、下のブロックの端から 14cm 右にはみ出るよう 2つ目のブロックを置く。同様にして、14cm ずつ右になずらしながら次々とブロックを積み上げていく。

問2 上のようにブロックを置くと、何個目のブロックを置いたときにくずれますか。

図 6 のように、別の積み方を考える。上のブロック①が下のブロック②から落ちずに最もはみ出るのは、①が②の端から 42cm 右にはみ出ているときである。このとき、①と②の重心(●)は、②の右端から 21cm 左の点にある。そこで、2つのブロック①②の重心の真下に、3つ目のブロック③の右端をもってくれば、上の①②はくずれない。同様にして、ブロック①②③の重心の真下に、4つ目のブロック④の右端をもってくれば、上の①②③はくずれない。これをくり返していくとよいのではないか。やってみよう。

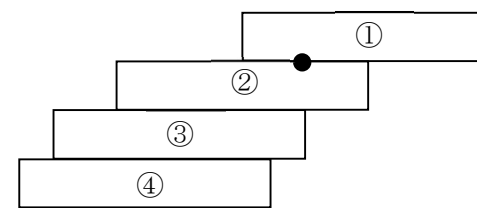


図 6

問3 3つ目のブロック③をその右端から②が 21cm だけはみ出るように置きます。3つのブロック①②③の重心は③の右端から何 cm 左にありますか。

問4 上から 4つ目のブロック④の右端は 5つ目のブロック⑤の右端から何 cm はみ出していますか。また、①の右端は⑤の右端から何 cm はみ出していますか。

問5 このようなやり方で、一番上のブロックの右端を一番下のブロックの右端から 100cm 以上はみ出させるには、少なくとも何個のブロックを使えばよいですか。

解答用紙

1	問1	あ		い		う	
	問2	(1)		(2)		(3)	
	問3						
	問4	(1)		(2)			
	問5						
	問6						

小計	
----	--

2	問1		問2	g			
	問3						
	問4	A	℃	B	℃	問5	L
	問6	℃	問7	%	問8	倍	

小計	
----	--

3	問1				問2	(1)		(2)	
	問3								
	問4	(1)				(2)			
	問5			問6	番目				
	問7	あ		い		問8			

小計	
----	--

4	問1	(1)	cm	(2)	cm	(3)	個分
	問2	個目					
	問3	cm	問4	④	cm	①	cm
	問5	個					

小計	
----	--

受験番号	
------	--

合計	
----	--