

高等学校 理科（化学）

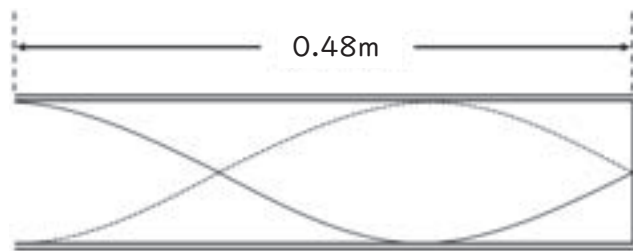
解答についての注意点

- 1 解答用紙は、マーク式解答用紙と記述式解答用紙の2種類があります。
- 2 大問 **1** ～大問 **4** については、マーク式解答用紙に、大問 **5** については、記述式解答用紙に記入してください。
- 3 解答用紙が配付されたら、まずマーク式解答用紙に受験番号等を記入し、受験番号に対応する数字を、鉛筆で黒くぬりつぶしてください。
記述式解答用紙は、全ての用紙の上部に受験番号のみを記入してください。
- 4 大問 **1** ～大問 **4** の解答は、選択肢のうちから、**問題で指示された解答番号**の欄にある数字のうち一つを黒くぬりつぶしてください。
例えば、「解答番号は 」と表示のある問題に対して、「**3**」と解答する場合は、解答番号 の欄に並んでいる ① ② ③ ④ ⑤ の中の ③ を黒くぬりつぶしてください。
- 5 間違ってぬりつぶしたときは、消しゴムできれいに消してください。二つ以上ぬりつぶされている場合は、その解答は無効となります。
- 6 その他、係員が注意したことをよく守ってください。

指示があるまで中をあけてはいけません。

1 次の(1)～(8)の問いに答えよ。

- (1) 長さ0.48 mの閉管の管口付近に音源を置いて音を発生させたところ、閉管の中に、腹及び節がそれぞれ2個ずつある3倍振動の定常波ができた。図はそのときの空気の変位の様子を模式的に表したものである。このとき、音源から発生させた音の波長は何mか。1～5から一つ選べ。ただし、開口端補正は無視できるものとする。解答番号は



図

1 0.16 m 2 0.24 m 3 0.32 m 4 0.64 m 5 0.96 m

- (2) 図1のように実験台上に直方体の透明なガラスを置き、そのうしろに円柱形の鉛筆を立てた。図2は、図1で示したようすを真上から見たときの位置関係を示している。図2の点Pの位置で実験台と同じ高さからガラスを通して鉛筆を観察すると、どのように見えると考えられるか。1～5のうち、最も適切なものを一つ選べ。解答番号は

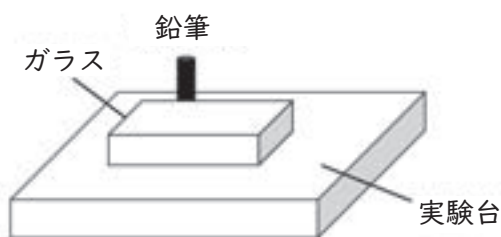
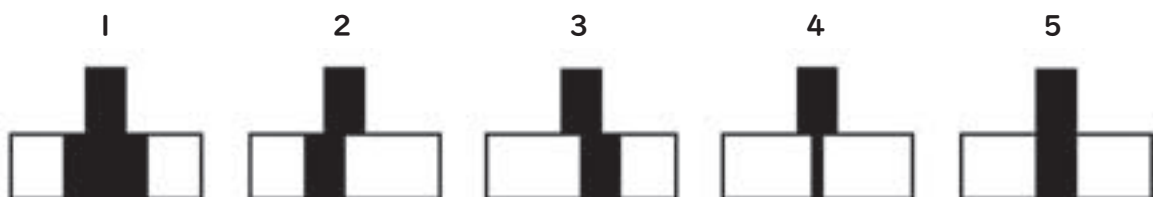


図1



図2



(3) 図1のように、光学台の上に電球、物体、凸レンズ、半透明のスクリーンを順に並べた。物体は、厚紙を矢印の形に切りぬいたものであり、凸レンズ側からは図2のように見えた。電球と物体を固定した状態で凸レンズとスクリーンを動かし、スクリーン上にはっきりとした像が映る

