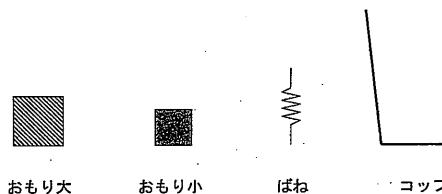


【注意】解答にあたっては、三平方の定理（直角三角形の直角をはさむ2辺の長さを  $a$ ,  $b$ 、斜辺の長さを  $c$  とすると、 $a^2 + b^2 = c^2$  の関係が成り立つ。）を用いてもよい。

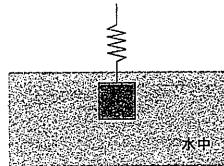
① 以下の問い(1)～(2)に答えよ。(12点)

- (1) 【図1】のようなおもり大、おもり小、ばねおよびコップをそれぞれいくつか用意した。おもり大とおもり小は同じ密度であり、おもり大の質量は、おもり小の2倍である。また、ばねもすべて同じもので、ばねの質量および体積は無視できるほど小さいものとし、ばねの伸びはばねを引く力に比例するものとする。

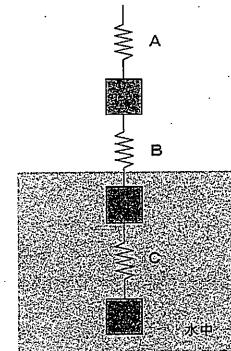


【図1】

- ① 空気中ではばねをおもり小を1つつり下げたときのばねの伸びは3cmであった。また、おもり小をばねにつり下げたまま、おもりをゆっくりと【図2】のように水中に沈めてからしばらくすると、ばねの伸びは2cmとなって静止した。  
おもり小3つとばね3つをつなげて、2つのおもりをゆっくりと【図3】のように水中に沈め、しばらくするとすべてのおもりが静止した。このとき、ばねA～Cの伸びはそれぞれ何cmか。

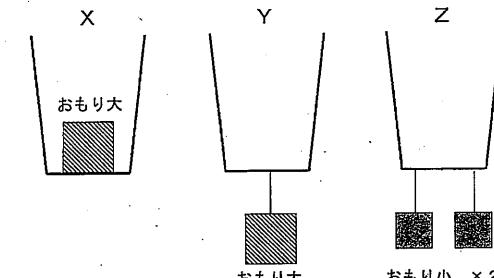


【図2】



【図3】

- ② 【図4】のように、コップにおもり大を入れたX、おもり大1つを糸でコップの底につり下げたY、おもり小2つを糸でコップの底につり下げたZを用意した。ただし、糸の質量および体積は無視できるほど小さいものとする。



【図4】

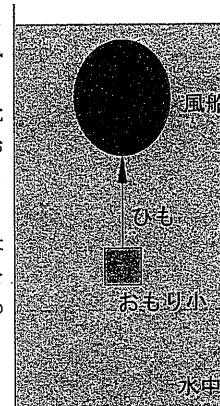
X, Y, Zを静かに水に浮かべたところ、すべてにおいて糸はたるまず、コップは傾くことも沈むこともなく浮いた状態で静止した。X, Y, Zが水に浮かんだ状態において、水面からコップの底面までの深さをそれぞれ  $x$ ,  $y$ ,  $z$  とするとき、 $x$ ,  $y$ ,  $z$  の大小関係として最も適当なものを以下のア～クから1つ選び、記号で答えよ。

- ア  $x = y = z$       イ  $x > y > z$       ウ  $x = y > z$       エ  $x > y = z$   
オ  $x < y = z$       カ  $x = y < z$       キ  $x < y < z$       ク  $x > z > y$

- (2) 伸び縮みするゴム膜でできている風船に空気を入れてふくらませ、風船の口をひもで縛って空気が抜けないようにする。さらにこの風船におもり小をつり下げた。風船とおもりが入るに十分な大きさの水そうに水を入れ、手でおもりを支えながら風船とおもりを水中に完全に沈め、適当な深さで手を静かにはなしたところ、風船とおもりは【図5】のような状態で静止した。

風船とおもりが静止しているとき、再び静かにおもりを手で持ち、より水深の深い場所に沈めて静かに手をはなすと、おもりと風船はどうなるか。最も適当なものを以下のア～ウから1つ選び、記号で答えよ。また、そのように考えた理由を簡潔に書け。

- ア 浮き上がっていく。  
イ 沈んでいく。  
ウ そのまま静止する。



【図5】

② 太郎さんと花子さんは課題研究の授業で研究する課題について話し合っている。

次の会話文を読み、以下の問い合わせ(1)～(5)に答えよ。(13点)

