

平成 30 年度入学試験問題(後期)

理 科(物 理)

【注 意 事 項】

1. 試験開始の合図があるまで、この問題冊子を開いて見てはならない。
2. あらかじめ選択を届け出た科目について解答すること。それ以外の科目について解答しても無効である。
3. 本冊子には、**①** から **④** までの 4 問題が印刷されていて、合計 10 ページである。
落丁、乱丁、印刷の不鮮明な箇所等がある場合には、申し出ること。
4. 解答用紙は A—1 ～ A—4 を別に配付している。解答は、問題と同じ番号の解答用紙に記入すること。指定の箇所以外に記入したものは無効である。
5. 解答用紙の指定された欄に、学部名及び受験番号を記入すること。
6. 提出した解答用紙以外は、すべて持ち帰ること。

- 1 図1のように、長さ10 m、質量100 kg の一様な板 CD が、三角柱形状の支柱 A、B によって水平に支えられている。板 CD の上には質量60 kg の人が乗っており、板の中心線上を移動する。支柱 A、B が板 CD から受ける力の大きさをそれぞれ R_A [N]、 R_B [N] とする。板 CD や支柱 A、B は剛体とし、人は質点とみなす。また、力のモーメントのつりあいを考える際、板 CD の厚さは無視してよい。

以下の問いに答えなさい。答えに小数を含む場合は、小数点以下2桁目を四捨五入して答えなさい。重力加速度の大きさは 10 m/s^2 とする。

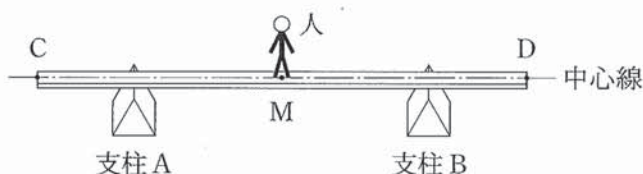


図1

まず、図2で示す位置に、支柱 A、B がある状態を考える。

問1 人が板 CD の中点 M に立っているときの R_A 、 R_B を答えなさい。

問2 続いて、人が板 CD の中心線上をゆっくりと支柱 A の真上まで歩いて静止した。このときの R_A 、 R_B を答えなさい。

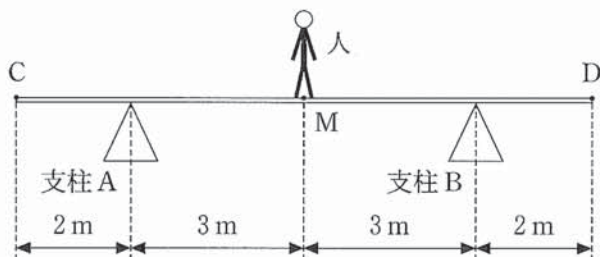


図2

次に、人が中点 M まで戻り、図 3 のように支柱 A の位置をゆっくりずらした。

問 3 このときの R_A , R_B を答えなさい。

問 4 さらに、人がゆっくりと C 端に向かって歩いていると、支柱 B から板 CD がわずかに浮き上がった。板 CD が浮き上がった瞬間の R_A , R_B を答えなさい。また、このときの人の位置と C 端との距離を答えなさい。

問 5 人が中点 M まで戻り、さらに板 CD の中心線上で支柱 B の真上の位置におもりをのせた。その後、人が C 端に向かってゆっくりと歩く。人が C 端に到達するまで板 CD が浮き上がらないようにするためには、何 kg 以上のおもりをのせる必要があるか答えなさい。なお、おもりは質点とみなす。

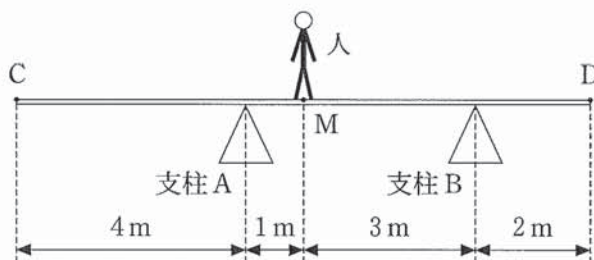


図 3

2

問 1 次の文章を読み、以下の問いに答えなさい。

振動によって音を発生させる物体を ① という。太鼓をたたくと、太鼓の膜の振動によって空気が振動し、空気の圧力の高い部分と低い部分が交互に繰り返されて進行する ② ができる。媒質を伝わるこのような ② を音波という。

音を特徴づけるものに、高さ、大きさ、音色があり、これらを ③ という。音の高さは、音波の ④ によって決まり、④ が ⑤ ほど高くなる。人が聞くことのできる ④ の範囲はおよそ ⑦ ～ ① ⑨ である。音の大きさは、同じ ④ の音で比べると、音波の ⑥ が ⑦ ほど大きくなる。音色の違いは主に音波の ⑧ の違いによって生じる。