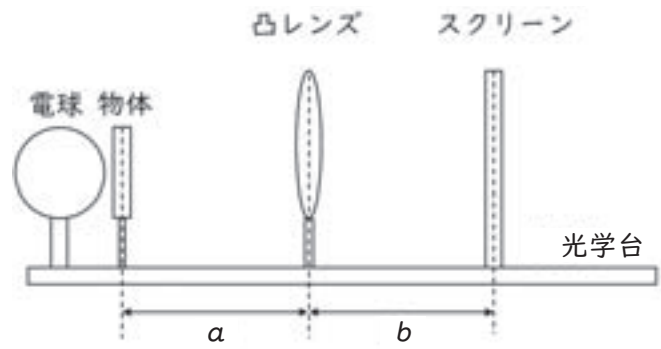


図1

位置を調べた。物体から凸レンズまでの距離を a 、凸レンズからスクリーンまでの距離を b とすると、 $a = b = 12 \text{ cm}$ の場合にスクリーンに像ができた。

次に $a = 10 \text{ cm}$ にして、スクリーン上にはっきりと像ができる位置にスクリーンを動かした。このときできる像の大きさと b の値について述べたものとして最も適切なものを 1 ~ 5 から一つ選べ。解答番号は

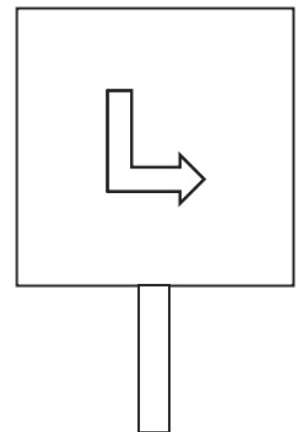


図2

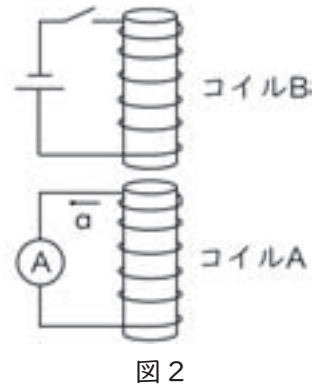
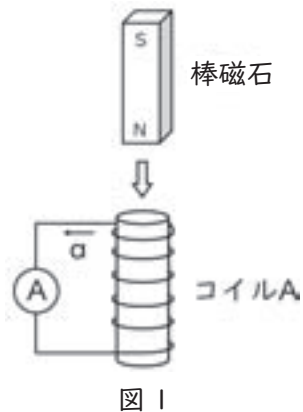
- 1 像は物体と同じ大きさとなり、 $b = 10 \text{ cm}$ になる。
- 2 像は物体より小さくなり、 $b < 12 \text{ cm}$ になる。
- 3 像は物体より小さくなり、 $b > 12 \text{ cm}$ になる。
- 4 像は物体より大きくなり、 $b < 12 \text{ cm}$ になる。
- 5 像は物体より大きくなり、 $b > 12 \text{ cm}$ になる。

(4) 図1のように鉄心に導線を巻き付けたコイルAに上から棒磁石を近づけると、図1のaの向きに電流が流れた。次に、図1の棒磁石のかわりに、図2のようにコイルAと同じつくりのコイルBに電池及びスイッチをつないだものを、コイルAの上に用意した。

