

# 入学試験問題

函館ラ・サール高等学校

2023. 2. 14

## 理科 (50分)

【問題 1】 2022 年、サッカーワールドカップが中東のカタールで開かれました。日本代表チームも出場して日本国内でも大きな話題となりましたが、日本代表チームの試合が日本時刻で深夜近くのものもありました。時刻に関する次の説明を読み、以下の問いに答えなさい。

### 【時刻について】

- ・太陽が南中する時を正午とする時刻を「視太陽時」という。
- ・地球の公転軌道が楕円であることや、地球の自転の速さが一定でないことから、常に動く平均太陽という仮想的な天体を考え、それによる時刻を「平均太陽時」という。
- ・平均太陽時を用いた場合、その地点の経度 1 度につき (ア) 分、経度 (イ) 度で 1 時間の時刻の差が生じる。
- ・そのため、国や地域ごとに標準となる経度を決め、その地点での平均太陽時をその地域の「標準時」としている。
- ・イギリスのグリニッジ (経度 (ウ) 度) での平均太陽時を「世界時」とする。
- ・現在は、より正確な (エ) 時計によって定義した「国際原子時」をもとに、平均太陽時とのずれを調整する「協定世界時」を用いている。
- ・東経 180 度を (オ) 線とし、飛行機などが (カ) に越えるとき 1 日進める。
- ・日本では東経 135 度、カタールでは東経 45 度での標準時を用いている。アメリカは国土が広大なため、いくつかの時間帯に分けられ、ロサンゼルスでは西経 120 度を基準とする太平洋標準時が使われている。
- ・各地の緯度と経度は以下のようなものである。

	緯度	経度
明石 (日本)	34.4°N	135.0°E
函館 (日本)	41.5°N	140.5°E
ドーハ (カタール)	25.3°N	51.5°E
ロサンゼルス (アメリカ)	34.0°N	118.1°W
シドニー (オーストラリア)	33.6°S	151.1°E

N…北緯 E…東経  
S…南緯 W…西経

問 1 文中の ( ) に適する数値や語句をそれぞれ答えなさい。ただし、(ア)～(ウ)には整数、(エ)には漢字 2 字、(オ)には漢字 4 字、(カ)には方角の漢字 1 字が入るものとする。

問 2 日本ではスペイン戦の開始時刻が 12 月 2 日 4 時でしたが、これはカタール時間で何月何日何時ですか。24 時間表記で答えなさい。

問 3 ある日、明石で正午 (12 時) に太陽が南中しました。この日、函館での南中時刻は何時何分ですか。24 時間表記で答えなさい。必要があれば、小数第 1 位を四捨五入すること。

問 4 函館では冬至の日、太陽の南中高度が 25.1°でした。同じ日、ドーハでの太陽の南中高度は何度と考えられますか。小数第 1 位まで答えなさい。

問 5 日本では冬、オリオン座の三つ星が真東から南の空にのぼります。同じ日、シドニーでは三つ星はどのように見えますか。次のア～エから 1 つ選び、記号で答えなさい。

- ア. 真東から南の空にのぼる。
- イ. 真東から北の空にのぼる。
- ウ. 真西から南の空にのぼる。
- エ. 真西から北の空にのぼる。

問 6 日本時間で 12 月 1 日 17 時 5 分、飛行機で成田空港を出発して、ロサンゼルスにむかったところ、所要時間 9 時間 45 分で到着しました。ロサンゼルスに到着した日時を、ロサンゼルスの時刻で答えなさい。

問7 世界の一部の国では「サマータイム」が導入されており、春から秋の時刻を1時間早めています。例えばアメリカでは、3月の第2日曜日を開始日とし、その日の午前1時59分の後、1時間早めて午前（キ）時とし、11月の第1日曜日を終了日とし、その日の午前1時59分の後、1時間遅くして午前（ク）時にします。日本でも過去にサマータイムを導入したことがあり、現在も導入が検討されていますが、賛否両論があり導入には至っていません。人間の活動時刻に関する最近の話題では、2021年に行われた東京オリンピックの際、暑さを避けるためにマラソンと競歩が札幌開催となり、さらに早朝（5時30分など）や夕方（16時30分など）にスタートするという対策が講じられました。