(1) ① から ⑧ に入る適切な語句を答えなさい。ただし、同一番号には同一語句が入るものとする。

(2) ⑦ と ① に入る適切な数値を下の数値群の中から選び、(a)から(h)の記号で答えなさい。また、⑨ に入る適切な単位を答えなさい。

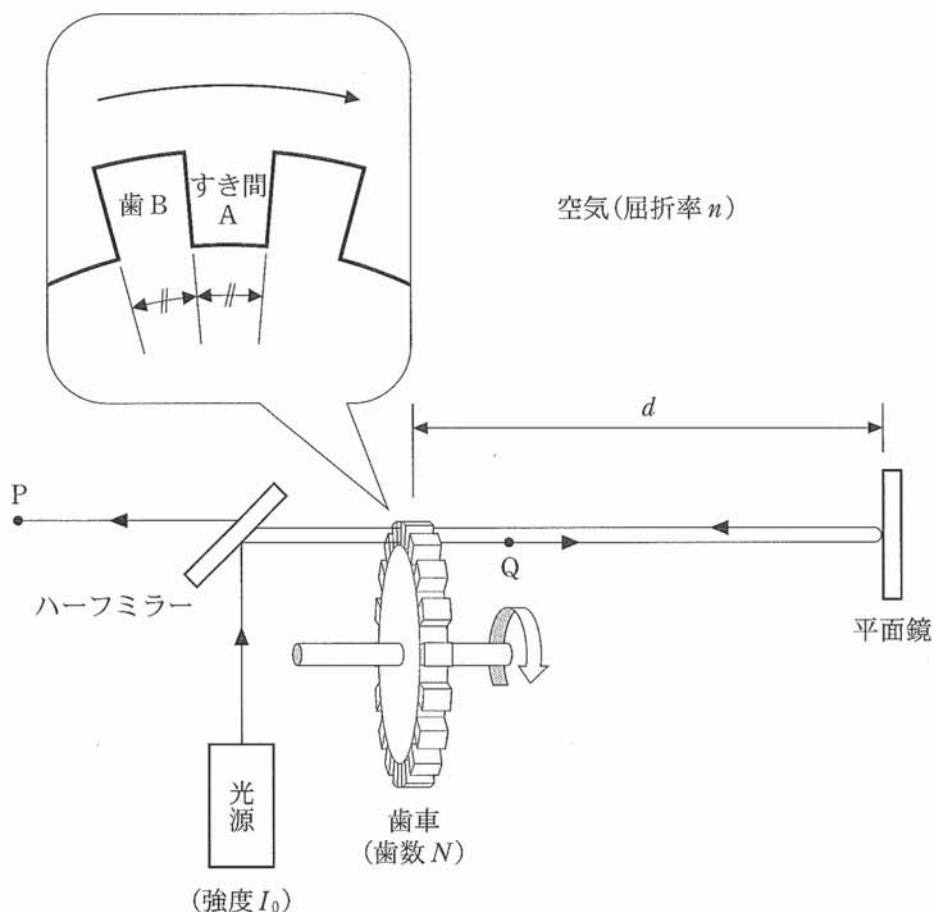
【数値群】

(a) 0.2	(b) 2	(c) 20	(d) 200
(e) 2 000	(f) 20 000	(g) 200 000	(h) 2 000 000

問 2 図のように、地上の実験で最初に光速を測定したフィゾーの実験と同様の装置が、屈折率 n の空気中に置かれている。歯車の歯数は N であり、歯の大きさとすき間の大きさは等しい。歯車の厚さは無視する。光源から出る光は平行光線であり、その太さは歯車の歯およびすき間の大きさに比べて無視できるほど小さく、その強度 I_0 は時間に関係なく一定である。ハーフミラーは、入射光の半分の強度の光を透過し、同じく入射光の半分の強度の光を反射する鏡である。平面鏡は歯車から距離 d [m] の位置に置かれており、入射光と同じ強度の光を反射する。光の干渉および散乱による効果は無視できるものとする。

光源を出てハーフミラーで反射された光は、歯車のすき間を通過するか、もしくは歯にさえぎられる。そのため、歯車が一定の回転数 f [回/s] で回転しているとき、位置 Q において、歯車から平面鏡に向かって進む光の強度 I_Q は周期的に変化する。 f が小さいとき、あるすき間 A を通過した光は平面鏡で反射され、戻ってきた光の大部分は同じすき間 A を通過し、さらにハーフミラーを透過して位置 P に到達したが、一部はすき間 A の隣にある歯 B にさえぎられた。 f を大きくしていくと、ある回転数 f_1 [回/s] のとき、平面鏡で反射されて戻ってきた光はすべて歯 B にさえぎられ、位置 P に全く到達しなくなった。さらに f を大きくすると、再び位置 P に光が到達し始めた。

真空中の光速を c [m/s] として、以下の問いに答えなさい。



- (1) 歯車を通過した光が平面鏡で反射されて歯車に戻ってくるまでの光路長を答えなさい。
- (2) 光が歯車と平面鏡の間を1往復するのにかかる時間を答えなさい。
- (3) 位置Pに光が全く到達しなくなったとき、光が歯車と平面鏡の間を1往復する間に歯車は角度 $\theta[^\circ]$ だけ回転していた。 θ を、 N を用いて答えなさい。また、このときの歯車の回転数 f_1 を、 c 、 N と必要な記号を用いて答えなさい。
- (4) $d = 7450 \text{ m}$ 、 $N = 100$ で実験を行ったところ、 $f_1 = 100 \text{ 回/s}$ の結果を得た。この結果から求められる真空中の光速 c を有効数字3桁で答えなさい。ただし、 $n = 1.00$ とする。

- (5) I_Q の最大値と最小値を答えなさい。また、 I_Q の時間平均 $\overline{I_Q}$ を答えなさい。
- (6) 歯車の回転数を $f = 2f_1$ としたとき、位置 P における光の強度 I_P の時間平均 $\overline{I_P}$ を答えなさい。

- 3 次の文の の中にあてはまる式あるいは数値を答えなさい。ただし、温度は小数点以下1桁目を四捨五入して答えなさい。

問 1 単原子分子からなる1 mol の理想気体が、絶対温度 T で圧力 p 、体積 V の状態にある。この気体を持っているエネルギーを微視的な視点から考えてみる。分子1個の質量を m 、アボガドロ定数を N 、分子の速さの2乗の平均値を $\overline{v^2}$ と表すことにする。この気体分子の持っている運動エネルギーの総和は、1個の分子の運動エネルギーの平均値の総和であると考え、運動エネルギーの総和 E は、 $\overline{v^2}$ と必要な記号を用いて表すと、

$$E = \text{ (1) }$$

となる。

一方、気体分子1個の運動エネルギーの平均値を ϵ とすると、気体分子運動論より圧力 p および体積 V の間には次の関係式が成り立つ。

$$pV = \frac{2}{3} N\epsilon$$

これをボイル・シャルルの法則と比較すると、 ϵ は (2) のみの関数となることがわかる。

ところで、理想気体においては、分子間に働く力による位置エネルギーは無視できる。したがって、理想気体の内部エネルギー U は、 ϵ と必要な記号を用いて表すと、

$$U = \text{ (3) }$$

となる。

問 2 図に示すように、断熱壁で囲まれた容器がある。容器の内部は、固定された断熱性の仕切り板によって等しい容積部分 A と B に区切られている。ただし、仕切り板の体積は無視できる。

