

専 門 教 養
令和元年 7 月
60 分

受 験 教 科 等
中・高等学校共通 理 科

注 意

- 指示があるまで、問題冊子を開いてはいけません。
- 全て係員の指示に従って、静粛に受験してください。
- 机上には、受験票、筆記用具、時計以外のものを出してはいけません。
- 問題の音読等、他の受験者の迷惑になるような行為、携帯電話の使用及び不正行為をしてはいけません。
- 解答時間は60分です。途中退出はできません。
- 問題冊子のページ数は、34ページです。はじめにページ数を確かめてください。
- 解答用紙に**必要事項の記入やマークがない場合や誤っている場合には、解答は全て無効**となります。解答用紙の【1】の欄には、**受験番号を記入し、受験番号に対応する数字をマーク**してください。【2】の欄には、**氏名を記入**してください。ただし、【3】の**選択問題を表す欄のマークは不要**です。
- この問題は、**共通問題 1 ~ 5**、科目別の**選択問題 物 物理、化 化学、生 生物**、の各問題から構成されています。次の表に従って、解答してください。また、**選択問題で受験科目以外**の問題を選択して解答した場合、**解答は全て無効**となります。

共通問題（全員が解答する）		
共通問題 1 ~ 5（1ページ~11ページ）		
選択問題（受験科目により、いずれか一つを選択して解答する）		
物 理	化 学	生 物
物 物理 (12ページ~19ページ)	化 化学 (20ページ~25ページ)	生 生物 (26ページ~34ページ)

- 問題冊子の余白等は、適宜使用しても構いませんが、どのページも切り離してはいけません。
- 問題文中の「学習指導要領」は、特に指示がある場合を除いて、平成29年又は平成30年告示の「学習指導要領」を表しています。
- 問題の内容についての質問には一切応じません。

解答上の注意

- 解答は、問題文や解答用紙の注意事項に従って、解答欄にマークしてください。問題には、選択肢から選び解答する場合や、数字又は符号（-）を入れて問題文を完成させて解答する場合などがあり、解答方法が複数ある場合とどれか一つのみの場合とがあります。
- 「解答番号は **1**。」と表示のある問に対して、**3**と解答する場合には、次の（例1）のように解答番号 **1** の解答欄の③にマークしてください。

(例1)

解答番号	解答欄
1	① ② ● ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⑩ ⊖

解答上の注意の続きを、問題冊子の裏表紙に記載してあります。問題冊子を裏返して必ず読んでください。

3 問題文中の 、 などの には、数字又は符号（-）が入ります。次の(1)~(4)の方法でマークしてください。

(1) 、、、……の一つ一つは、それぞれ1~9、0の数字又は符号（-）のいずれか一つに対応します。それらを 、、、……で示された解答欄にマークしてください。

例えば、 に -84 と解答する場合には、次の(例2)のようにマークします。

(例2)

解答番号	解答欄
<input type="text" value="2"/>	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⑩ ●
<input type="text" value="3"/>	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ● ⑨ ⑩ ⊖
<input type="text" value="4"/>	① ② ③ ● ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⑩ ⊖

なお、同一の問題文中に 、 などが2度以上現れる場合、原則として、2度目以降は、、 のように細字で表記します。

(2) 分数形で解答する場合は、符号は分子に付け、分母に付けてはいけません。また、分数は既約分数で答えてください。

例えば、 $\frac{\text{56}}{\text{7}}$ に $-\frac{4}{5}$ と解答する場合には、 $\frac{-4}{5}$ として、次の(例3)のように

マークします。

(例3)

解答番号	解答欄
<input type="text" value="5"/>	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⑩ ●
<input type="text" value="6"/>	① ② ③ ● ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⑩ ⊖
<input type="text" value="7"/>	① ② ③ ④ ● ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⑩ ⊖

(3) 小数の形で解答する場合は、特に指示されていなければ、指定された桁数の一つ下の桁を四捨五入して答えてください。また、必要に応じて、指定された桁まで⑩にマークしてください。

例えば、 に 2.6 と解答する場合には、2.60 として答えてください。

(4) 根号を含む形で解答する場合は、根号の中に現れる自然数が最小となる形で答えてください。

4 「ただし、選んだ数字の小さい順にマークすること。解答番号は 、、。」と表示のある問に対して、2と5と8と解答する場合には、次の(例4)のように「②、⑤、⑧」の順にマークします。

このとき、「②、⑤、⑧」以外の「⑤、②、⑧」や「⑧、②、⑤」などの順にマークした場合には、不正解となります。

(例4)

解答番号	解答欄
<input type="text" value="11"/>	① ● ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⑩ ⊖
<input type="text" value="12"/>	① ② ③ ④ ● ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⑩ ⊖
<input type="text" value="13"/>	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ● ⑨ ⑩ ⊖

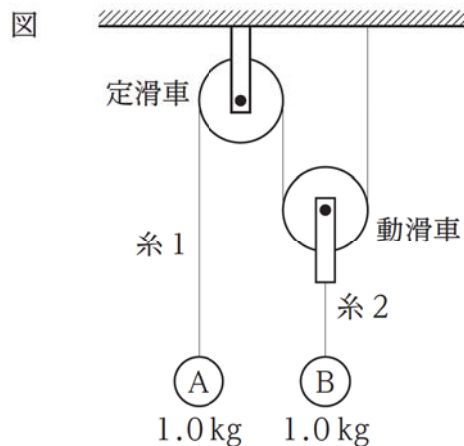
必要があれば、原子量は次の値を用いよ。

H 1.00 C 12.0 O 16.0 Na 23.0 Al 27.0
Cl 35.5

共通問題

1 物理に関する事物・現象について、次の各問に答えよ。

[問 1] 図のように、糸 1 を定滑車と動滑車にかけて一端に質量 1.0 kg の小球 A をつるし、他端を天井に固定した。また、動滑車には糸 2 で質量 1.0 kg の小球 B をつるした。糸がたるまない状態で、小球 A、B を静止するよう手で支えた後に手をはなした。重力加速度の大きさを $g \text{ [m/s}^2\text{]}$ としたとき、手をはなした後の小球 A の加速度 $\text{[m/s}^2\text{]}$ の大きさとして適切なものは、下の 1 ~ 6 のうちのどれか。ただし、糸と滑車の質量、滑車の摩擦及び空気抵抗は無視できるものとする。解答番号は 。

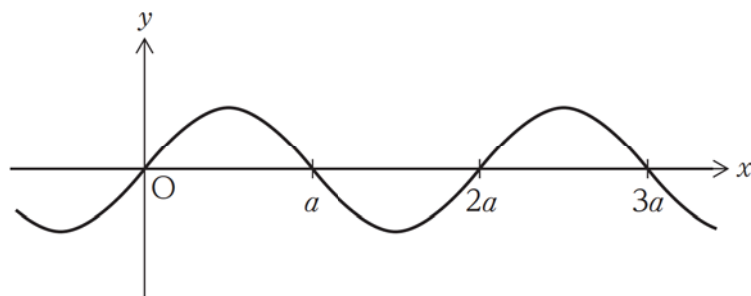


- 1 0
- 2 $\frac{1}{4}g$
- 3 $\frac{1}{3}g$
- 4 $\frac{2}{5}g$
- 5 $\frac{1}{2}g$
- 6 g

[問 2] 1.0 秒間に $3.0 \times 10^4 \text{ J}$ の仕事をして、 $9.0 \times 10^4 \text{ J}$ の熱を放出する熱機関がある。この熱機関の熱効率は [%] である。

[問 3] x 軸の正の向きに一定の速さ $2a \text{ [m/s]}$ で進む正弦波がある。図は、時刻 0 秒における媒質の変位 $y \text{ [m]}$ と位置 $x \text{ [m]}$ の関係を示している。図の時刻から 0.5 秒後における、媒質の振動の速度が y 軸の正の向きに最大となる位置 $x \text{ [m]}$ として適切なものは、下の 1 ~ 8 のうちのどれか。ただし、 $0 < x \leq 2a$ とする。解答番号は 。