図2でaの向きに電流が流れるのはどのようなときか。最も適切なものを1～5から一つ選べ。

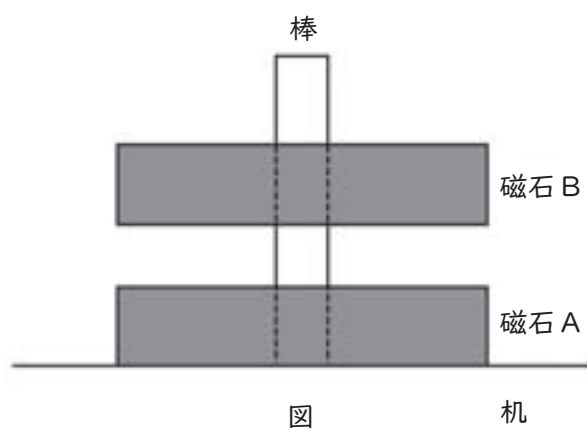
解答番号は

4



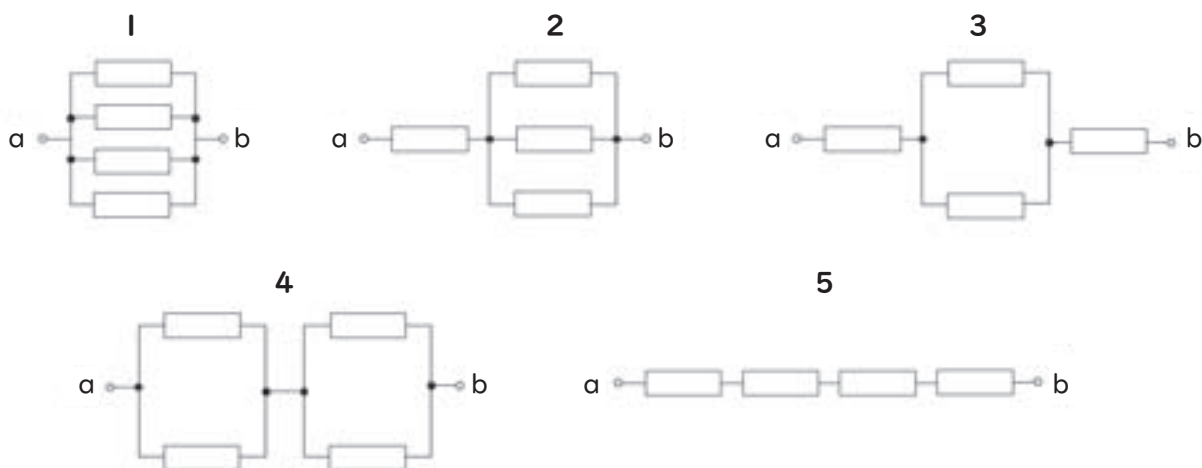
- 1 スイッチをオンにした瞬間。
- 2 スイッチをオンにしたあと、十分時間がたったとき。
- 3 スイッチをオンにした状態からオフにした瞬間。
- 4 スイッチをオンからオフにしたあと、十分時間がたったとき。
- 5 スイッチをオンにしたあと十分時間がたってから、コイルBをコイルAに近づけたとき。

- (5) 図のように水平な木の机の上に木の棒が固定されており、中心に穴のあいた重さ W の磁石Aを棒に差し込んだ。次に、Aの上に、Aと同じ形で重さ W の磁石Bを、Aと反発するようにのせると、Bは浮いた状態で静止した。このとき、Aが机から受ける垂直抗力の大きさはいくらか。1～5から一つ選べ。ただし、棒とA、棒とBの間の摩擦力は考えないものとし、またA、Bはそれぞれ上下方向に自由に動けるものとする。解答番号は

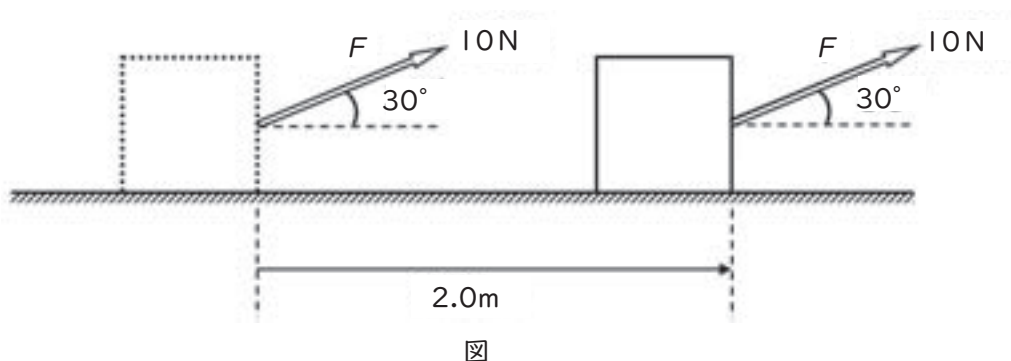


- 1 0 2 $0.5W$ 3 W 4 $2W$ 5 $4W$

- (6) 抵抗値がいずれも 3Ω の電熱線を4つ組み合わせ、導線で次の1～5のようにつないだ。1～5それぞれのa b間に24Vの電圧をかけたとき、点aを流れる電流が最も大きいのはどれか。1～5から一つ選べ。解答番号は

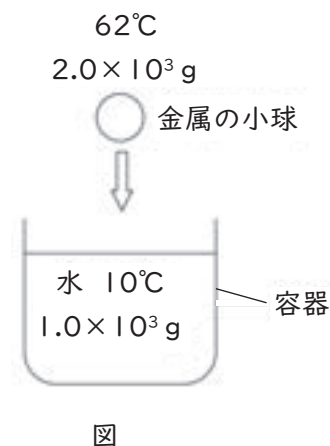


- (7) 水平面に置かれた物体に対して、水平面から 30° 斜め上向きに大きさ 10 N の力 F を加え続け、水平方向に 2.0 m 動かした。力 F が物体にした仕事は何 J か。1～5から一つ選べ。ただし、 $\sqrt{3}=1.7$ とする。解答番号は