- (1) 文中の（キ）、（ク）に当てはまる整数をそれぞれ答えなさい。
- (2) サマータイムを導入する利点として考えられるものを次のア～オから1つ選び、記号で答えなさい。
- ア. 他の国との時差の短縮
  - イ. 体内時計の調節などによる体への負担軽減
  - ウ. 明るい時間帯の有効活用
  - エ. 太陽光による皮膚がんの減少
  - オ. 職場における残業時間の削減

問8 2022年11月、フランスのパリで開かれた世界<sup>どりょうこう</sup>度量衡会議において、2035年までに「閏秒（うるうびょう）」に変わる新たなシステムを導入することが決定されました。閏秒に関する次のア～オのうち、正しいものを2つ選び、記号で答えなさい。

- ア. 4年に1回、世界同時に調整される。
- イ. 地球の公転周期が365.2422日であることと、1年が365日であることの差を補正するためのものである。
- ウ. 地球の自転周期の不安定さのために導入される。
- エ. 閏秒を導入することにより、コンピュータの誤動作が心配されている。
- オ. 閏秒は挿入する場合と削除する場合があるが、今まで実施されたものは挿入したものだけである。

[問題2] 次の文章を読んで、以下の問いに答えなさい。

腎臓には、大動脈から分かれた腎動脈を通じて、大量の血液が流れ込む。腎動脈は腎臓に入ると細かく枝分かれし、毛細血管となって、糸玉状の糸球体となる。糸球体はボーマンのうに包まれており、この2つを合わせて腎小体という。

ボーマンのうから続く管を①細尿管（腎細管）という。この細尿管が多数集まって②集合管となり、腎うとよばれる腎臓の中央にある空所につながる。腎小体とこれに続く細尿管のまとまりは、腎臓を構成する基本単位で、ネフロン（腎単位）とよばれる。

糸球体を通る血液には、高い圧力がかかる。糸球体の毛細血管の壁には小さなあなが多数開いており、血液成分のうち、水・無機塩類（各種イオン）・グルコース・老廃物などの小さい物質が、③高い圧力によって糸球体を包むボーマンのうへこし出され、ろ過されたものを原尿という。

原尿は、細尿管、集合管へと流れていくが、このとき、水・無機塩類・グルコースなどの④からだに必要な物質は、必要な量だけ、細尿管を取り巻く毛細血管へと戻される。このはたらきを再吸収という。水はほとんどが再吸収されるが、⑤尿素などの老廃物は、あまり再吸収されずに集合管を通過して濃縮され、腎う、1を経て2に一時ためられ、尿として体外に排出される。

腎臓に入った血液が糸球体でろ過される際に、グルコースは原尿中に出るが、血液中のグルコース濃度が低い場合にはグルコースは細尿管を流れる間に血液へすべて再吸収される。しかし、⑥血液中のグルコース濃度が高いと再吸収しきれずに、一部が尿中に排出される。

問1 文章中の下線部①細尿管（腎細管）と②集合管は図1のどこにあたりますか。それぞれ図中のア～エから選び、記号で答えなさい。

問2 文章中の空欄1・2に入る適切な語句を答えなさい。

問3 文章中の下線部③について、糸球体からボーマンのうへろ過するときの圧力について書かれた以下の文章の3に入る式を、選択肢ア～エから選びなさい。また4に入る数字を整数で答えなさい。必要があれば、小数第1位を四捨五入すること。

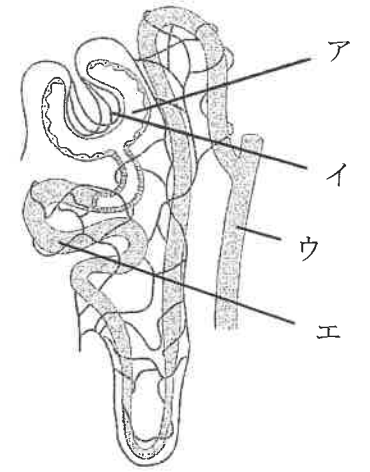


図1

図 2 中の矢印 (⇔) は糸球体内のろ過圧 ( $P_f$ ) を表し、糸球体内部の血圧<sup>注1</sup> ( $P_b$ ) とボーマンのうの内部の圧力 ( $P_c$ )、および糸球体毛細血管内のタンパク質の濃度が高いほどろ過に対して強まる抵抗力 ( $P_0$ ) により決まり、 で計算される。