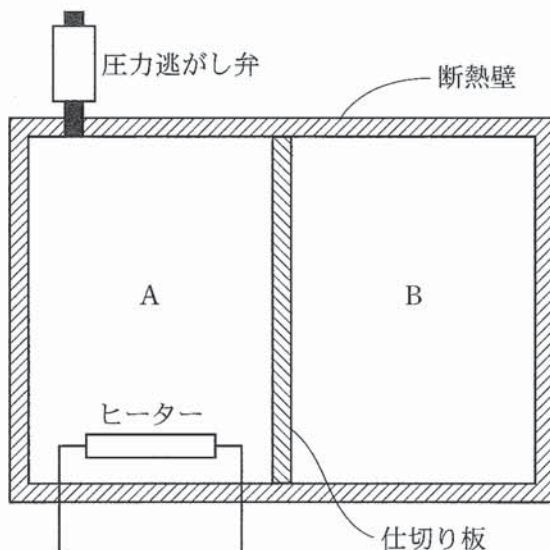
A と B には、 $T = 300 \text{ K}$ 、 $p = 1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ の状態で、単原子分子からなる理想気体がそれぞれ 1.0 mol ずつ入っている。

A にはヒーターと圧力逃がし弁が取り付けられている。ヒーターは A の気体を均一に加熱することができる。また、圧力逃がし弁は、圧力が $1.1 \times 10^5 \text{ Pa}$ に達すると気体を外部に放出することで、A の圧力が $1.1 \times 10^5 \text{ Pa}$ を超えないように動作する。容器の外部から容器内部に気体が流入することはない。

A の気体を加熱すると、ある温度になった時に気体が放出され始める。この時の温度は (1) K である。

次に A の中の気体を 500 K になるまでさらに加熱した。この時の容器 A の中に残る気体の物質量は (2) mol である。

最後に、気体をもらすことなく仕切り板を取り除き、両方の気体を混合させた。十分に時間が経過し、気体がよく混合した後の気体の温度は (3) K である。



- 4 電池 E により供給される電圧 V から、それより高い電圧や低い電圧を得る目的で、いずれも電気容量が C であるコンデンサー C_1 , C_2 , およびア-1からイ-2までの4つのスイッチを用いて回路をつくる。

初めに図1のように接続した。このときすべてのスイッチが開いていて、2つのコンデンサーに蓄積された電気量は0とする。

- (1) 2つのスイッチア-1, ア-2を閉じて十分に時間が経過した後の、コンデンサー C_1 , C_2 に蓄えられる電気量 Q_1 , Q_2 をそれぞれ C , V を用いて表しなさい。
- (2) (1)の状態から2つのスイッチア-1, ア-2を開き、その後2つのスイッチイ-1, イ-2を閉じた。図1の点Aに対する点Bの電位 V_{BA} がいくらかになるか答えなさい。

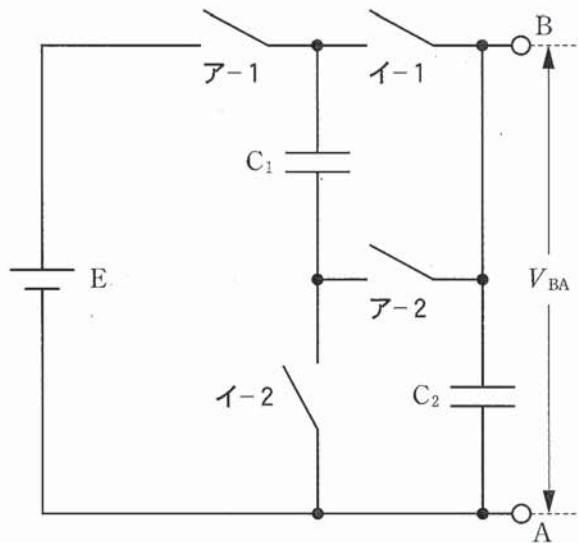


図1

次に、コンデンサー、電池、スイッチを図2のようにつなぎかえた。このときすべてのスイッチが開いていて、2つのコンデンサーに蓄積された電気量は0とする。

(3) 2つのスイッチア-1、ア-2を閉じて十分に時間が経過した後の、コンデンサー C_1 、 C_2 に蓄えられる電気量 Q_1 、 Q_2 をそれぞれ C 、 V を用いて表しなさい。

(4) (3)の状態から2つのスイッチア-1、ア-2を開き、2つのスイッチイ-1、イ-2を閉じた。十分に時間が経過した後、図2の点Aに対する点Bの電位 V_{BA} がいくらかになるか答えなさい。

(5) (4)の状態から2つのスイッチイ-1、イ-2を開き、2つのスイッチア-1、ア-2を閉じて十分に時間が経過した後、再び2つのスイッチア-1、ア-2を開き、2つのスイッチイ-1、イ-2を閉じた。十分に時間が経過した後、図2の点Aに対する点Bの電位 V_{BA} はいくらかになるか答えなさい。