- 1 8.5 J 2 10 J 3 17 J 4 20 J 5 34 J

- (8) 図のように、 10°C の水 $1.0 \times 10^3\text{ g}$ に、 62°C に熱した $2.0 \times 10^3\text{ g}$ の金属の小球を入れた。こののち、熱平衡に達したときの全体の温度は何 $^\circ\text{C}$ になると考えられるか。1～5から一つ選べ。ただし、水の比熱を $4.2\text{ J}/(\text{g} \cdot \text{K})$ 、金属の比熱を $0.50\text{ J}/(\text{g} \cdot \text{K})$ とし、水を入れた容器の熱容量は無視できるものとする。また、熱のやりとりは金属の小球と水の間でのみ行われるものとする。解答番号は



- 1 14°C 2 20°C 3 36°C 4 42°C 5 52°C

2 次の(1)、(2)の問いに答えよ。

(1) 動物の恒常性に関する次の文章を読み、次の問いに答えよ。

鳥類や哺乳類などの恒温動物では、外界の温度の変化に対して、体温は一定の範囲内に保たれている。ヒトの場合、外界の温度が高いときは、発汗によって体温を下げるなどの反応が起こる。外界の温度が低いときは、AチロキシンなどのBホルモンの分泌促進によって、熱の発生量が増加する。体温以外にも、C血糖の濃度やpHなどの体内環境の調節には、自律神経系による調節と、ホルモンによる調節とがある。これらの調節の中樞は(a)にある。例えば、自律神経系による調節では、(a)の活動によって(b)のはたらきが強まると、胃や腸の活動が抑制される。ホルモンによる調節では、(a)が放出ホルモンを分泌して(c)を刺激すると、(c)からの副腎皮質刺激ホルモンの分泌が促進される。

ア 下線部Aに関する記述として最も適切なものはどれか。1～5から一つ選べ。

解答番号は

- 1 骨の発達、タンパク質の合成、体全体の成長を促進する。
- 2 脳下垂体前葉からの甲状腺刺激ホルモンの分泌を抑制する。
- 3 血液中の Na^+ と K^+ の量を調節する。
- 4 腎臓での水の再吸収を促進する。
- 5 血液中のカルシウム濃度が高くなると、副甲状腺から分泌が抑制される。

イ 下線部Bについて述べた次の①～③の正誤の組み合わせとして、最も適切なものはどれか。

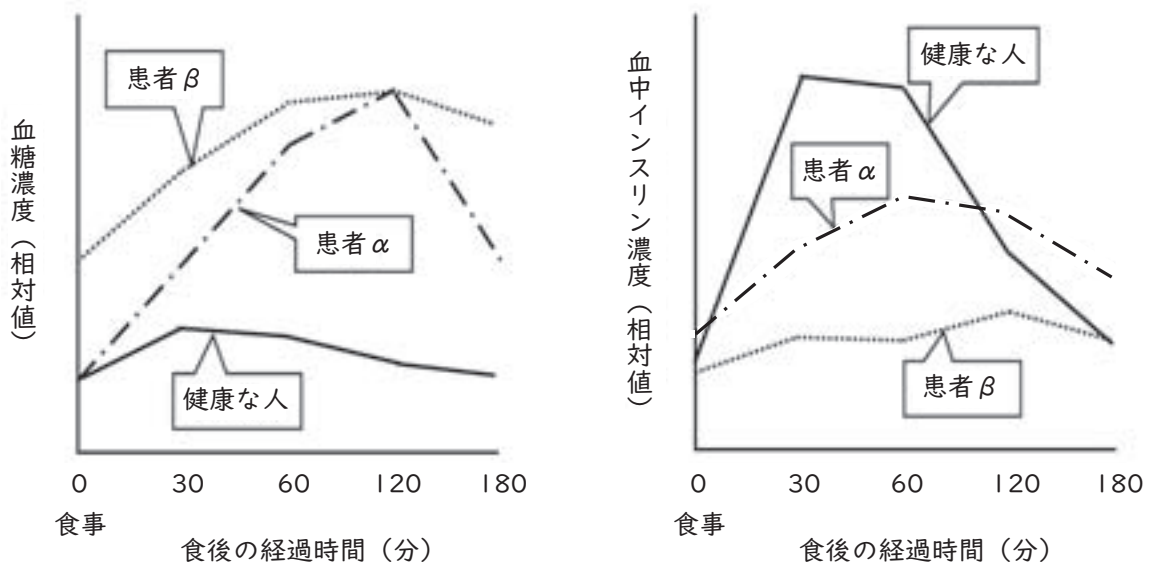
1～5から一つ選べ。解答番号は

- ① 標的細胞は、特定のホルモンに結合する受容体をもつ。
- ② 1種類の標的器官には、1種類のホルモンがはたらく。
- ③ ホルモンの種類は、血糖濃度を上昇させるものより、血糖濃度を下げるものの方が多い。