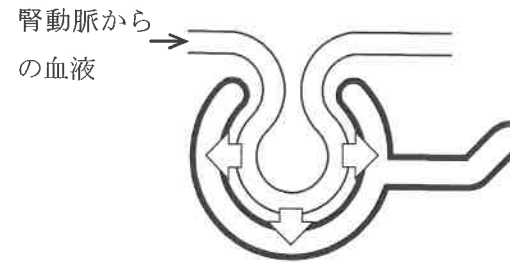


図 2

ある人のからだを調べてみたところ、血圧は腎動脈から糸球体にいたるまでに 15 mmHg<sup>注2</sup> 低下していた。また、 $P_c$  は 15 mmHg で、 $P_0$  は 25 mmHg であることもわかった。

これらのことから考えると、腎動脈の血圧が  mmHg 以下であると、糸球体からボーマンのうへのろ過が起こらず、尿を生成することができないことがわかる。

注 1：血圧は血液が血管壁を押し圧力である。注 2：760 mmHg は 1 気圧の圧力に相当する。

の選択肢

- ア.  $P_f = P_b + P_c + P_0$       イ.  $P_f = P_b + P_c - P_0$   
 ウ.  $P_f = P_b - P_c + P_0$       エ.  $P_f = P_b - P_c - P_0$

問 4 文章中の下線部④について、健康な人の血しょう・原尿・尿の成分を調べると表 1 のようになりました。また、表 1 中のイヌリンは、植物がつくる多糖類の一種で、ヒトの体内では利用されない物質です。イヌリンを静脈に注射すると、糸球体からボーマンのうへすべてろ過されますが、その後再吸収されずに、ただちに尿中に排出されます。そのためイヌリンは、その濃縮率（尿中の濃度を血しょう中の濃度で割ったもの）から原尿量を調べるために用いられます。なお、尿は 1 分間に 1 mL 生成されるものとします。

表 1

成分	質量パーセント濃度 (%)		
	血しょう	原尿	尿
タンパク質	7.2	0	0
グルコース	0.1	0.1	0
ナトリウムイオン	0.3	0.3	0.34
尿素	0.03	0.03	2
尿酸	0.004	0.004	0.054
イヌリン	0.01	0.01	1.2

(1) 1 日あたり何 L の原尿が生成されましたか。整数で答えなさい。必要があれば、小数第 1 位を四捨五入すること。

(2) 原尿中の①グルコース、②尿素は何%再吸収されましたか。それぞれ整数で答えなさい。必要があれば、小数第 1 位を四捨五入すること。ただし、血しょう、原尿、尿の密度は 1 g/mL とします。

問 5 文章中の下線部⑤について、アミノ酸は分解されるとおもに二酸化炭素、水、 となり、 は尿素に変えられます。この の物質名と、尿素が作られる臓器の名称を答えなさい。

問 6 文章中の下線部⑥について、このような状態になる病気の名称を答えなさい。

[問題 3] 次の水圧および浮力に関する以下の問いに答えなさい。ただしこの問題では 100 g の物体にはたらく重力の大きさを 1 N とします。

空気がおよぼす圧力（大気圧）と同じように、水がおよぼす圧力（水圧）は、その上にある水にはたらく重力によって生じます。

問 1 次の文章は水深 0.5 m での水圧について説明したものです。①～⑤に当てはまる数値を、整数で答えなさい。必要があれば、小数第 1 位を四捨五入すること。

図 1 のように、水面から 0.5 m 下の、縦 0.2 m、横 0.2 m の正方形の面 A に生じる水圧を考える。

水の密度を  $1000 \text{ kg/m}^3$  とすると、この縦 0.2 m、横 0.2 m、高さ 0.5 m の水柱の質量は( ① )kg となる。また、水柱にはたらく重力の大きさは( ② )N であるから、面 A に生じる水圧は( ③ )Pa である。