図



- 1 $\frac{1}{4}a$
- 2 $\frac{1}{2}a$
- 3 $\frac{3}{4}a$
- 4 a
- 5 $\frac{5}{4}a$
- 6 $\frac{3}{2}a$
- 7 $\frac{7}{4}a$
- 8 $2a$

2 化学に関する事物・現象について、次の各問に答えよ。

[問 1] 10 cm^3 のメスシリンダーに水を 5.00 cm^3 入れた。この水に、金属でできた 33.2 g のネジを沈めたところ、水面が上昇して図のようになった。このネジの密度は、 $\boxed{5.6}$ $[\text{g}/\text{cm}^3]$ である。ただし、メスシリンダーによる体積の測定誤差はないものとし、小数第 2 位を四捨五入して小数第 1 位まで求めよ。

図



[問 2] アルミニウム 0.30 g に十分な量の希塩酸を反応させるとアルミニウムが全て反応し、水素が 396 mL 生じた。また、亜鉛 0.30 g に十分な量の希塩酸を反応させると亜鉛が全て反応し、水素が 109 mL 生じた。なお、二つの反応で生じた水素の体積は、同温・同圧の条件で測定したものである。

この実験の結果から、亜鉛原子 1 個の質量は、アルミニウム原子 1 個の質量の $\boxed{7.8}$ 倍である。ただし、ここでは同位体を考慮せず、同じ種類の元素の原子は全て同じ質量であると考え、小数第 2 位を四捨五入して小数第 1 位まで求めよ。

[問 3] 図1のように、ある濃度の塩酸 10.0 mL をビーカーに入れ、全体の質量を測定したところ、56.80 gであった。次に、図2のように、この塩酸が入っているビーカーに炭酸水素ナトリウム 1.00 g を加え、発生した気体を十分に追い出してから、再び全体の質量を測定した。その後、同様の手順で炭酸水素ナトリウムを、さらに 1.00 g 加え、気体を追い出してから質量を測定した。このように炭酸水素ナトリウム 1.00 g を加えて質量を測定する操作を 5 回繰り返したところ、表のような結果となった。

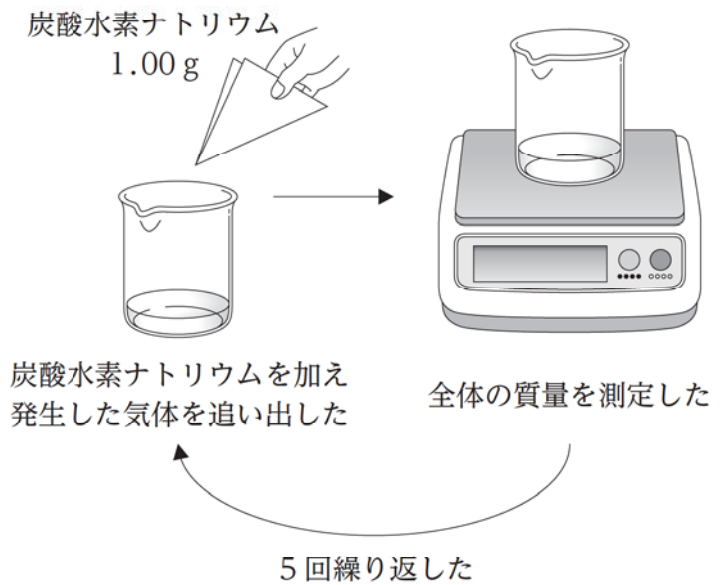
この塩酸 10.0 mL と過不足なく反応する炭酸水素ナトリウムの質量は、9.10 [g] である。ただし、小数第 2 位を四捨五入して小数第 1 位まで求めよ。

図 1



全体の質量を測定した
56.80 g

図 2



炭酸水素ナトリウムを加え
発生した気体を追い出した

全体の質量を測定した

5 回繰り返した

表

加えた炭酸水素ナトリウムの質量の合計	全体の質量
1.00 g	57.28 g
2.00 g	57.76 g
3.00 g	58.24 g
4.00 g	58.93 g
5.00 g	59.93 g

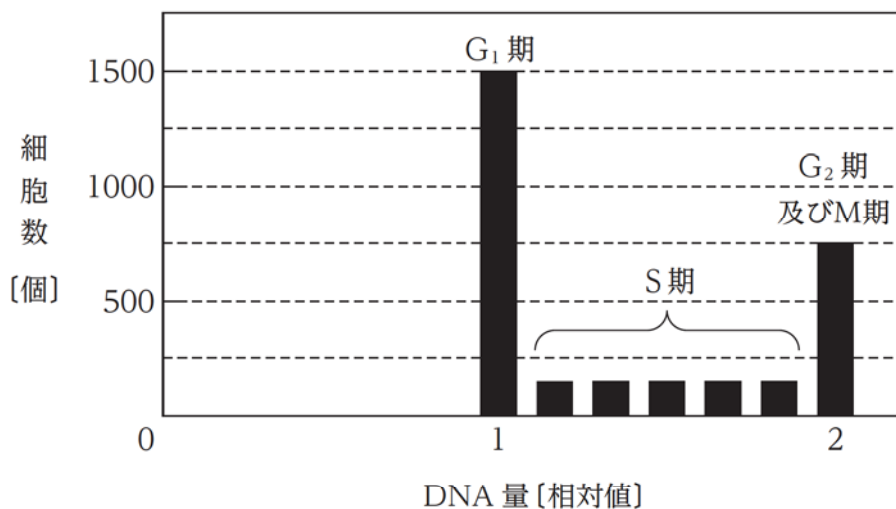
3 生物に関する事物・現象について、次の各問に答えよ。

[問 1] ヒトの肝臓や腎臓に関する記述として最も適切なものは、次の1～4のうちではどれか。解答番号は 。

- 1 肝臓、腎臓ともにそれぞれの内部を流れるリンパ液と自身の細胞間で栄養分や老廃物のやりとりをし、必要なものは細胞内に蓄え、不要なものは分解する。
- 2 肝臓、腎臓ともに3種類の血管が出入りし、内部に入った血液が毛細血管を通過する間に必要なものを吸収し、不要なものを排除する。
- 3 肝臓は、タンパク質や脂質、糖質などを合成・分解することによって、血液中の有機物の濃度を調節する。
- 4 腎臓は、不要なアミノ酸の代謝で生じる有害なアンモニアを毒性の少ない尿素に変え、体外に排出する。

[問 2] 増殖している体細胞の細胞周期は、DNA 合成準備期 (G_1 期)、DNA 合成期 (S 期)、分裂準備期 (G_2 期)、分裂期 (M 期) に分けられる。ある細胞を培養し、そこから 3000 個の細胞を得た。そして、各細胞当たりの DNA 量を測定したところ、図のような結果が得られた。なお、この細胞が1回の細胞周期に要する時間は24時間であり、測定に用いたどの細胞も細胞周期の長さは同じであるものとする。この細胞において、M 期に要する時間が2時間であるとき、 G_2 期に要する時間は [時間] である。

図



[問 3] 次の図ア・イは、ある植物の実及び葉を表したものである。また、下の表はそれぞれの植物の葉の特徴をまとめたものである。我が国の中部地方において、ア・イが多く生息すると考えられるバイオームの垂直分布として最も適切なものは、下の1～4のうちではどれか、それぞれ選び答えよ。解答番号はアが 、イが 。

図

ア

イ

掲載許可が
得られてい
ませんので、
掲載いたし
ません。

掲載許可が
得られてい
ませんので、
掲載いたし
ません。

表

植物の種類	葉の特徴
ア	クチクラ層が発達し、葉の表面に光沢がある。
イ	アと比較して葉の表面に光沢があまり見られない。

- 1 高山帯
- 2 亜高山帯
- 3 山地帯
- 4 丘陵帯

4 地学に関する事物・現象について、次の各問に答えよ。

[問 1] 地質時代のうち、硬い骨格をもった生物が出現した時代を顕生代といい、地質時代の古い方から順に古生代、中生代、新生代に大きく区分されている。図ア～ウは示準化石をスケッチしたものである。ア～ウと時代名との組合せとして適切なものは、A群の1～6のうちのどれか。解答番号は **15**。