	①	②	③
1	正	正	誤
2	正	誤	正
3	正	誤	誤
4	誤	正	正
5	誤	誤	正

ウ 下線部Cに関して、健康な人、糖尿病患者 α および糖尿病患者 β における、食事開始後の血糖濃度と血中インスリン濃度の変化を、時間経過とともに図に示した。次の①～④の説明のうち、正しいものの組み合わせとして、最も適切なものはどれか。図を参考にして、1～5から一つ選べ。

解答番号は



図

- ① 健康な人では、食事開始から2時間の時点で、血中インスリン濃度は食事開始前に比べて高く、血糖濃度は食事開始前の値に近づく。
- ② 糖尿病患者 α の食事開始後の血中インスリン濃度は、健康な人の食事開始後の血中インスリン濃度と比較して急激に上昇する。
- ③ 糖尿病患者 α は、血糖濃度ならびに血中インスリン濃度の推移から判断して、I型糖尿病と考えられる。
- ④ 糖尿病患者 β は、インスリンの分泌量が少ないので、血糖濃度がもとに戻りにくい。

1 ①、③ 2 ①、④ 3 ②、③ 4 ②、④ 5 ③、④

エ 文章中の(a)～(c)に入る語の組み合わせとして最も適切なものはどれか。1～5から一つ選べ。解答番号は

	(a)	(b)	(c)
1	視床下部	交感神経	脳下垂体前葉
2	視床下部	副交感神経	脳下垂体後葉
3	小脳	交感神経	脳下垂体前葉
4	小脳	副交感神経	脳下垂体後葉
5	小脳	交感神経	脳下垂体後葉

(2) 生物の特徴とそのはたらきに関する次の文章を読み、次の問いに答えよ。

生物のからだは、細胞からできており、その基本構造は①顕微鏡で観察できる。細胞では、さまざまな②代謝が行われている。代謝の過程では、化学反応に伴ってエネルギーの受け渡しが行われる。エネルギーの受け渡しは③ATPという物質によって行われる。

ア 下線部①に関連して、光学顕微鏡を用いてイカダモを観察した。次の文章中の(a)に入る数値として、最も適切なものはどれか。1～5から一つ選べ。解答番号は

10倍の接眼レンズと10倍の対物レンズを使い、1目盛りが1mmの100分の1である対物マイクロメートルと、接眼マイクロメートルを用いて、細胞の長さを測定した。その結果、細胞の長さは接眼マイクロメートルの3目盛りに相当した。このレンズの組み合わせのとき、接眼マイクロメートルの10目盛りは対物マイクロメートルの12目盛りに相当した。したがって、細胞の長さは(a) μm である。

1 12 2 24 3 36 4 48 5 60

イ 下線部②に関する記述として適切でないものはどれか。1～5から一つ選べ。

解答番号は

- 1 酵素には細胞内ではたらくものと、細胞外ではたらくものがある。
- 2 単純な物質に含まれる化学エネルギーよりも、複雑な物質に含まれる化学エネルギーのほうが大きい。
- 3 同化では、単純な物質から複雑な物質が合成される。
- 4 細胞内で行われる多くの化学反応は、触媒のはたらきをする酵素によって促進される。
- 5 酵素の活性が最大になるときのpHを最適pHといい、ペプシンの最適pHは8付近である。

ウ 下線部③に関して、次の文章中の(b)～(d)に入る語の組み合わせとして、最も適切なものはどれか。1～5から一つ選べ。解答番号は

ATPは、塩基の一種である(b)と、糖の一種および(c)が結合した化合物である。ATPは(c)同士の結合が切れるときにエネルギーを放出する。呼吸(細胞呼吸)においては、(c)と(d)からATPが合成される。

	(b)	(c)	(d)
1	アデノシン	リボース	アデノシンニリン酸
2	アデノシン	リン酸	アデノシンニリン酸
3	アデノシン	リボース	アンモニア
4	アデニン	リン酸	アデノシンニリン酸
5	アデニン	リボース	アンモニア