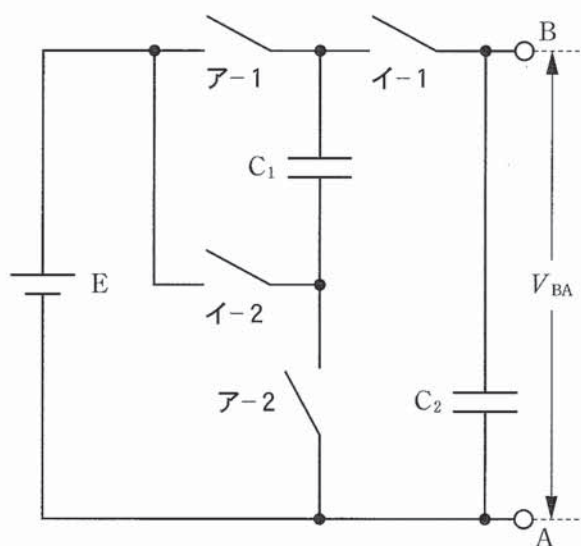


図2

平成 30 年度入学試験問題(後期)

理 科(化 学)

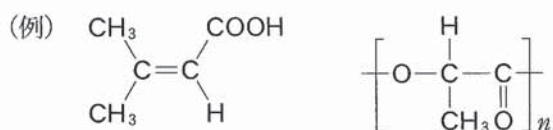
【注 意 事 項】

1. 試験開始の合図があるまで、この問題冊子を開いて見てはならない。
2. あらかじめ選択を届け出た科目について解答すること。それ以外の科目について解答しても無効である。
3. 本冊子には、**①** から **⑤** までの 5 問題が印刷されていて、合計 13 ページある。
落丁、乱丁、印刷の不鮮明な箇所等がある場合には、申し出ること。
4. 解答用紙を別に配布している。解答は、問題と同じ科目、同じ番号の解答用紙に記入すること。指定の箇所以外に記入したものは無効である。
5. **①②③④⑤** の全ての問題に解答すること。
6. 解答用紙の指定された欄に、学部名と受験番号を記入すること。
7. 配布された解答用紙は、持ち帰らないこと。
8. 配布された問題冊子は、持ち帰ること。

必要があれば、原子量および定数は次の値を使うこと。なお、構造式は下の例にならって記せ。

H = 1.00 C = 12.0 N = 14.0 O = 16.0 Cu = 63.6

アボガドロ定数 $N_A = 6.0 \times 10^{23}/\text{mol}$



1 次の各問いに答えよ。

問 1 一般に光合成は、植物が光のエネルギーを受け取り、二酸化炭素と水から有機化合物(例えば、グルコース $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$)を生成する反応である。二酸化炭素と水からグルコースを生成する反応の化学反応式を書け。なお、グルコースの係数を 1 とせよ。

問 2 グルコース(固)、二酸化炭素(気)、水(液)の生成熱を考えるときの反応について、それぞれを熱化学方程式で表せ。ただし、生成熱は、それぞれ 1272 kJ/mol, 394 kJ/mol, 286 kJ/mol であるとする。

問 3 酸素(気)の生成熱はいくらか答えよ。

問 4 問 1 の反応の反応熱を求めよ。そして、この反応が発熱反応か吸熱反応かを答えよ。

問 5 グルコースは、生体内における呼吸反応により分解され、生命活動のためのエネルギーが得られる。1 mol のグルコースから、完全燃焼により得ることができるエネルギーを求めよ。

問 6 実際の光合成では、様々な反応が複雑に組み合わさって進行している。その初期段階で、水の分解反応が重要な役割を果たしている。これに関連して、次の反応の反応熱を求めたい。このとき、水(液)の生成熱のほかに、どのような物質の変化にともなうエネルギーの値が必要か、その名称を全て答えよ。



問 7 生物は、酸素がない条件下ではアルコール発酵によって生命活動に必要なエネルギーを得る場合もある。グルコースのアルコール発酵について熱化学方程式を書け。ただし、エタノール(液)の生成熱は 277 kJ/mol とする。

問 8 問 7 の様にして生物が生成したエタノールは特にバイオエタノールと呼ばれ、エネルギー源として利用されている。生成されたエタノールの完全燃焼により得られるエネルギーは、光合成によりグルコースを生成するときに蓄えられた光のエネルギーの何パーセントにあたるか。答えは小数点以下第 1 位まで求めよ。

2

〔I〕, 〔II〕の各問いに答えよ。

〔I〕 表1は、元素の周期表の一部である。この表に関する各問いに答えよ。

表1 元素の周期表(一部)

族 周期	1	2	13	14	15	16	17	18
1	H							He
2	Li	Be	B	C	N	O	F	Ne
3	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar
4	K	ア	Ga	Ge	As	Se	イ	Kr