また、古生代、中生代、新生代の各時代の出来事として最も適切なものは、B群の1～5のうちではどれか、それぞれ選び答えよ。解答番号は古生代が **16**、中生代が **17**、新生代が **18**。

図

ア

イ

ウ

掲載許可が
得られてい
ませんので、
掲載いたし
ません。

掲載許可が
得られてい
ませんので、
掲載いたし
ません。

掲載許可が
得られてい
ませんので、
掲載いたし
ません。

【A群】

	ア	イ	ウ
1	古生代	中生代	新生代
2	古生代	新生代	中生代
3	中生代	古生代	新生代
4	中生代	新生代	古生代
5	新生代	古生代	中生代
6	新生代	中生代	古生代

【B群】

- 1 ほ乳類、鳥類が繁栄した。
- 2 エディアカラ生物群が繁栄した。
- 3 恐竜などの大型は虫類が繁栄した。
- 4 オゾン層が形成され陸上植物が出現した。
- 5 シアノバクテリアが出現しストロマトライトを形成した。

[問 2] 地球規模の大気の流れについて次の(1)、(2)の各問に答えよ。

(1) 大気の大循環に関する記述として最も適切なものは、次の1～4のうちではどれか。

解答番号は 。

- 1 偏西風は蛇行により風向きが南北に変化し、季節風をもたらす。
- 2 低緯度に吹いている貿易風は、エルニーニョ発生時には弱くなる。
- 3 偏西風と貿易風との境界は、雲が発生しやすくなっている。
- 4 極偏東風と貿易風では、風向きが東寄りになる仕組みは異なっている。

(2) 偏西風帯に存在するジェット気流に関する記述として最も適切なものは、次の1～4

のうちではどれか。解答番号は 。

- 1 ハワイから日本に向かう航空機は、ジェット気流を利用している。
- 2 ジェット気流の位置は、年間を通じて一定で季節変化はない。
- 3 ジェット気流は、対流圏上層に吹くため、ヒマラヤ山脈の影響を受けない。
- 4 ジェット気流は、対流圏上部の強い偏西風のことである。

[問 3] 平成 30 年 1 月 31 日の夜に日本各地で皆既月食が見られた。東京では 20 時 48 分頃から翌 2 月 1 日 0 時 12 分頃までの現象であったため、ほぼ月の南中前後の現象となった。このときの見え方について生徒に説明した次の文中の空欄ア～エに当てはまるものの組合せとして適切なものは、下の 1～8 のうちのどれか。解答番号は 。

南の空を向いて月食を観察すると、月は 側から欠けはじめます。地球の影の動きは、地球の公転と同じとみなせるので、天球上を 1 日当たり約 1 度、 へ移動していきます。一方、月は、満ち欠けの周期である約 29.5 日で天球上を 1 周するため、天球上の動きは 1 日当たり約 12 度、 へ移動していきます。このように、 の方が天球上の動きが大きいことが、そのように観察できる理由なのです。

	ア	イ	ウ	エ
1	右	東から西	東から西	地球の影
2	右	東から西	西から東	地球の影
3	右	西から東	東から西	地球の影
4	右	西から東	西から東	地球の影
5	左	東から西	東から西	月
6	左	東から西	西から東	月
7	左	西から東	東から西	月
8	左	西から東	西から東	月

5 学習指導要領に関する次の各問に答えよ。

[問 1] 中学校学習指導要領理科の「各分野の目標及び内容」の「内容の取扱い」に関する記述として適切なものは、次の1～4のうちのどれか。解答番号は **22**。

- 1 「自然と人間」の「生物と環境」の「自然環境の調査と環境保全」については、「地域の自然災害を調べたり、記録や資料を基に調べたりするなどの活動を行うこと。」とされている。
- 2 「生命の連続性」の「生物の成長と殖え方」の「細胞分裂と生物の成長」については、「分離の法則を扱うこと。また、遺伝子の本体がDNAであることにも触れること。」とされている。
- 3 「電流とその利用」の「電流」の「静電気と電流」については、「電流が電子の流れに関係していることを扱うこと。また、真空放電と関連付けながら放射線の性質と利用にも触れること。」とされている。
- 4 「化学変化とイオン」の「水溶液とイオン」の「酸・アルカリ」については、「粒子のモデルと関連付けて扱い、質量パーセント濃度にも触れること。また、『溶解度』については、溶解度曲線にも触れること。」とされている。

[問 2] 高等学校学習指導要領理科の「各教科」の「科学と人間生活」の「内容の取扱い」に関する記述として適切なものは、次の 1～4 のうちのどれか。解答番号は 23。

- 1 「生命の科学」の「衣料と食品」については、「衣料材料として用いられる代表的な天然繊維及び合成繊維、食品中の主な成分である炭水化物、タンパク質及び脂質を扱うこと。」とされている。
- 2 「宇宙や地球の科学」の「自然景観と自然災害」については、「地域の自然景観とその変化、自然災害を地域の地質や地形、気候などの特性や地球内部のエネルギーによる変動と関連付けて扱うこと。」とされている。
- 3 「物質の科学」の「光の性質とその利用」については、「光の波としての分類や性質を扱うこと。『電磁波の利用』については、電波や X 線にも触れること。」とされている。
- 4 「これからの科学と人間生活」の「微生物とその利用」については、「生態系での物質循環における微生物の働き、発酵食品や医薬品への微生物の利用を扱うこと。その際、様々な微生物の存在や微生物の発見の経緯にも触れること。」とされている。

選 択 問 題

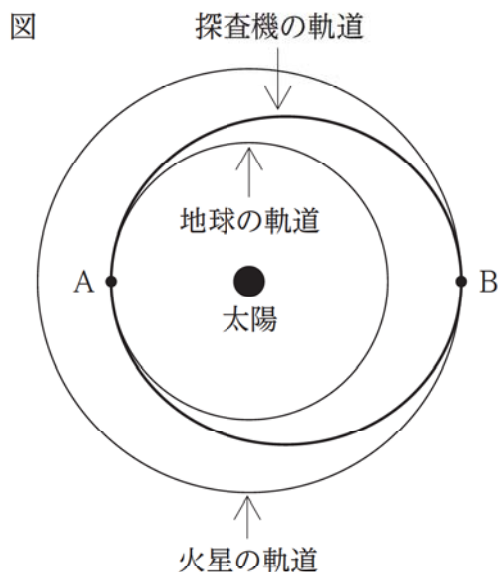
12ページから34ページまでは、選択問題である。

12ページから34ページまでの選択問題 **物** 物理 (12ページ～19ページ)、**化** 化学 (20ページ～25ページ)、**生** 生物 (26ページ～34ページ) のうちから、表紙の指示に従って、一つを選択し解答せよ。

物 物 理

物 1 地球上から探査機を打ち上げ、火星表面に到着させたい。地球の公転軌道は、太陽を中心とした円を描くとし、公転する速さを v [m/s]、公転軌道半径を r [m] とする。また、火星の公転軌道も同様に太陽を中心とした円を描くとし、火星の公転軌道半径を r [m] の N 倍の Nr [m] と表す。

図のように探査機を、地球の公転軌道上の点Aでその接線方向に短時間で加速させ、太陽を1つの焦点とした火星に向かう楕円軌道に乗せる。このとき、探査機は太陽の引力だけを受けていることとする。また、探査機の軌道楕円と火星の公転軌道円は図の点Bで接している。図の点Aでの探査機の速さを V_A [m/s]、点Bでの探査機の速さを V_B [m/s] とする。地球、火星、探査機の公転面は全て紙面上で一致しており、図の点Aと点Bを結ぶ線分は楕円の長軸となりその軸上に太陽が位置する。また、これらの公転方向は紙面上で全て反時計回りである。



[問 1] 図の点Bでの探査機の速さ V_B [m/s] を V_A [m/s] を用いて表したものとして適切なものは、次の 1 ~ 6 のうちのどれか。解答番号は 。