エ 下線部③に関して、ATPがもつエネルギーは様々な生命活動で利用される。体重8.0 kgのある動物が以下の3つの性質をもつとき、この動物1個体が1日に消費するATPの総重量はおよそ何gか。最も近いものを1～5から1つ選べ。解答番号は

- ・ 一つの細胞は、 $8.4 \times 10^{-13} \text{g}$ のATPをもつ。
- ・ 一つの細胞は、1時間あたり $3.5 \times 10^{-11} \text{g}$ のATPを消費する。
- ・ 個体は、9兆 (9.0×10^{12}) 個の細胞で構成される。

1 0.45 g 2 4.5 g 3 $7.5 \times 10^2 \text{g}$ 4 $4.5 \times 10^3 \text{g}$ 5 $7.5 \times 10^3 \text{g}$

3 次の(1)～(4)の問いに答えよ。

(1) 地質について述べた次の①～③の正誤の組合せとして、最も適切なものはどれか。1～5から一つ選べ。 解答番号は

- ① 主に生物の遺骸などで作られた堆積岩の中で、塩酸と反応を示すのは、チャートである。
- ② 堆積岩には様々な種類があるが、かつて火山が噴火したことがわかるものとして、凝灰岩がある。
- ③ 石灰岩が接触変成作用を受けてできる変成岩は、ホルンフェルスである。

	①	②	③
1	正	正	誤
2	正	誤	正
3	誤	誤	誤
4	誤	正	誤
5	誤	正	正

(2) 宇宙に関する次の問いに答えよ。

ア 太陽系について述べた次の①～③の正誤の組合せとして、最も適切なものはどれか。1～5から一つ選べ。解答番号は

- ① 太陽系の惑星は、内部構造の違いから、地球型惑星と木星型惑星に分類されており、火星は地球型惑星に分類される。
- ② 太陽から見て、海王星よりも外側の軌道を公転している天体を太陽系外縁天体とよび、発見されているものは100個程度である。
- ③ 木星の衛星のうち、イオでは火山活動が確認されている。

	①	②	③
1	正	正	誤
2	正	誤	正
3	誤	誤	誤
4	誤	正	誤
5	誤	正	正

イ 太陽について述べた次の文の空欄①～③にあてはまる語句として正しいものを1～5から一つ選べ。解答番号は

現在の太陽は、恒星が過ごす一生のうち最も長い期間となる（ ① ）という段階である。

この期間が過ぎると、太陽の水素の核融合反応がその中心部で起こらず、核（ヘリウムの核）の外側の球殻状の領域で起こるようになり、太陽が膨張して（ ② ）という段階になる。このあと、太陽は惑星状星雲という段階を経て、やがてその中心部に（ ③ ）と呼ばれている天体だけが残し、恒星としての最後を迎える。

	①	②	③
1	赤色巨星	白色矮星	主系列星
2	主系列星	白色矮星	赤色巨星
3	白色矮星	赤色巨星	主系列星
4	主系列星	赤色巨星	白色矮星
5	白色矮星	主系列星	赤色巨星

(3) 地震に関する次の問いに答えよ。

次の表は、ある震源の浅い地震によるA地点、B地点におけるゆれの始まった時刻を表している。

〔表〕

	初期微動の開始時刻	主要動の開始時刻
A 地点	13時45分53秒	13時46分01秒
B 地点	13時45分57秒	13時46分09秒

ア A地点の震源距離は64 kmであった。B地点の震源距離は何kmになると考えられるか。

最も適切なものを、次の1～5から一つ選べ。 解答番号は

- 1 48km 2 64km 3 96km 4 128km 5 192km

イ この地震におけるP波の速度は8 km/sで一定であった。震源距離が160kmであるC地点における主要動の開始時刻として、最も適切なものを、次の1～5から一つ選べ。 解答番号は

- 1 13時46分15秒
2 13時46分25秒
3 13時46分35秒
4 13時46分45秒
5 13時46分55秒

ウ この地震のA地点における震央距離は40kmであった。この地震の震源の深さは何kmか。

最も近い値のものを、次の1～5から一つ選べ。 解答番号は

- 1 20km
2 35km
3 50km
4 65km
5 80km

(4) 火山に関する次の問いに答えよ。

ア 火山は噴火により周囲へ多くの火山噴出物を放出する。つぎの火山噴出物に関する問いにおける正しい解答の組み合わせを、1～5から一つ選べ。解答番号は 23

- ① 火山噴出物に、火山ガスがある。火山ガス中に最も多く含まれるものは何か。
- ② 地表に噴出したマグマの粘性が低かったことを示す表面構造を何というか。
- ③ 粒子の直径が64mmより大きい火山碎屑物を何というか。
- ④ 表面にガスがぬける際にできた無数の穴があいている火山碎屑物のうち、黒っぽい色をしたものを何というか。