太郎 「私たちのグループは、生物に関する課題研究に取り組むことになったんだよね。」  
 花子 「そう。それで、次に考えないといけないのが取り扱う生物についてなんだけど。」  
 太郎 「私は a 肉眼で見えないような小さな生物は観察も大変だし、課題研究には適していないと思うんだ。大きな生物の方が観察しやすいから、例えばイモリはどうかな。」  
 花子 「賛成。ただ、イモリのこと、私、あまりくわしく知らないんだけど。」  
 太郎 「それなら、イモリについて図書館で調べてみよう。」

2人は図書館に行き、イモリについて書かれた本を見つけた。

花子 「まずはイモリの特徴について見てみよう。」  
 太郎 「イモリは両生類のなかで、b 卵は水中に産むんだってさ。c 小さい頃は水中で生活しているけれど、大きくなったら陸上でも生活できるようになるらしいよ。」  
 花子 「自然界では、特に d 昆虫が主なエサになっているみたいだよ。」  
 太郎 「飼育されているイモリは市販の固形のエサを食べるんだよね。固形のエサは動かないけど、どうやってエサだとわかるのかな。目で見分けられるのかな。」  
 花子 「いや、そもそも、イモリはエサから反射してくる光ではなく、それ以外の情報を利用してエサを探しているのかもしれないよ。」  
 太郎 「それなら、e 飼育容器に外から光が入らないようにして、イモリがエサを食べることができたなら、エサから反射してくる光を利用していないと示したことになるね。」  
 花子 「いや、その実験だけでは不十分だと思うよ。だって、f 対照実験をしていなからね。」

(1) 下線部 a に関して、肉眼で見えない生物の観察には通常、顕微鏡が利用される。17世紀に、コルクをうすく切って自作の顕微鏡で観察し、そのときに観察された多数の小さな部屋を「細胞 (cell)」と名づけたイギリスの研究者の名前を カタカナ で答えよ。

(2) 下線部 b に関して、卵が精子と合体したものを受精卵という。受精卵が分裂をくり返して、親と同じような形へ成長する過程を何というか、ひらがな で答えよ。

(3) 下線部 c に関して、次の文は、両生類が幼生から成体になる過程で起こることを示している。文中の ア および イ にあてはまる語句をそれぞれ ひらがな で答えよ。

両生類の幼生は ア と皮ふで呼吸するが、成体は イ と皮ふで呼吸するようになる。

(4) 下線部 d に関して、昆虫の運動能力は非常に高く、「もし昆虫がヒトと同じサイズであればこれだけのことが出来ていることになる」などと説明されることがある。このことについて考えてみたい。

体長 1 cm の昆虫が体の形を維持したまま体長 1 m に巨大化した場合を考える。昆虫の「跳躍力」は筋力に比例し、体重に反比例する場合、体長 1 m に巨大化した昆虫の「跳躍力」は体長 1 cm のときの何倍になるか。ただし、筋力は筋肉の断面積に比例し、体重は体積に比例する と仮定する。

(5) 下線部 e および下線部 f に関して、対照実験としてどのような実験を行えばよいのか、解答欄①に簡潔に書け。また、どのような結果が出れば、「イモリはエサから反射してくる光を利用せずにエサを探している」とことを示したことになるか、解答欄②に簡潔に書け。ただし、実験中の温度や湿度、また、実験に使用するイモリやエサ、飼育容器の具体的な数については触れなくてよく、使用するエサは粒状でイモリが一度に飲み込める大きさとする。また、イモリは自ら光を放つことはなく、イモリを傷つけるような実験は行うことができない。

③ 次の文章を読み、以下の問い合わせ(1)～(5)に答えよ。(12点)

気体の密度の値は、固体や液体の密度の値と比べて小さい。たとえば空気の密度は0℃, 1気圧で、 $0.0013\text{ g/cm}^3$  であり、水の密度(約  $1\text{ g/cm}^3$ )の約 0.0013 倍である。そこで、空気の密度を 1(基準) とし、その基準をもとに他の気体の密度の値を表すことがある。これらの値は比重と呼ばれ、各気体の密度の値を空気の密度の値で割ることで算出することができる。様々な気体の比重を【表1】に示した。また、【表1】には、各気体の代表的な性質についても示した。なお、空気は水分を含まないものとし、その主成分は窒素と酸素である。また、比重の値は、理科年表等を参考にして、0℃, 1気圧での密度をもとに算出した。