1 $\frac{1}{N^2} V_A$

2 $\frac{1}{N} V_A$

3 $\frac{1}{\sqrt{N}} V_A$

4 V_A

5 $\sqrt{N} V_A$

6 $N V_A$

[問 2] 図の点Aでの探査機の速さ V_A [m/s] を v [m/s] を用いて表したものとして適切なものは、次の 1 ~ 8 のうちのどれか。解答番号は 。

1 $\frac{1}{N} v$

2 $\frac{2(N-1)}{N} v$

3 $\frac{2(N+1)}{N} v$

4 $\sqrt{\frac{N}{N+1}} v$

5 $\sqrt{\frac{2N}{N-1}} v$

6 $\sqrt{\frac{2N}{N+1}} v$

7 $\left(\frac{N}{N-1}\right)^{\frac{3}{2}} v$

8 $\left(\frac{2N}{N+1}\right)^{\frac{3}{2}} v$

[問 3] 探査機が点Aから点Bに達するまでかかる年数[年]を表したものとして適切なものは、次の1～8のうちのどれか。解答番号は 。

1 $\frac{1}{2}N$

2 N

3 $\frac{N-1}{2}$

4 $\frac{N+1}{2}$

5 $\frac{1}{2}\left(\frac{N+1}{2}\right)^{\frac{3}{2}}$

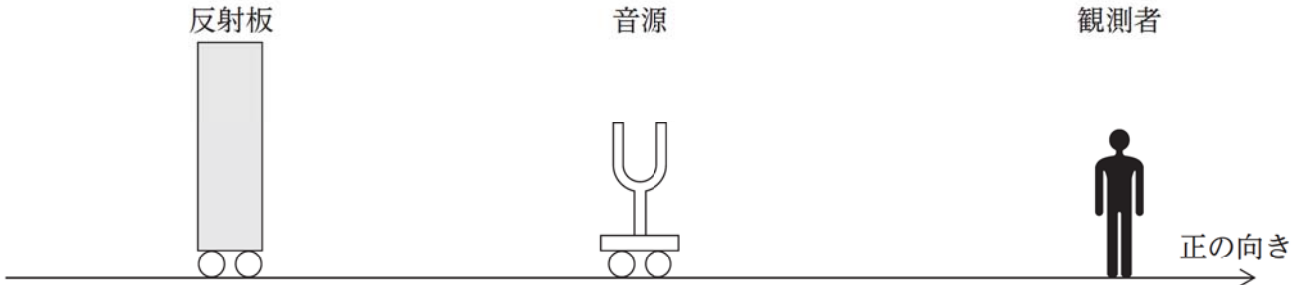
6 $\frac{1}{2}\left(\frac{N-1}{2}\right)^{\frac{3}{2}}$

7 $\frac{1}{2}\left(\frac{N+1}{2}\right)^{\frac{2}{3}}$

8 $\frac{1}{2}\left(\frac{N-1}{2}\right)^{\frac{2}{3}}$

物2 図のように、反射板、音源、観測者が一直線上に並んでいる。音源の振動数を f [Hz]、音速を V [m/s] とし、音源から観測者への向きを正とする。下の各問に答えよ。

図



[問 1] 観測者と反射板が静止し、音源が速さ v [m/s] ($v < V$) で正の向きへ移動している。このとき、観測者が聞く、反射板から反射してくる音の振動数 [Hz] として適切なものは、次の 1 ~ 6 のうちのどれか。解答番号は 。

1 $\frac{V}{V-v}f$

2 $\frac{V}{V+v}f$

3 $\frac{V+v}{V-v}f$

4 $\frac{V-v}{V+v}f$

5 $\frac{V+v}{V}f$

6 $\frac{V-v}{V}f$

[問 2] 高等学校「物理」の授業において、次のようなドップラー効果に関する問題を出したところ、生徒A、生徒B、生徒Cは下のような解答に至った。下のア～ウは、それぞれの生徒が解答に至った理由として考えられる内容と、それに対する指導についての記述である。生徒A～Cの解答と、それぞれに対する指導ア～ウとの組合せとして最も適切なものは、下の1～6のうちではどれか。解答番号は 28。

[問題]

音源と観測者が静止し、反射板が速さ u [m/s] ($u < V$) で正の向きへ移動している。このとき、観測者が聞く、反射板から反射してくる音の振動数 [Hz] を求めよ。

生徒A $\frac{V+u}{V}f$ [Hz] 生徒B $\frac{V}{V-u}f$ [Hz] 生徒C $\frac{V-u}{V+u}f$ [Hz]

ア 反射板が動きながら音を反射することで、静止する観測者が受け取る音の振動数が変化することは正しく理解しているが、静止している音源から出た音を、反射板が動きながら受け取ることで、音の振動数が変化することは正しく理解していないため、観測者が動く場合のドップラー効果について指導し、正しく理解させる。

イ 静止している音源から出た音を、反射板が動きながら受け取ることで、音の振動数が変化することは正しく理解しているが、反射板が動きながら音を反射することで、静止する観測者が受け取る音の振動数が変化することは正しく理解していないため、音源が動く場合のドップラー効果について指導し、正しく理解させる。

ウ 静止している音源から出た音を、反射板が動きながら受け取ることで、音の振動数が変化することと、反射板が動きながら音を反射することで、静止する観測者が受け取る音の振動数が変化することをどちらも正しく理解していないため、ドップラー効果について指導し、正しく理解させる。

	生徒A	生徒B	生徒C
1	ア	イ	ウ
2	ア	ウ	イ
3	イ	ア	ウ
4	イ	ウ	ア
5	ウ	ア	イ
6	ウ	イ	ア

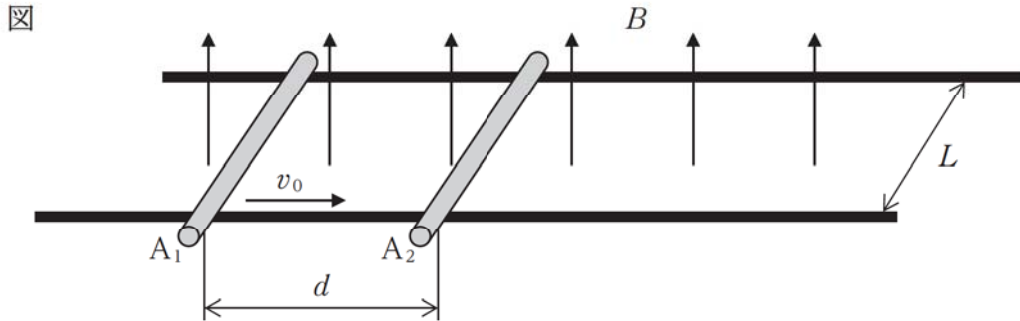
[問 3] 音源と観測者が静止し、反射板が速さ u [m/s] ($u < V$) で正の向きへ移動している。このとき、観測者には音源からの直接音と反射板からの反射音が同時に聞こえるため、うなりが聞こえる。音源を正負いずれかの向きに動かしてうなりを消したい。音源を動かす向きと速さ [m/s] との組合せとして適切なものは、次の 1 ~ 6 のうちのどれか。解答番号は 。

	音源を動かす向き	音源の速さ [m/s]
1	正	u
2	正	$\frac{V}{2V-u}u$
3	正	$\frac{V}{2V+u}u$
4	負	u
5	負	$\frac{V}{2V-u}u$
6	負	$\frac{V}{2V+u}u$

物3

次の図のように、磁束密度の大きさ B [Wb/m²] が鉛直上向きで一様な磁場の中に、水平に2本の金属レールが平行に置かれていて、その間隔は L [m] である。なお、レールは十分な長さがあり、レールの電気抵抗は無視できるものとする。その上に直交するように質量 m_1 [kg] の金属棒 A_1 と、質量 m_2 [kg] の金属棒 A_2 を置く。どちらの金属棒も抵抗値 R [Ω] の電気抵抗をもち、金属棒は太さを無視でき、レール上をなめらかに移動できるものとする。