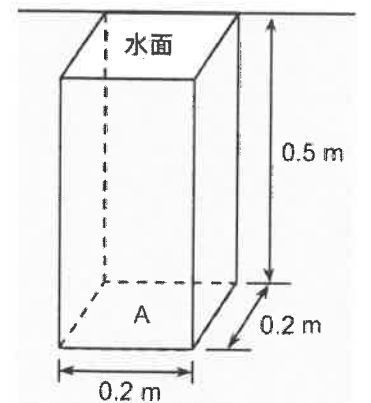


図 1

同じように考えると、水面から 0.7 m 下の一辺が 0.2 m の正方形の面 B に生じる水圧は( ④ )Pa となる。

これらのことから、水圧は水深に比例し、

$$\text{水圧[Pa]} = \text{水深[m]} \times ( ⑤ )[\text{N/m}^3]$$

という関係があることがわかる。

空気中や、水中に物体があると、物体は空気や水から押し上げられる向きに力を受けます。この力を浮力といいます。

問2 次の文章は水中で物体が受ける浮力について説明したものです。⑥～⑩に当てはまる数値を整数で答えなさい。必要があれば、小数第1位を四捨五入すること。

図2のように、縦0.3 m、横0.3 m、高さ0.6 mの物体が水中にあり、水面からこの物体の上面までの深さが0.2 mのときに物体が水から受ける浮力を考えます。

問1より、水深0.2 mでの水圧は(⑥) Paであるから、水が物体の上面を押す力1の大きさは(⑦) Nである。同様に考えると、水が物体の下面を押す力2の大きさは(⑧) Nである。また、水深が同じ場所では水圧が等しいので、力3と力4の大きさは等しく、物体が水から受ける浮力の大きさは(⑨) Nと表すことができる。この浮力の大きさは(⑩) kgの物体にはたらく重力の大きさと等しい。これらのことから、物体にはたらく浮力の大きさは物体が押しつけた水にはたらく重力の大きさに等しいといえ、この関係をアルキメデスの原理という。

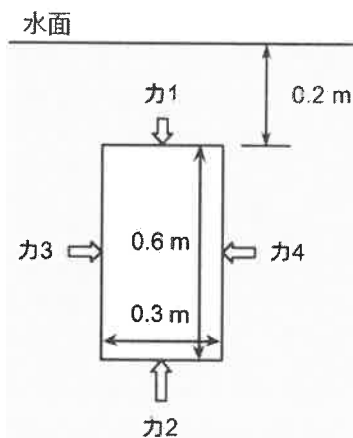


図2

問3 体積  $4000 \text{ m}^3$  の氷山が海に浮かんでいます。この氷山の海水中有る体積は、氷山全体の体積の何%ですか。小数第1位まで答えなさい。必要があれば、小数第2位を四捨五入すること。ただし、氷山の密度は  $920 \text{ kg/m}^3$ 、海水の密度は  $1025 \text{ kg/m}^3$  であるとします。

[問題4] 次の文章は、北海道に住む中学3年生のラサ夫君とお父さんの会話です。これを読み、以下の問いに答えなさい。

ラサ夫：「今年の冬はずいぶんと冷え込む日が多いなあ。そんな日には『使い捨てカイロ』が役に立つね。」

お父さん：「ラサ夫、これを見てごらん(右)。お父さんのカイロは使い捨てではないんだよ。エコでしょ。使い捨てカイロと違ってゴミが出ないから、近年話題になっているSDGsの1つ、『つくる責任・つかう責任』にも配慮したグッズと言えるね。」



ラサ夫：「使い捨てカイロは確か①鉄が酸化されるときの発熱を利用するんだよね。お父さんのカイロは何から発熱するの？」

お父さん：「お父さんはライター用のオイルを使っているよ。使い捨てライターはブタン  $\text{C}_4\text{H}_{10}$  というガスを燃やしているんだけど、アニメ『ワンピース』に出てくるサンジが使っているような使い捨てではないライターでは、ガスの他に、さまざまな炭化水素からなる液体燃料を使うものもあるんだ。」

ラサ夫：「お父さんのカイロは、その燃料を燃焼させているの？」

お父さん：「いやいや、燃焼のような激しい反応だとやけどしてしまうよ！ここでは、空気中の酸素と燃料とを穏やかに化学反応させているんだ。でも、②反応前後の物質を見比べてみると、燃焼させたときと変わらず、総発熱量も変わらない。だから、『少しずつ、長時間』発熱させられるのさ。」

ラサ夫：「いったいどうやって燃料と酸素の反応をコントロールしているの？」

お父さん：「燃料を入れるケースは、綿のようなものが取り付けられたパーツでふたをするんだけど、その綿のようなものには白金が含まれるんだって。燃料の蒸気がこの部分に触れると、白金が空気中の酸素と燃料との反応を手助けすることで、穏やかに反応が進行するらしいよ。」