問1 アおよびイに入る元素をそれぞれ元素記号で記せ。

問2 1族(Hを除く)および17族の元素は他の元素と区別して特に何とよばれるか、その名称をそれぞれ記せ。

問3 この周期表において省略されている元素のうち、3から11族に属する元素は何と呼ばれるか、その元素群の名称を記せ。

問4 2族および15族の元素の価電子数をそれぞれ記せ。

問5 第2周期の元素の中でイオン化エネルギーが最も小さい元素と最も大きい元素は何か、それぞれ元素記号で記せ。

問6 第3周期の元素の中で電気陰性度が最も小さい元素と最も大きい元素は何か、それぞれ元素記号で記せ。

問 7 Al 原子の K 殻, L 殻, M 殻の各電子殻に配置されている電子の数を
記せ。

問 8 Li および F が安定な単原子イオンになるとき, 同じ電子配置となる
原子をそれぞれ元素記号で記せ。

〔Ⅱ〕 図1は、金属の結晶構造を示したものである。各問いに答えよ。

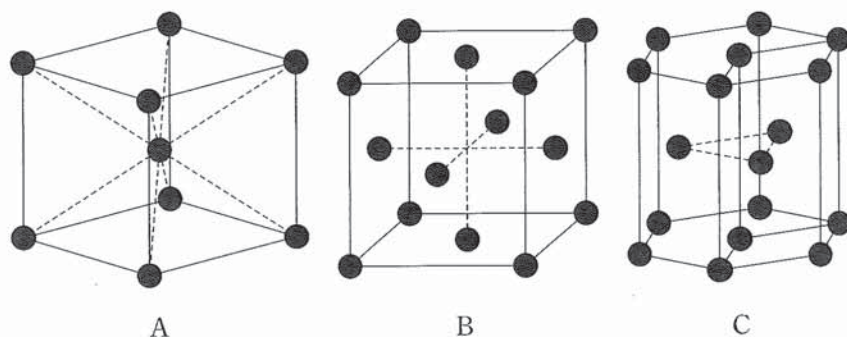


図1 金属の結晶構造

問1 A, B, Cで表される構造は何と呼ばれるか、それぞれ名称を記せ。

問2 AとBの結晶構造の単位格子1つあたりに含まれる原子の数をそれぞれ記せ。

問3 金属結晶の一般的な性質としてふさわしいものを次の(1)から(8)の中から4つ選び、番号を記せ。

- (1) 自由電子によって結合している。
- (2) 硬くてもろい。
- (3) 昇華しやすい。
- (4) 展性、延性がある。
- (5) 熱をよく通す。
- (6) 軟らかくてもろい。
- (7) 電気をよく通す。
- (8) 分子間力で結合している。

問 4 銅の結晶はBの構造をとる。その単位格子の1辺の長さを $3.6 \times 10^{-8} \text{ cm}$ としたとき、銅原子の半径はいくらか。なお、結晶内では最近接の原子は互いに接触しているものとする。計算の過程を示し、答えは有効数字2桁で求めよ。ただし、 $\sqrt{2}$ は1.4とする。

問 5 銅の原子1個当たりの質量はいくらか。計算の過程を示し、答えは有効数字2桁で求めよ。

問 6 問5の結果をもとに、銅の結晶の密度はいくらか。計算の過程を示し、答えは有効数字2桁で求めよ。

3

〔Ⅰ〕, 〔Ⅱ〕の各問いに答えよ。

〔Ⅰ〕 以下の文章を読み、各問いに答えよ。

天然ゴムはイソプレン(図1)が付加重合した構造をもつシス形ポリイソプレンである。なお、トランス形のポリイソプレンはシス形ポリイソプレンと比べると直線状の構造をとりやすいため、弾性に乏しいプラスチック状の物質となる。また、1, 3-ブタジエン C_4H_6 を付加重合させると合成ゴムが得られる。^① これらの天然ゴムや合成ゴムは時間が経過すると劣化する。^②

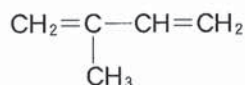


図1 イソプレンの構造式

問1 天然ゴム(シス形ポリイソプレン)の構造式を、シス形とトランス形の違いがわかるように3単位分記せ。

問2 トランス形ポリイソプレンの構造式を、シス形とトランス形の違いがわかるように3単位分記せ。

問3 下線①で得られる合成ゴムの構造式を、シス形として記せ。なお、重合度は n とする。

問4 下線②の理由を20字以内で述べよ。

〔Ⅱ〕 以下の文章を読み、各問いに答えよ。

生体中には、多糖類、核酸、タンパク質など多くの高分子化合物が存在する。多糖類としてはセルロースやデンプンがあげられる。セルロースの構成単位は〔ア〕、デンプンの構成単位は〔イ〕である。セルロースもデンプンも還元性をほとんど示さないが、^①どちらも薄い酸で長時間加水分解すると最終的に還元性を示すようになる。セルロースとデンプンは、構成単位だけでなく全体的な構造も異なる。核酸は、糖と塩基と〔ウ〕からなるヌクレオチド^②を構成単位とする高分子化合物である。核酸としてはDNAやRNAが知られるが、DNAとRNAでは糖の部分が異なる。DNAは全体として特徴的な構造をとっている。^③^④

問 1 〔 〕内のアとイにあてはまる語としてふさわしいものを以下の(a)から(f)の中から選べ。また、〔 〕内のウにあてはまる適切な語を入れよ。

- (a) α -グルコース
- (b) β -グルコース
- (c) α -フルクトース
- (d) β -フルクトース
- (e) α -ガラクトース
- (f) β -ガラクトース

問 2 下線①で、還元性を示すようになった理由を説明せよ。なお、説明には「平衡」という語を用いること。

問 3 下線②を説明した文章としてふさわしいものを以下の(a)から(d)の中から選べ。

- (a) セルロースはらせん構造をとるがデンプンは直線状の構造をとる。
また、セルロースは枝分かれ構造をもつがデンプンはもたない。
- (b) セルロースはらせん構造をとるがデンプンは直線状の構造をとる。
また、セルロースは枝分かれ構造をもたないがデンプンはもつ。
- (c) セルロースは直線状の構造をとるがデンプンはらせん構造をとる。
また、セルロースは枝分かれ構造をもつがデンプンはもたない。
- (d) セルロースは直線状の構造をとるがデンプンはらせん構造をとる。
また、セルロースは枝分かれ構造をもたないがデンプンはもつ。

問 4 下線③の違いを説明したものとしてふさわしいものを以下の(a)から(f)の中から選べ。

- (a) DNA は RNA と比べて構成するヌクレオチドの糖の部分の炭素原子が一つ多い。
- (b) DNA は RNA と比べて構成するヌクレオチドの糖の部分の炭素原子が一つ少ない。
- (c) DNA は RNA と比べて構成するヌクレオチドの糖の部分の酸素原子が一つ多い。
- (d) DNA は RNA と比べて構成するヌクレオチドの糖の部分の酸素原子が一つ少ない。
- (e) DNA は RNA と比べて構成するヌクレオチドの糖の部分の窒素原子が一つ多い。
- (f) DNA は RNA と比べて構成するヌクレオチドの糖の部分の窒素原子が一つ少ない。