はじめ、 A_1 のみがレール上にあり、レールに沿って速さ v_0 [m/s] で右向きに運動していた。このとき、 A_1 から距離 d [m] だけ右に離れたレール上に A_2 を静かに置いた。その後の A_1 と A_2 の運動を観察したが、これらが接触することはなかった。レールや金属棒を流れる電流によって生じる磁場の影響は無視できるものとし、速度や力は右向きを正として下の各問に答えよ。



[問 1] A_2 を置いた後の、任意の時間における A_1 、 A_2 の速さをそれぞれ v_1 [m/s]、 v_2 [m/s] とする。このとき、金属棒を流れる電流の大きさ I [A] として適切なものは、次の 1 ~ 6 のうちのどれか。なお、 $v_1 \geq v_2$ が成り立っている。解答番号は 30。

1 $\frac{BL}{R}(v_1 + v_2)$

2 $\frac{BL}{R}(v_1 - v_2)$

3 $\frac{BL}{2R}(v_1 + v_2)$

4 $\frac{BL}{2R}(v_1 - v_2)$

5 $\frac{2BL}{R}(v_1 + v_2)$

6 $\frac{2BL}{R}(v_1 - v_2)$

[問 2] A_2 を置いてから十分に時間が経つと、 A_1 、 A_2 は磁場から力を受けなくなる。このときの A_1 の速さ v [m/s] を表したのとして適切なものは、次の 1 ~ 6 のうちのどれか。

解答番号は 。

1 $\frac{m_1}{m_1 - m_2} v_0$

2 $\frac{m_2}{m_1 - m_2} v_0$

3 $\frac{m_1}{m_2 - m_1} v_0$

4 $\frac{m_2}{m_2 - m_1} v_0$

5 $\frac{m_1}{m_1 + m_2} v_0$

6 $\frac{m_2}{m_1 + m_2} v_0$

[問 3] A_2 を置いてから十分に時間が経つまでの間に、 A_1 、 A_2 とレールで作られる回路で生じたジュール熱 Q [J] を表したのとして適切なものは、次の 1 ~ 6 のうちのどれか。解

答番号は 。

1 $\frac{m_1^2}{2(m_1 + m_2)} v_0^2$

2 $\frac{m_2^2}{2(m_1 + m_2)} v_0^2$

3 $\frac{m_1 m_2}{2(m_1 + m_2)} v_0^2$

4 $\frac{m_1^2}{2(m_1 - m_2)} v_0^2$

5 $\frac{m_2^2}{2(m_1 - m_2)} v_0^2$

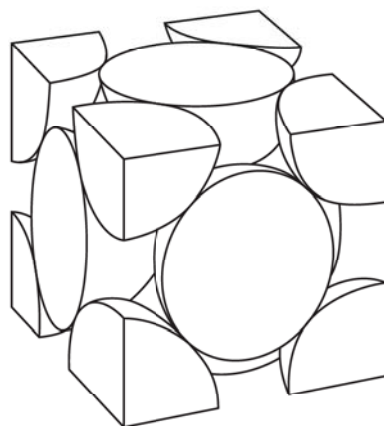
6 $\frac{m_1 m_2}{2(m_1 - m_2)} v_0^2$

化 学

化1 次の各問に答えよ。

[問 1] 次の図は、ある金属 X の結晶の構造を模式的に表したものである。下の(1)~(3)の各問に答えよ。

図



(1) 図の結晶の構造の名称として適切なものは、次の 1 ~ 4 のうちのどれか。解答番号は

。

- 1 六方最密構造
- 2 単純立方格子
- 3 体心立方格子
- 4 面心立方格子

(2) 金属 X の原子が剛体球で互いに接触していると仮定したとき、単位格子中の原子が占める体積の割合は [%] となる。ただし、 $\sqrt{2}$ は 1.41、円周率は 3.14 として、小数第 1 位を四捨五入して整数で答えよ。

(3) 金属 X の単位格子 1 辺の長さを 3.60×10^{-8} cm、密度を 8.96 g/cm^3 、アボガドロ定数を $6.02 \times 10^{23}/\text{mol}$ としたとき、金属 X の原子量は となる。小数第 1 位を四捨五入して整数で答えよ。

[問 2] 次の〔実験〕を行ったとき、セロハン袋の外側の純水に生じた変化として適切なものは、下の1～4のうちのどれか、二つ選び答えよ。ただし、選んだ数字の小さい順にマークすること。解答番号は 、 。

〔実験〕

沸騰している純水に塩化鉄(Ⅲ)水溶液を加えると、全ての塩化鉄(Ⅲ)が反応し、赤褐色のコロイド溶液となった。このコロイド溶液をセロハン袋に入れ、口をしばって純水の中にしばらくつるし、セロハン袋の外側の純水の変化を調べた。

- 1 色の変化
- 2 濁り具合の変化
- 3 pHの変化
- 4 塩化物イオン濃度の変化

化2 次の問に答えよ。

[問] 高等学校「化学基礎」の学習において、アボガドロ定数を求めるために、次の〔実験〕を行った。ある生徒がこの〔実験〕からアボガドロ定数を求めたところ $1.2 \times 10^{24}/\text{mol}$ となり、文献の値 $6.0 \times 10^{23}/\text{mol}$ と異なる結果が得られた。この生徒は、結果が文献と異なった理由を、下の1～4のように考えた。生徒が求めたアボガドロ定数が文献の値よりも大きくなった理由として最も適切なものは、下の1～4のうちではどれか。解答番号は 31 。

〔実験〕

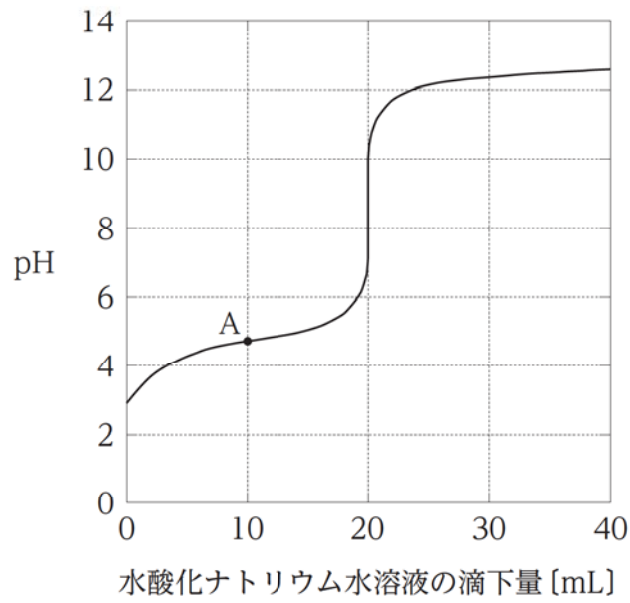
- ① ステアリン酸を正確に秤量してシクロヘキサンに溶かし、メスフラスコを用いて全体を100 mLとした。
- ② メスピペットでステアリン酸溶液1.0 mLを取って適当な容器に1滴ずつ滴下し、ステアリン酸溶液1.0 mLが何滴に相当するか調べた。
- ③ 水槽に水を入れて水面にタルク（滑石粉末）を一様に振りまき、メスピペットからステアリン酸溶液を1滴加えた。
- ④ 方眼紙を用いて、タルクがステアリン酸の単分子膜で排除された部分の面積を測った。
- ⑤ 文献に示されたステアリン酸分子1個の断面積から、アボガドロ定数を計算した。

- 1 操作①で秤量したステアリン酸をメスフラスコに移したときステアリン酸をこぼしたことに気付かず、秤量した値をそのまま用いた可能性がある。
- 2 操作②で滴下したステアリン酸溶液を数えたとき少なく数えたことに気付かず、実際の滴数より少ない値を用いた可能性がある。
- 3 操作③でステアリン酸溶液を加えたとき2滴以上加えてしまったことに気付かず、1滴加えたものとした可能性がある。
- 4 操作④でステアリン酸の単分子膜の面積を測ったとき測り間違いに気付かず、実際の面積より小さい値を用いた可能性がある。