【表1】

気体名	化学式	比重	水溶性	色	におい、化学的性質
空気	—	1	—	—	—
アルゴン	Ar	1.4	ほとんど溶けない	無	無臭、他の物質と化合物をつくりにくい
アンモニア	NH <sub>3</sub>	0.60	溶ける	無	刺激臭、水溶液はアルカリ性
エタン	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	1.0	ほとんど溶けない	無	無臭、燃焼して水と CO <sub>2</sub> になる
塩素	Cl <sub>2</sub>	2.5	溶ける	黄緑	刺激臭、水溶液は酸性
オゾン	O <sub>3</sub>	1.7	ほとんど溶けない	淡青	特異臭、酸化作用が強い
キセノン	Xe	4.6	ほとんど溶けない	無	無臭、他の物質と化合物をつくりにくい
塩化水素	HCl	1.3	溶ける	無	刺激臭、水溶液は酸性
クリプトン	Kr	2.9	ほとんど溶けない	無	無臭、他の物質と化合物をつくりにくい
酸素	O <sub>2</sub>	1.1	ほとんど溶けない	無	無臭、物質を燃やすはたらきがある
窒素	N <sub>2</sub>	0.97	ほとんど溶けない	無	無臭、他の物質と化合物をつくりにくい
ネオン	Ne	0.70	ほとんど溶けない	無	無臭、他の物質と化合物をつくりにくい
ラドン	Rn	7.5	ほとんど溶けない	無	無臭、他の物質と化合物をつくりにくい
ヘリウム	He	0.14	ほとんど溶けない	無	無臭、他の物質と化合物をつくりにくい
メタン	CH <sub>4</sub>	0.56	ほとんど溶けない	無	無臭、燃焼して水と CO <sub>2</sub> になる
水素	H <sub>2</sub>	0.070	ほとんど溶けない	無	無臭、亜鉛と塩酸の反応で発生する
硫化水素	H <sub>2</sub> S	1.2	溶ける	無	腐卵臭、水溶液は酸性

(1) 塩素の密度(  $\text{g/cm}^3$  )はいくらか、小数第5位を四捨五入し、小数第4位まで求めよ。

(2) 気体の集め方として、水上置換法、上方置換法、下方置換法の3種類が知られている。【表1】に示した気体について、3種類の気体の集め方の中で下方置換法を用いて集めるのが最も適当であると考えられる気体の 化学式を 【表1】から選んですべて 答えよ。

(3) 次の文章は、【表1】中のある気体Xに関する説明である。Xの 気体名 を答えよ。

気体Xは、水酸化カルシウムと塩化アンモニウムを反応させることで発生する。試験管中に、気体Xを集めたが肉眼ではその存在は確認できなかった。しかし、注意深くにおいを確認すると、特徴的なにおいが確認できた。また、水でぬらした赤色リトマス紙を近づけると青色になった。

(4) ヘリウムだけで満たされたポリ袋がある。このポリ袋の中にあるヘリウムの体積は10 L であった。このポリ袋の中にあるヘリウムの質量は何 g になるか、小数第2位を四捨五入し、小数第1位まで求めよ。ただし、ポリ袋の外部および内部はいずれも0℃, 1気圧であるとする。

(5) アルゴン、エタン、キセノン、クリプトン、酸素、ネオン、メタン、水素の混合気体がある。この混合気体に点火すると、複数の化学反応(燃焼)が進行すると考えられる。この複数の化学反応の 化学反応式をすべて 答えよ。ただし、混合気体中の酸素の量は、他の気体にくらべて反応(燃焼)に十分な量があるものとする。なお、【表1】中で「他の物質と化合物をつくりにくい」と示されている気体は、本問題においては「化学変化を起こさない」気体と考えてよい。

- ④ 次の文章を読み、以下の問い合わせ(1)～(4)に答えよ。(13点)

地表上の観測点Aと観測点Bは、直線距離で 50 km 離れている。ある日時に地中のある点Oを震源(以下震源Oといふ)とした地震が発生した。観測点Aでは、午前11時30分35秒に初期微動の記録が始まり、その後、午前11時30分39秒に主要動の記録が始まった。一方、観測点Bでは、午前11時30分37秒に初期微動の記録が始まった。

地震の発生時刻や震源の位置は、このような複数の観測点で得られた地震波の到達時刻により推定できる。

以下の問い合わせでは、P波の速さは 5.0 km/s, S波の速さは 3.0 km/s で一定とする。ただし、地表面は平面と見なしてよく、各観測点および震央の標高はすべて等しいとする。

- (1) 地震発生時刻を求めよ。
- (2) 地点Aおよび地点Bから震源Oまでの距離をそれぞれ求めよ。
- (3) 地点Aと地点Bを結ぶ線上に震央Cがあり、地点Aと震央Cの直線距離は 18 km であるとする。地表面からの震源の深さを求めよ。
- (4) 地震に関する以下の文中の [ア] ～ [エ] にあてはまる語句あるいは数値として、最も適当なものを語群から選んでそれぞれ答えよ。

地震によるある地点での揺れの程度を [ア] といい、日本では [イ] 段階に分けられている。一方、地震の規模を表すためには [ウ] を用いる。 [ウ] の数値が 1 つ大きくなると、エネルギーは約 32 倍、2 つ大きくなると約 [エ] 倍になる。

#### 語群

初期微動	主要動	震度	マグニチュード
7	10	32	64
		128	1000