問 5 下線④において、DNA の特徴的な構造を何というか記せ。

4

食品中のタンパク質分析に関する以下の文章を読み、各問いに答えよ。

一般的なタンパク質中に含まれる窒素の含有率、すなわち、タンパク質の質量に対する窒素の質量の比が平均 16.0 % であることを利用し、食品中に含まれるタンパク質の量を求めることができる。つまり、ある食品中の窒素含有量を求めてから、その値を〔ア〕倍すれば、およそのタンパク質含有量(粗タンパク質量)が決定でき、〔ア〕は窒素—タンパク質換算係数と呼ばれる。以下にケルダール法と呼ばれる窒素含有量の決定手順を示す。

ある食品 2.50 g を量り取り、濃硫酸を加えて加熱し、含有する窒素をすべて硫酸アンモニウムとした。一度冷却した後、この試料を含むフラスコに高濃度の水酸化ナトリウム水溶液を加えてから加熱すると、気体のアンモニアが発生した。この気体を 50.0 mL の 0.200 mol/L 硫酸水溶液が入った別のフラスコに導き、完全に吸収させた。このアンモニアを吸収させた硫酸水溶液 5.00 mL をホールピペットによって量り取り、コニカルピーカーに移してから、指示薬としてメチルオレンジを 1 ~ 2 滴加えた。コニカルピーカー内に 0.200 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液をビュレットにより徐々に加えていくと、4.00 mL 滴下したところで、コニカルピーカー内の溶液の色が〔イ〕から〔ウ〕に変化した。

なお、アンモニアの吸収にともなう硫酸水溶液の体積変化は無視できるものとする。

問 1 説明文中の〔 〕内のアからウにあてはまる適切な語および数値を入れよ。数値は有効数字 3 桁で答えよ。

問 2 下線①で起こる反応と類似した反応として、塩化アンモニウムと水酸化カルシウムの混合物を加熱してアンモニアを発生させる反応が挙げられ、実験室でのアンモニアの製法として知られている。この塩化アンモニウムと水酸化カルシウムとの反応を化学反応式で答えよ。

問 3 下線①で起こる反応を化学反応式で答えよ。

問 4 下線②のフラスコ内で起こる反応を化学反応式で答えよ。

問 5 ケルダール法においては、発生したアンモニアを硫酸水溶液に吸収させるのに対し、アンモニアを「気体として」捕集する際には、水上置換や下方置換ではなく、上方置換が用いられる理由を答えよ。

問 6 下線④から⑥の器具を用いて中和滴定しようとする、器具が洗ったばかりで水に濡れた状態であった。滴定を行う前に共洗いする必要のある器具をすべて記号で答えよ。

問 7 下線③の溶液における硫酸の濃度を計算せよ。計算の過程を示し、答えは有効数字 3 桁で求めよ。

問 8 この実験で発生したアンモニアの物質量を計算せよ。計算の過程を示し、答えは有効数字 3 桁で求めよ。

問 9 食品中の窒素含有量および粗タンパク質量を求めよ。計算の過程を示し、答えは有効数字 3 桁で求めよ。なお、食品中に含まれる窒素はすべてタンパク質に由来するものとする。

5 以下の文章を読み、各問いに答えよ。

炭素、水素、酸素からなる有機化合物の組成式を図1の装置を用いて決定することにした。

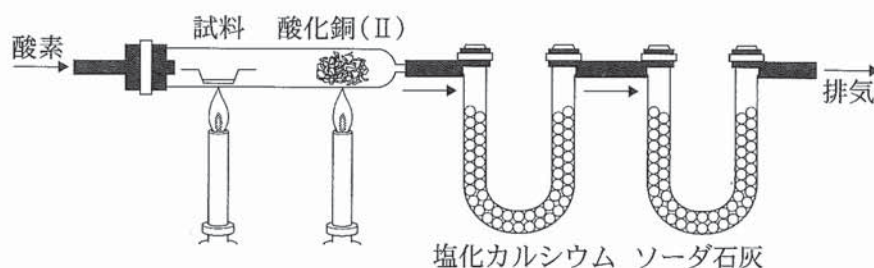


図1

- (1) 精密に質量を測定した試料を燃焼管にいれ、乾燥した酸素を通しながら完全①に燃焼させる。生じる水②を塩化カルシウムで、続いて二酸化炭素をソーダ石灰で吸収し、質量増加分から水および二酸化炭素の質量を求める。
- (2) (1)で求めた水および二酸化炭素の質量から水素と炭素の質量を計算し、試料との質量差から酸素の質量を計算する。
- (3) 図1の装置により、11.1 mg の試料を完全に燃焼させたところ、塩化カルシウムの質量は 13.5 mg 増加し、ソーダ石灰の質量は 26.4 mg 増加した。

問1 下線①で乾燥した酸素を用いる理由を簡潔に説明せよ。

問2 下線②において、順番を逆にすると正しい化合物の組成式が決定できない。その理由を簡潔に説明せよ。

問3 燃焼管に加える酸化銅(II)の役割を20字以内で記せ。

問 4 この有機化合物試料に含まれる水素，炭素，酸素の質量をそれぞれ求めよ。答えは有効数字 3 桁で求めよ。

問 5 この有機化合物の組成式を記せ。

問 6 この有機化合物試料 200 mg を水 25.0 g に溶解し，凝固点を測定したところ -0.200°C であった。この有機化合物の分子式を記せ。計算の過程を示すこと。ただし，水のモル凝固点降下を $1.86\text{ K}\cdot\text{kg/mol}$ とし，試料は不揮発性であるとする。

問 7 この有機化合物の構造を決定するために，金属ナトリウムと反応させたところ水素ガスが発生した。この化合物について考えられるすべての構造式を記せ。ただし，光学異性体は区別しなくて良い。

平成30年度弘前大学一般入試(後期日程)

問題訂正

問題訂正の教科・科目名	理科(化学)
-------------	--------

理科(化学)

13ページ 5 問6 3-4行目

誤) 不揮発性

正) 不揮発性の非電解質

平成 30 年度入学試験問題(後期)

理 科(地 学)