化3

濃度不明の酢酸水溶液 10 mL に 0.10 mol/L 水酸化ナトリウム水溶液を滴下し、図のような滴定曲線を得た。下の各問に答えよ。ただし、酢酸の電離度 α は 1 に比べて十分に小さく、 $1 - \alpha \doteq 1$ と近似できるものとし、酢酸の電離定数 $K_a = 1.8 \times 10^{-5}$ mol/L、 $\log_{10} 2 = 0.30$ 、 $\log_{10} 3 = 0.48$ とする。

図



[問 1] 滴定前の酢酸水溶液のモル濃度は $\boxed{32.33} \times 10^{-1}$ mol/L で、pH は $\boxed{34.35}$ である。
小数第 2 位を四捨五入して小数第 1 位まで求めよ。

[問 2] 点Aにおける酢酸のモル濃度を C_a [mol/L]、酢酸ナトリウムのモル濃度を C_s [mol/L] とする。このとき、酢酸の電離定数 K_a 及び C_a 、 C_s を用いてこの水溶液の水素イオン濃度 [mol/L] を表したものとして適切なものは、次の 1～6 のうちのどれか。ただし、水溶液中の酢酸イオンの濃度はナトリウムイオンの濃度と等しいと近似してよい。解答番号は 。

1 $C_a C_s K_a$

2 $\frac{1}{C_a C_s K_a}$

3 $\frac{C_a K_a}{C_s}$

4 $\frac{C_s}{C_a K_a}$

5 $\frac{C_s K_a}{C_a}$

6 $\frac{C_a}{C_s K_a}$

化4 アルケンについて、次の各問に答えよ。

[問 1] 分子式が C_5H_{10} で表される鎖式炭化水素において、立体異性体を含めた異性体の数は **37** 個である。

[問 2] あるアルケン A 87.5 mg を、触媒の存在下で水素と完全に反応させたところ、90.0 mg のアルカンが得られた。このアルケン A 77.0 mg を完全燃焼させたところ、二酸化炭素 242.0 mg、水 **38.39.40** [mg] が得られた。

[問 3] 2-メチル-2-ブテンへの塩化水素の付加反応を行ったときの主生成物と、付加反応の種類との組合せとして適切なものは、次の 1 ~ 4 のうちのどれか。ただし、酸素又は過酸化物の存在下でないものとする。解答番号は **41** 。

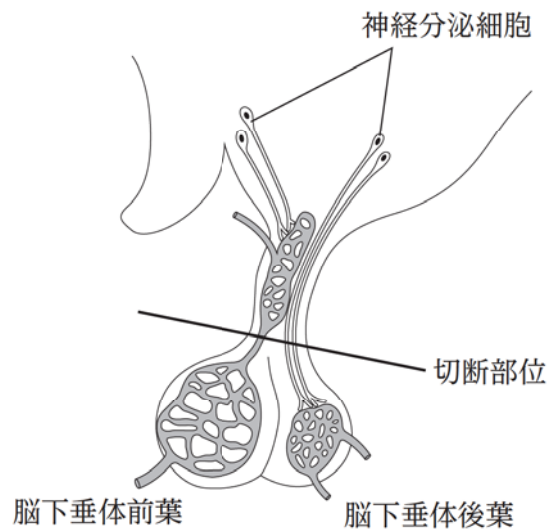
	主生成物	付加反応の種類
1	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{CH}_3 \\ \quad \\ \text{CH}_3-\text{C}-\text{C}-\text{CH}_3 \\ \quad \\ \text{Cl} \quad \text{H} \end{array}$	求核付加反応
2	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{CH}_3 \\ \quad \\ \text{CH}_3-\text{C}-\text{C}-\text{CH}_3 \\ \quad \\ \text{Cl} \quad \text{H} \end{array}$	求電子付加反応
3	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{C}-\text{CH}_3 \\ \\ \text{Cl} \end{array}$	求核付加反応
4	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{C}-\text{CH}_3 \\ \\ \text{Cl} \end{array}$	求電子付加反応

生 物

生1 次の文章を読んで、次のページの各問に答えよ。

「間脳の視床下部」と「脳下垂体前葉」との関係を探るために、様々な研究がなされてきた。20世紀半ばではHinsey (1937)、Green & Harris (1947)らにより、「視床下部の神経細胞からある種の特異的な物質が分泌され、これが下垂体に続く血管内を流れて前葉に達し、前葉の細胞を刺激して各種前葉ホルモンの放出を促進しているのではないか。」という仮説が提案された。現在では、この仮説は動物の下垂体茎（視床下部と脳下垂体の間の細くなっている部位）の切断実験により確かめることができ、成熟したラットの下垂体茎を図で示す部位で切断すると、①生殖機能が低下し、②尿量が増加することが分かっている。

図



[問 1] 下線部①に関して、生殖機能が低下する要因として最も適切なものは、次の1～5のうちではどれか。解答番号は 。

- 1 視床下部の神経分泌細胞から分泌されるホルモンが脳下垂体前葉へ正常より多量に蓄積されるため。
- 2 視床下部の神経分泌細胞から分泌されるホルモンが脳下垂体前葉に正常より少量で蓄積されるため。
- 3 視床下部の神経分泌細胞から分泌されるホルモンが脳下垂体前葉に作用するため。
- 4 視床下部の神経分泌細胞から分泌されるホルモンが脳下垂体前葉に作用せず、脳下垂体前葉から分泌されるホルモンの量を抑えることができないため。
- 5 視床下部の神経分泌細胞から分泌されるホルモンが脳下垂体前葉に作用せず、脳下垂体前葉から分泌されるホルモンの量が減少するため。

[問 2] 下線部②に関して、尿量が増加する要因として適切なものは、次の1～7のうちどれか、二つ選び答えよ。ただし、選んだ数字の小さい順にマークすること。解答番号は 、 。

- 1 脳下垂体前葉から分泌されるホルモンが腎臓に作用し、水分の再吸収量が減少したため。
- 2 脳下垂体前葉から分泌されるホルモンが腎臓に作用せず、水分の再吸収量が増加したため。
- 3 脳下垂体後葉から分泌されるホルモンが腎臓に作用せず、水分の再吸収量が減少したため。
- 4 脳下垂体後葉から分泌されるホルモンが腎臓に作用し、水分の再吸収量が増加したため。
- 5 下垂体茎とともに血管も切断され、尿量に関わるホルモンが視床下部から脳下垂体へ、その血管を通して移動することができなかったため。
- 6 下垂体茎とともに神経分泌細胞の一部が破壊され、尿量に関わるホルモンが視床下部から脳下垂体へ、その神経細胞内を移動することができなかったため。
- 7 下垂体茎を切断することで、体液濃度の調節の中樞である脳下垂体が除去され、尿量に関わるホルモン濃度の制御ができなかったため。

[問 3] 下垂体茎を切断することで、ラットの血糖値の調節にも直接影響が出るものと予測できる。次のア～エのホルモンのうち、正常又は増加が予測されるものには①を、減少又は消滅が予測されるものには②をそれぞれマークせよ。解答番号はアが 、イが 、ウが 、エが 。