ラサ夫：「白金って、アクセサリーに使われる金属の？」

お父さん：「そうなんだ。アクセサリーでは『プラチナ』と呼ばれることもあるよね。白金は、さまざまな化学反応を促進させるはたらきが知られていて、例えば、自動車の排気ガスを浄化する装置や燃料電池にも使われているのさ。」

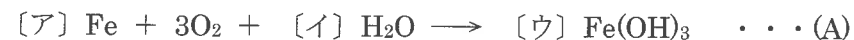
ラサ夫：「ちょっと待って。お父さんのカイロでは燃料が化学反応して発熱するときに二酸化炭素を出すよね。でも、使い捨てカイロでは鉄が反応するときに二酸化炭素を出さないから、使い捨ての方がエコじゃない？」

お父さん：「なるほどね。③それじゃあちょっとシミュレーションしてみようか。」

問1 白金の元素記号を、次のア～オから1つ選び、記号で答えなさい。

ア. Au      イ. Hk      ウ. Pt      エ. Wg      オ. Pb

問2 下線部①について、使い捨てカイロに含まれる鉄は、次に示すような化学反応を起こすことが知られています。反応式中の空欄〔ア〕～〔ウ〕にあてはまる係数を答えなさい。なお、1の場合にも省略せずに1と記すこと。



問3 下線部②について、ブタンや、ライターの液体燃料は、ともに炭素原子と水素原子からなる「炭化水素」と総称される物質です。炭化水素が完全燃焼すると、二酸化炭素の他に何が生じますか。化学式で答えなさい。

下線部③について、以下の問いでは次に挙げる条件をもとに計算しなさい。

- 使い捨てカイロの中で起こる反応は、問2の(A)で表したもののみとする。
- (A)の反応で鉄1gが消費されると、7kJ発熱する。
- ライター用燃料を「純粋なヘキサン  $\text{C}_6\text{H}_{14}$ 」として考える。
- ヘキサン1gが完全燃焼すると、48kJ発熱する。
- ヘキサンの密度  $\dots 0.65 \text{ g/cm}^3$
- 原子1個の質量比  $\dots \text{H原子} : \text{C原子} : \text{O原子} = 1 : 12 : 16$

問4 ある使い捨てカイロの袋の中には50gの粉末が入っており、そのうちの56%が鉄でした。含まれる鉄の質量は何gですか。整数で答えなさい。必要があれば、小数第1位を四捨五入すること。

問5 問4の使い捨てカイロの中で(A)の反応が完了したとき、総発熱量は何kJですか。整数で答えなさい。必要があれば、小数第1位を四捨五入すること。

問6 問4の使い捨てカイロの中で(A)の反応が完了したとき、反応に関わった空気中の酸素  $\text{O}_2$  は12gでした。酸素原子1個と鉄原子1個の質量比を、最も簡単な整数比で表しなさい。

問7 ラサ夫君のお父さんが使っているカイロに、24 mLの燃料(ヘキサン)を入れました。その質量は何gですか。小数第1位まで答えなさい。必要があれば、小数第2位を四捨五入すること。

問8 問7で求めた質量のヘキサンがすべて反応したとき、総発熱量は何kJですか。整数で答えなさい。必要があれば、小数第1位を四捨五入すること。

問9 問7で求めた質量のヘキサンがすべて反応したとき、二酸化炭素は何g生成しますか。整数で答えなさい。必要があれば、小数第1位を四捨五入すること。

問10 使い捨てカイロの鉄は、製鉄所において鉄鉱石から次の化学反応によって作られています。



問4で求めた質量の鉄を得るときに生じる二酸化炭素は何gですか。整数で答えなさい。必要があれば、小数第1位を四捨五入すること。

問11 繰り返し使えるカイロのヘキサンから1kJ得るときに生じる二酸化炭素の質量を  $x$  [g]とおきます。また、使い捨てカイロの鉄から1kJ得るときに、反応に関わった鉄の製造過程で生じる二酸化炭素の質量を  $y$  [g]とおきます。 $x$ は  $y$ の何倍ですか。小数第2位まで答えなさい。必要があれば、小数第3位を四捨五入すること。