	①	②	③	④
1	水蒸気	塊状溶岩	火山礫 ^{れき}	軽石
2	水蒸気	縄状溶岩	火山岩塊	スコリア
3	水蒸気	縄状溶岩	火山礫 ^{れき}	軽石
4	二酸化炭素	塊状溶岩	火山礫 ^{れき}	スコリア
5	二酸化炭素	縄状溶岩	火山岩塊	軽石

イ マグマが冷え固まってできた岩石を火成岩という。つぎの火成岩に関する問いにおける正しい解答の組み合わせを、1～5から一つ選べ。解答番号は 24

- ① 火成岩のうち、マグマが地表付近で急に冷え固まってできたものを何というか。
- ② 石基の部分がなく、器具を用いなくても見分けられるくらい十分に成長した粗粒の鉱物からなる火成岩の組織を何というか。
- ③ マグマが地層面を切るように貫入した岩体を何というか。

	①	②	③
1	火山岩	斑状組織	岩脈
2	深成岩	斑状組織	岩床
3	火山岩	等粒状組織	岩床
4	深成岩	等粒状組織	岩脈
5	火山岩	等粒状組織	岩脈

4 次の(1)～(8)の問いに答えよ。

(1) 天然のマグネシウムには、質量数が24、25、26の3種類の同位体がある。

上記3種類のマグネシウムの平均原子量は24.32であり、質量数25の ^{25}Mg と質量数26の ^{26}Mg の存在比(%)の差は1.0%で、 ^{26}Mg の方が多い。

天然のマグネシウムのうち、質量数24の ^{24}Mg の存在比は何%か。最も適切なものを1～5の中から一つ選べ。解答番号は

1 73 2 75 3 77 4 79 5 81

(2) ある金属結晶の単位格子が、面心立方格子から体心立方格子に変化したとする。この結晶構造の変化により、金属結晶の体積(単位格子の体積)は何倍になるか。最も適切なものを1～5の中から一つ選べ。

ただし、構造が変わっても、隣り合っている金属原子間の距離(最隣接距離)は変わらないものとし、 $\sqrt{2}=1.4$ 、 $\sqrt{3}=1.7$ を用いて計算すること。解答番号は

1 0.55倍 2 0.89倍 3 1.1倍 4 1.4倍 5 1.7倍

(3) 次の記述 ア ～ オ は、それぞれの法則について説明したものである。説明が正しいものを○、誤っているものを×とした場合、正しい組み合わせはどれか。

1 ～ 5 から一つ選べ。解答番号は

27

ア 質量保存の法則：化学反応の前後で、反応に関係した物質の質量の総和は変化しない。

イ 倍数比例の法則：化合物の構成元素の質量比は、化合物のつくり方によらず常に一定である。

ウ 定比例の法則：A、Bの2種類の元素を成分とする何種類かの化合物において、一定の質量の元素Aと化合する他の元素Bの質量は、簡単な整数比になる。

エ 気体反応の法則：気体の反応では、反応または生成する気体の体積は、同温・同圧のとき簡単な整数比になる。

オ アボガドロの法則：同温・同圧のもとで同体積の気体は、気体の種類に関係なく同じ個数の分子を含んでいる。

	ア	イ	ウ	エ	オ
1	○	○	×	○	×
2	×	×	○	○	×
3	○	×	×	×	○
4	×	○	○	×	×
5	○	×	×	○	○

(4) 30℃の水100gに、硫酸銅(Ⅱ) CuSO_4 は25 g まで溶ける。30℃の水100gに硫酸銅(Ⅱ)五水和物 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ は何 g まで溶けるか。

最も適切なものを1～5の中から一つ選べ。なお、必要であれば、 $\text{CuSO}_4 = 160$ 、 $5\text{H}_2\text{O} = 90$ を用いること。解答番号は