ア アドレナリン

イ インスリン

ウ グルカゴン

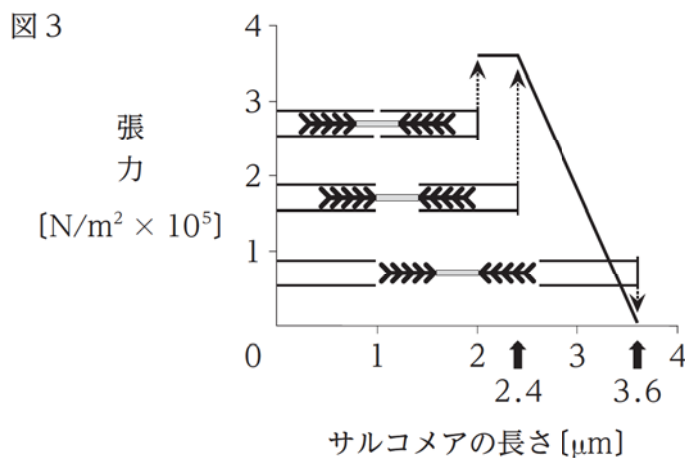
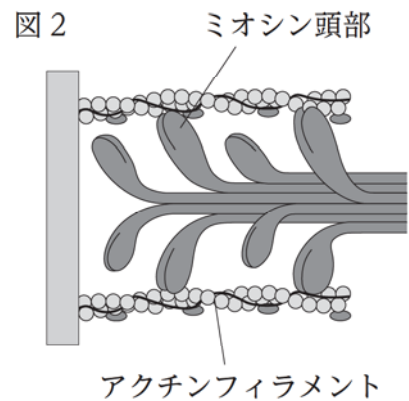
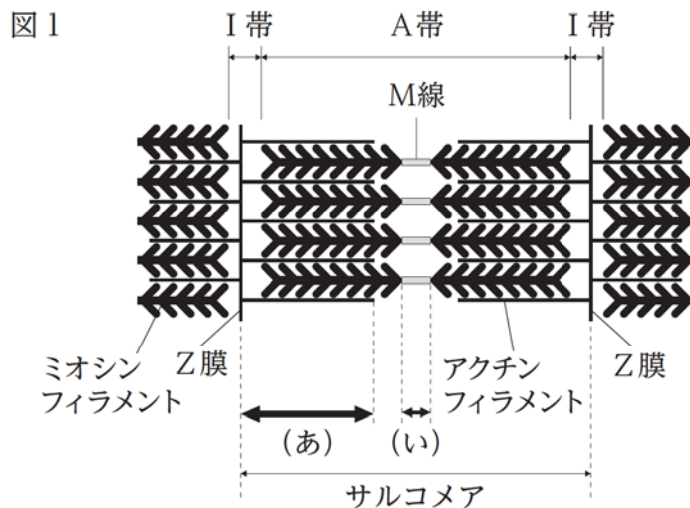
エ 糖質コルチコイド

生2 次の文章を読んで、次のページの各問に答えよ。

ヒトの骨格筋は、筋繊維と呼ばれる筋細胞の束で構成されており、筋細胞の細胞質には多数の筋原繊維が存在する。筋原繊維は、下の図1の模式図が示すように、I帯（明帯）とA帯（暗帯）とが交互に配列している。I帯にはZ膜が見られ、A帯の中央にはM線と呼ばれる構造が見られる。Z膜とZ膜の間をサルコメアと呼び、筋原繊維の構造上の単位となっている。

サルコメアは、アクチンフィラメントやミオシンフィラメントなどのタンパク質で構成されており、筋収縮はミオシンフィラメント間にアクチンフィラメントが滑り込むことで起こる。

また、筋収縮は Ca^{2+} によって調節されている。すなわち、筋細胞の細胞質基質内へ筋小胞体からの Ca^{2+} が放出されることを引き金に、ミオシン頭部がアクチンフィラメントに結合し、ミオシン頭部の立体構造が変化することで筋収縮は起こっている。図2は、ミオシン頭部やアクチンフィラメントの他、筋収縮に関わる構造を模式的に表したものである。また、図3は、サルコメアの長ささと、発生する張力との関係を模式的に示したグラフである。

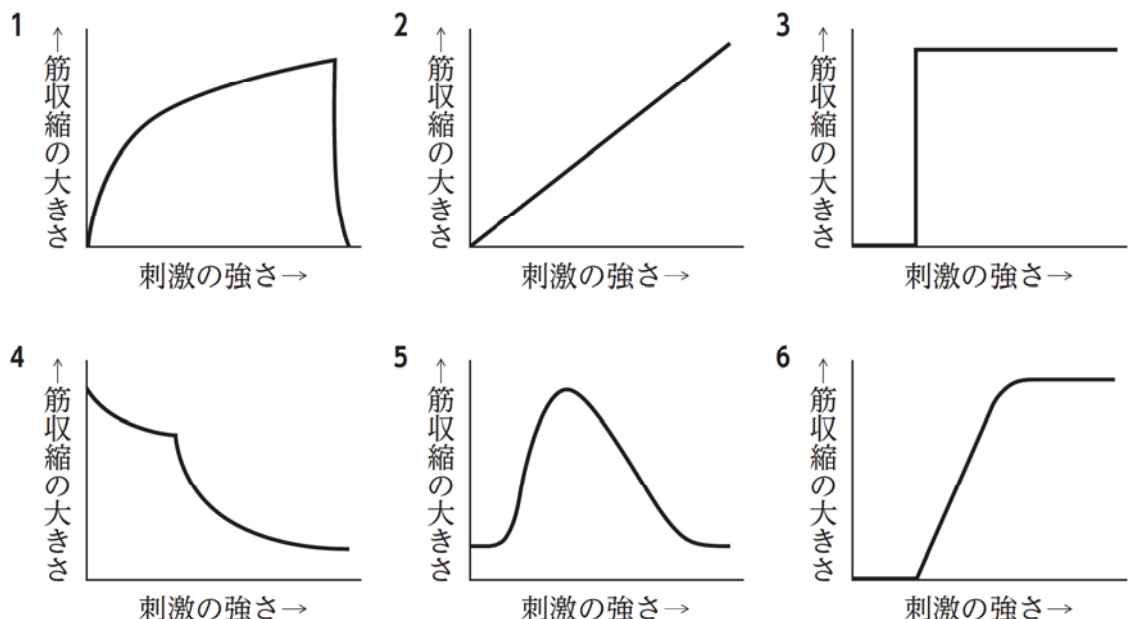


[問 1] 下線部①に関して、次の記述はヒトの骨格筋の特徴に関するものである。空欄 **ア** ~ **ウ** に当てはまるものの組合せとして適切なものは、下の 1 ~ 8 のうちのどれか。解答番号は **31** 。

ヒトの骨格筋は、 **ア** 核で横紋が **イ** 筋繊維からなる **ウ** 筋である。

	ア	イ	ウ
1	多	見られる	随意
2	多	見られる	不随意
3	多	見られない	随意
4	多	見られない	不随意
5	単	見られる	随意
6	単	見られる	不随意
7	単	見られない	随意
8	単	見られない	不随意

[問 2] 下線部②に関して、筋収縮の大きさと刺激の強さについて、1本の筋細胞に刺激を与えた場合と、筋細胞の束に刺激を与えた場合のグラフとして最も適切なものは、それぞれ次の 1 ~ 6 のうちではどれか、それぞれ選び答えよ。ただし、グラフの筋収縮の大きさのスケールは、それぞれの収縮反応に沿って考えるものとする。解答番号は 1本の筋細胞に刺激を与えた場合が **32**、筋細胞の束に刺激を与えた場合が **33** 。



[問 3] 下線部③に関して、筋収縮の分子的機構として適切なものは、次の 1 ~ 4 のうちのどれか。解答番号は 。

- 1 Ca^{2+} がトロポミオシンに結合すると、トロポニンによって隠されていたミオシン結合部位が表出する。
- 2 ATP がミオシン頭部に結合すると、ミオシン頭部がアクチンフィラメントから離れる。
- 3 ATP がリン酸を放出すると、アクチンフィラメントに ADP が存在した状態で、フィラメント同士の滑走が起こる。
- 4 筋小胞体への刺激がなくなると、 Ca^{2+} は拡散によって受動的に筋小胞体内へ輸送され、回収される。

[問 4] 図 3 を用いて、図 1 の (あ) が示すアクチンフィラメントの長さを求めると、 [μm] である。ただし、必要があれば小数第 2 位を四捨五入して小数第 1 位まで求めよ。

[問 5] 図 3 を用いて、図 1 の M 線を含む (い) が示す部位の長さを求めると [μm] である。ただし、必要があれば小数第 2 位を四捨五入して小数第 1 位まで求めよ。