【注 意 事 項】

1. 試験開始の合図があるまで、この問題冊子を開いて見てはならない。
2. あらかじめ選択を届け出た科目について解答すること。それ以外の科目について解答しても無効である。
3. 本冊子には、**①**から**④**までの4問題が印刷されていて、合計7ページである。
落丁、乱丁、印刷の不鮮明な箇所等がある場合には、申し出ること。
4. 解答用紙を別に配付している。解答は、問題と同じ番号の解答欄に記入すること。指定の箇所以外に記入したものは無効である。
5. 問題は**①②③④**すべてに解答すること。
6. 解答用紙の指定された欄に、学部名及び受験番号を記入すること。
7. 配付された解答用紙は、持ち帰らないこと。
8. 配付された問題冊子は、持ち帰ること。

- 1 次の文章を読んで、以下の設問(1)～(5)に答えよ。

日本列島は、全体的に見て(ア)方向に圧縮される力を受けて様々な地震が発生している。マグニチュードが8を超えるような巨大地震が発生するのは、主にプレート境界である。そこには(イ)と呼ばれる領域が存在し、強く固着した状態で時間をかけてひずみが蓄積され、地震とともにそのひずみが解放される。2011年3月11日に発生した(ウ)地震もその1つの例であり、沈み込む太平洋プレートと北米プレートの境界で発生した。(イ)の位置は、GPS等を用いて(エ)を調べることで推定することができ、将来起こりうる地震への対策として非常に重要な情報となる。西日本では、(オ)と呼ばれる海溝沿いのプレート境界で南海地震などの発生が危惧されており、これに対する調査・研究が行われている。地震が発生すると、観測された地震波の到達時刻を用いて震源が推定される。日本では、震源位置と地震の規模を表すマグニチュードにもとづいて緊急地震速報や津波警報などの情報が一般に公開され、地震発生直後に得られる情報としては極めて重要である。なお、このプロセスを担当している機関は(カ)である。

- (1) (ア)～(カ)に当てはまる語句を答えよ。
- (2) 下線部(A)について、水平方向に圧縮する力が最大となる場で発生する地震について、その断層の種類を2つ答えよ。
- (3) 下線部(B)について、沈み込む太平洋プレートはどのような事実から確認できるかを簡潔に答えよ。
- (4) 下線部(C)について、震源の位置と震源時(地震が発生した時刻)を求めるために、必要な地震波到達時刻のデータは最低でいくつ。正しいものを以下の(a)～(d)から一つ答えよ。
- (a) 2つ (b) 3つ (c) 4つ (d) 5つ
- (5) 下線部(D)について、緊急地震速報は万能とはいえない。どのような場合に有用でなくなるか、簡潔に説明せよ。

- 2 次の文章は、架空のジオサイト(注)「いろは海岸ジオサイト」の解説である。これを読んで、以下の設問(1)～(6)に答えよ。

いろは海岸では、おおよそ(ア)万年前の出来事である日本海誕生の前後に形成された地層を観察できる。最も古い地層である礫岩層 a には、大陸を構成した岩石が礫として含まれる。その上には、珪長質の凝灰岩層 b が載る。凝灰岩層 b は、二次的に変質して緑色を帯びたいわゆる(イ)よりなる。その上に重なる砂岩層 c からは、(ウ)の化石が産出する。さらに上位に重なる泥岩層 d に含まれる(エ)は、この地域がかつて水深 3000 m 程の深海であったことを示す。いろは海岸を西から東に歩くと、泥岩層 d、砂岩層 c、凝灰岩層 b、^(A)礫岩層 a、凝灰岩層 b、砂岩層 c、泥岩層 d の順で、地層を観察できる。

(注) ジオサイト：大地を学び楽しむ目的で認定された自然公園「ジオパーク」において、見どころとなる個々の場所

- (1) (ア)～(エ)に当てはまる数字や語句を、以下の選択肢よりそれぞれ答えよ。

250, 1500, 6500, 9000, ビカリア, トリゴニア, フズリナ,
アカントステガ, 黒鈹鈹床, グリーンタフ, オフィオライト, 蛇紋岩,
示相化石, 示準化石

- (2) 下線部(A)から単純に推測される地質構造の名称を答えよ。ただし、地層の逆転はないものとする。

- (3) 泥岩層 d の堆積後から現在までの間にこのジオサイトで起こったことについて、日本列島の構造発達史も踏まえた上で簡潔に述べよ。

- (4) 礫岩層 a からは、礫岩層 a に礫を供給した火成岩に由来するジルコンの粒子が分離された。この火成岩の形成年代を推定するためにジルコンの放射年代測定を行った結果、約 7 億年前の年代値が得られた。この結果を得るために適切な放射年代測定法の名称を、一つ答えよ。
- (5) 約 7 億年前に当時の赤道周辺 (低緯度域) に堆積した氷河堆積物が、世界中でみついている。当時の地球気候について簡潔に述べよ。
- (6) ある地点の地質時代の緯度は、古地磁気の研究から推定できる。地磁気の三要素を全て挙げ、どういった場合に赤道周辺で獲得された古地磁気と判断できるか簡潔に答えよ。