生3 次の文章を読んで、次のページの各問に答えよ。

ある花の形質に関わる遺伝子について以下のことが分かっている。花卉の色は青色が白色に対して優性であり、雌しべの先端である柱頭の色は緑色が赤色に対して優性で、雌しべの長さは、短いものが長いものに対して優性である。また、これらの形質を決めている遺伝子は全て同一の染色体上に存在している。なお、花卉の色に関して優性の遺伝子を B 、劣性の遺伝子を b 、柱頭の色に関して優性の遺伝子を G 、劣性の遺伝子を g 、また、雌しべの長さに関して優性の遺伝子を S 、劣性の遺伝子を s と表す。

上記の遺伝的特徴をもつ植物の2種類の純系を交雑し、雑種第一代 (F_1) を得た。この F_1 の個体群を、これら3種の形質について全て劣性の個体と検定交雑して得られた次世代の形質を調べたところ、表の結果を得た。

表

表現型			個体数 (個)
花卉の色	柱頭の色	雌しべの長さ	
青色	緑色	長	960
青色	緑色	短	95
青色	赤色	長	402
青色	赤色	短	27
白色	緑色	長	27
白色	緑色	短	427
白色	赤色	長	85
白色	赤色	短	977
合計			3,000

[問 1] F_1 の遺伝子型と、 F_1 を得るときに交雑した両親のそれぞれの遺伝子型の組合せがどうなるかを生徒に考察させた。その結果を発表させたところ、生徒 A、B が次のように答えた。生徒 A、生徒 B それぞれの発表に対する指導として最も適切なものは、下の 1～6 のうちではどれか、それぞれ選び答えよ。解答番号は生徒 A が 、生徒 B が 。

生徒 A F_1 の遺伝子型は ($BbGgSs$) で、両親の組合せは ($BBGGSS$) \times ($bbggss$) である。

生徒 B F_1 の遺伝子型は ($BbGgSs$) で、両親の組合せは ($BbGgSs$) \times ($bbggss$) である。

- 1 F_1 の遺伝子型は正しいが、 F_1 の両親には純系を用いたことを指摘し、「純系」とはどのような遺伝子型であったかに注目させてから、両親の遺伝子型を推測させる。
- 2 F_1 の遺伝子型は正しいが、 F_1 の検定交雑の結果である表の「表現型」と「個体数」の関係に注目させて、両親の遺伝子型を推測させる。
- 3 F_1 の遺伝子型は正しいが、注目している 3 種類の遺伝子が全て同一の染色体上に存在していることを思い出させて、両親の遺伝子型を推測させる。
- 4 F_1 の遺伝子型を正しく推測させるために、この実験における「雑種第一代」の遺伝子構成について指導してから、両親の遺伝子型を推測させる。
- 5 F_1 の遺伝子型を正しく推測させるために、検定交雑の結果である表の「表現型」とその分離比について指導してから、両親の遺伝子型を推測させる。
- 6 F_1 の遺伝子型を正しく推測させるために、 F_1 が 2 種類の純系を交雑してできた雑種であるという条件について指導してから、両親の遺伝子型を推測させる。

[問 2] この実験において、 F_1 に生じた配偶子のうち、注目する遺伝子について、遺伝子の組換えが起きなくても生じたものは、次の 1～8 のうちのどれか、二つ選び答えよ。ただし、選んだ数字の小さい順にマークすること。解答番号は 、。

- | | | | | | | | |
|---|-------|---|-------|---|-------|---|-------|
| 1 | BGS | 2 | BGs | 3 | BgS | 4 | Bgs |
| 5 | bGS | 6 | bGs | 7 | bgS | 8 | bgs |

[問 3] この実験の結果から、次の(1)、(2)の各問に答えよ。

(1) 遺伝子 $B(b) - G(g)$ の間の組換え価は [%] になる。ただし、必要があれば小数第 2 位を四捨五入して小数第 1 位まで求めよ。

(2) 遺伝子 $B(b)$ 、 $G(g)$ 、 $S(s)$ の、染色体上の位置の順序を図のようにそれぞれ **ア**、**イ**、**ウ** で模式的に表したときの配置として適切なものは、下の 1 ~ 6 のうちのどれか。
 解答番号は 。

図



	ア	イ	ウ
1	$B(b)$	$G(g)$	$S(s)$
2	$B(b)$	$S(s)$	$G(g)$
3	$G(g)$	$B(b)$	$S(s)$
4	$G(g)$	$S(s)$	$B(b)$
5	$S(s)$	$B(b)$	$G(g)$
6	$S(s)$	$G(g)$	$B(b)$

31 (32採用) 【 中・高校共通 理科 (物理) 】

問題番号		解答番号	正答1	正答2	正答3	配点	備考
大問番号	小問番号						
1	問1	1	4			3	
	問2	2	2			4	完全解答
		3	5				完全解答
	問3	4	8			4	
2	問1	5	7			3	完全解答
		6	9				完全解答
	問2	7	2			4	完全解答
		8	4				完全解答
	問3	9	3			4	完全解答
		10	6				完全解答
3	問1	11	3			3	
	問2	12	4			4	
	問3	13	4			2	
		14	3			2	
4	問1	15	4			1	
		16	4			2	完全解答
		17	3				完全解答
		18	1				完全解答
	問2	19	2			2	
		20	4			2	
	問3	21	8			4	
5	問1	22	3			3	
	問2	23	2			3	
物1	問1	24	2			5	
	問2	25	6			5	
	問3	26	5			6	
物2	問1	27	2			5	
	問2	28	3			6	
	問3	29	1			6	
物3	問1	30	4			5	
	問2	31	5			6	
	問3	32	3			6	

問題番号		解答番号	正答1	正答2	正答3	配点	備考
大問番号	小問番号						
1	問1	1	4			3	
		問2	2			4	完全解答
			3	5			完全解答
		問3	4	8		4	
2	問1	5	7			3	完全解答
			6	9			完全解答
		問2	7	2		4	完全解答
			8	4			完全解答
		問3	9	3		4	完全解答
			10	6			完全解答
3	問1	11	3			3	
		問2	12	4		4	
		問3	13	4		2	
			14	3		2	
4	問1	15	4			1	
			16	4		2	完全解答
			17	3			完全解答
			18	1			完全解答
		問2	19	2		2	
			20	4		2	
		問3	21	8		4	
5	問1	22	3			3	
	問2	23	2			3	
化1	問1	(1) 24	4			4	
		(2) 25	7			5	完全解答
			26	4			完全解答
		(3) 27	6			5	完全解答
			28	3			完全解答
		問2	29	3		4	完全解答
			30	4			完全解答
化2	問	31	3			4	
化3	問1	32	2			5	完全解答
			33	0			完全解答
			34	2		5	完全解答
			35	7			完全解答
		問2	36	3		5	
化4	問1	37	6			4	
		問2	38	9		5	完全解答
			39	9			完全解答
			40	0			完全解答
	問3	41	4			4	

問題番号		解答番号	正答1	正答2	正答3	配点	備考
大問番号	小問番号						
1	問1	1	4			3	
		2	2			4	完全解答
		3	5				完全解答
	問3	4	8			4	
2	問1	5	7			3	完全解答
		6	9				完全解答
	問2	7	2			4	完全解答
		8	4				完全解答
	問3	9	3			4	完全解答
		10	6				完全解答
3	問1	11	3			3	
	問2	12	4			4	
	問3	13	4			2	
		14	3			2	
4	問1	15	4			1	
		16	4			2	完全解答
		17	3				完全解答
		18	1				完全解答
	問2	19	2			2	
		20	4			2	
	問3	21	8			4	
5	問1	22	3			3	
	問2	23	2			3	
生1	問1	24	5			4	
	問2	25	3			4	完全解答
		26	6				完全解答
	問3	27	1			1	
		28	1			1	
		29	1			1	
	30	-				1	
生2	問1	31	1			4	
	問2	32	3			1	
		33	6			1	
	問3	34	2			4	
	問4	35	1			4	完全解答
		36	0				完全解答
	問5	37	0			4	完全解答
	38	4				完全解答	
生3	問1	39	2			4	
		40	1			4	
	問2	41	2			4	完全解答
		42	7				完全解答
	問3 (1)	43	2			4	完全解答
		44	9				完全解答
		45	4				完全解答
	(2) 46	3			4		