- 3 次のグラフは、国土地理院鬼崎験潮場(愛知県常滑市)で得られた潮位をグラフにしたものである。以下の設問(1)~(5)に答えよ。

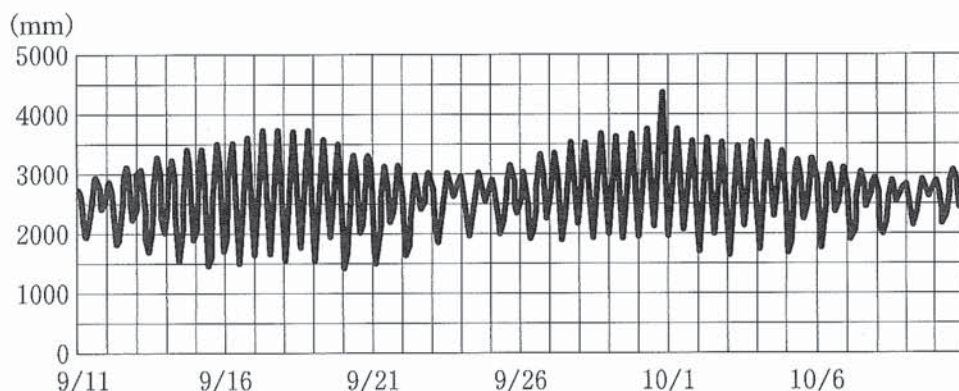


図1 ある年の9月11日0時から10月10日23時までの1時間ごとの潮位

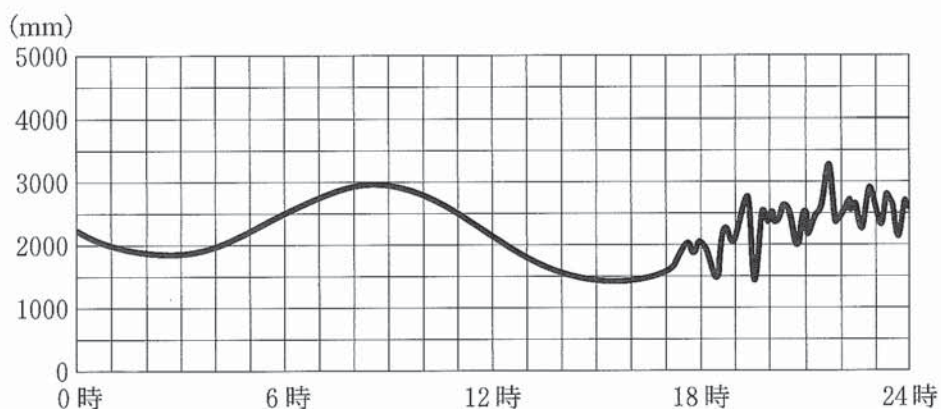


図2 ある日の0時0分0秒から23時59分30秒までの30秒ごとの潮位

(潮位データは http://www.gsi.go.jp/kanshi/tide_furnish.html より入手)

(1) 次のア～ウに該当する潮位変化を(a)～(g)より一つずつ選べ。

ア 津波

イ 上弦の月の頃

ウ 高潮

(a) 図1の9/14頃

(b) 図1の9/17頃

(c) 図1の9/21頃

(d) 図1の9/24頃

(e) 図1の9/30夕方頃

(f) 図2の17時以前

(g) 図2の17時以降

(2) 図1の潮位変化に関する次の文中の(エ)～(コ)に当てはまる語句を答えよ。

1日2回ずつ潮位が昇降する現象を(エ)という。(オ)の引力が(オ)に面する側の海水、地球中心、(オ)に対し反対側の海水の順で(カ)なることと、地球が(キ)していることにより生じる。また潮位の昇降には(ク)の引力も影響する。(オ)、(ク)、地球が一直線となることが約(ケ)の周期で生じ、その時期は昇降の幅が(コ)なる。

- (3) 高潮は低気圧により引き起こされる。日本に関係する温帯低気圧と熱帯低気圧について対比した下表の空欄(A)～(C)に当てはまる説明文を答えよ。

低気圧	温帯低気圧	熱帯低気圧
発 生	(A)	水温が高い低緯度の海域において、大量に蒸発する水蒸気による積乱雲が発達。
形	東側に温暖前線、西側に寒冷前線を形成。	中心に目を形成し、前線を伴わない。
移 動	上空の偏西風波動の影響で東へ移動。	(B)
日本の気象との関係	春と秋には、(C)	夏に北太平洋高気圧が強いと接近しないものの、秋になり高気圧が弱まると接近し、強風や降水をもたらす。

- (4) 津波の特徴について、海面で通常見られる波と異なる点を簡潔に3つ以上箇条書きして答えよ。

- (5) 鬼崎駿潮場の沖合には黒潮と呼ばれる海流が流れている。この海流は北太平洋における時計回りの循環の一部となっていて、海上風により引き起こされている。この海流の循環に関与する低緯度側の海上風に関する大気循環について、以下に示す語句をすべて用いて説明せよ。

赤道付近 緯度 20～30 度 転向力 上昇気流

- 4 次の文章を読んで、以下の設問(1)～(3)に答えよ。計算結果を有効数字1桁で答え、考え方および計算過程も示せ。

2016年2月、米国の実験グループが、重力波を検出することに史上初めて成功したと発表した。一般相対性理論によれば、重力波とは時間と空間のゆがみであり、この微小なゆがみが波動として光速で伝わる現象である。その初検出された重力波は、ブラックホールどうしの連星が衝突して合体する際に生じたものだと考えられている。この天体イベントは、その検出された日にち(2015年9月14日)にちなんでGW 150914とよばれている。GW 150914で連星が合体する直前、等質量のブラックホールどうしの連星が互いの共通重心のまわりを円軌道を描いて動いているとする。

光速は 3×10^8 m/s、1年は 3×10^7 s、太陽と地球の平均距離は 1×10^{11} mとする。

- (1) 各ブラックホールの速度が光速の0.2倍、公転周期が0.01 sとして、この天体の共通重心まわりの円軌道の半径を求めよ。
- (2) この2つのブラックホールの間の距離は、地球の平均半径より長い、短い、その距離を求めることによって答えよ。
- (3) この連星に対してもケプラーの第3法則が成り立つとして、この2つのブラックホールの質量の和が、太陽質量の何倍か求めよ。

なお、円軌道をなす連星に対するケプラーの第3法則は、以下の式で表される。

$$\frac{a^3}{T^2} = \frac{GM}{4\pi^2}$$

T は公転周期、 a は天体間の距離、 M は連星をなす天体の質量の和、 G は万有引力定数、 π は円周率である。