1 25g 2 35g 3 45g 4 55g 5 65g

(5) 0.018mol/Lの酢酸ナトリウム水溶液のpHとして、正しい値はどれか。最も適切なものを1～5の中から一つ選べ。ただし、加水分解している酢酸イオンはごくわずか(電離度を α とすると、 $1 - \alpha \div 1$)とし、酢酸の電離定数 $K_a = 2.8 \times 10^{-5}$ [mol/L]、水のイオン積 $K_w = 1.0 \times 10^{-14}$ [mol²/L²]、 $\log_{10} 2 = 0.30$ 、 $\log_{10} 2.8 = 0.45$ 、 $\log_{10} 3 = 0.48$ を用いて計算すること。解答番号は

1 3.9 2 5.6 3 7.2 4 8.4 5 8.9

- (6) 次の表に示す濃度の硝酸銀水溶液100mLと塩化ナトリウム水溶液100mLを混合する実験ア～ウをおこなった。実験ア～ウでの沈殿生成の有無について、沈殿が生成された実験を○、沈殿が生成されなかった実験を×とした場合、正しい組み合わせはどれか。1～5から一つ選べ。

解答番号は

なお、塩化銀の溶解度積 $K_{sp} = 1.7 \times 10^{-10} \text{ [mol}^2/\text{L}^2]$ とする。

	硝酸銀水溶液の濃度 [mol/L]	塩化ナトリウム水溶液の濃度 [mol/L]
実験 ア	2.0×10^{-3}	2.0×10^{-3}
実験 イ	2.0×10^{-5}	2.0×10^{-5}
実験 ウ	2.0×10^{-5}	1.0×10^{-5}

沈殿生成の有無

	実験 ア	実験 イ	実験 ウ
1	○	×	×
2	○	○	×
3	○	○	○
4	×	×	○
5	×	×	×

- (7) 化学式 $\text{C}_7\text{H}_8\text{O}$ で表される芳香族化合物の異性体は何種類か。最も適切なものを1～5の中から一つ選べ。解答番号は

1 2種類 2 3種類 3 4種類 4 5種類 5 6種類

(8) 次の合成高分子化合物についての記述 ア ～ オ の説明として、正しいものを○、誤っているものを×とした場合、正しい組み合わせはどれか。1 ～ 5の中から一つ選べ。解答番号は

32

ア ポリスチレンには非結晶領域（無定形部分）がない。

イ 低密度ポリエチレンは軟らかく、半透明な樹脂であるため、シャンプーの容器などに用いられる。

ウ アセチレンにシアン化水素を付加させることで得られた物質を、付加重合させてできた繊維は柔軟で軽く、毛布やカーペットなどに用いられる。

エ ポリグリコール酸を用いた手術用の縫合糸は、生体内で分解されるため、抜糸の必要がない糸として利用されている。

オ ポリアセチレンに少量のヨウ素などを添加すると、電気伝導性が向上するので、コンデンサーや電池などに用いることができる。

	ア	イ	ウ	エ	オ
1	○	×	×	○	○
2	×	×	○	○	○
3	×	×	○	×	○
4	×	○	○	×	×
5	○	○	×	○	×

5 次の【Ⅰ】～【Ⅲ】の文章を読み、(1)～(8)に答えよ。また、原子量は次のとおりとする。

H = 1.0、C = 12、O = 16、Na = 23、I = 127

【Ⅰ】油脂とは（ア）価アルコールのグリセリン1分子に対して高級脂肪酸（イ）分子が（ウ）結合したものであり、一般に図1のような構造をもつ。ここで R^1 、 R^2 、 R^3 はそれぞれ油脂を構成する脂肪酸の炭化水素基を表している。

天然の油脂は複数の脂肪酸を構成成分として含む多種類の（ウ）の混合物であり、分子量としては混合物の平均値である平均分子量が用いられる。

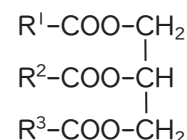


図1

油脂を構成する高級脂肪酸のうちパルミチン酸（ $C_{15}H_{31}COOH$ ）やステアリン酸（ $C_{17}H_{35}COOH$ ）のように炭化水素基がすべて単結合だけからなるものは（エ）脂肪酸であり、オレイン酸（ $C_{17}H_{33}COOH$ ）やリノール酸（ $C_{17}H_{31}COOH$ ）やリノレン酸（ $C_{17}H_{29}COOH$ ）のように炭化水素基中に二重結合や三重結合を含むものは（オ）脂肪酸であると分類することができる。

(a) 油脂に水酸化ナトリウム水溶液を加えて加熱すると、グリセリンと脂肪酸のナトリウム塩であるセッケンを生じる。この反応を（カ）化という。

実験Ⅰ

(b) 292.7gの油脂Xをビーカーにとり、水酸化ナトリウム水溶液を加え、さらにエタノールを加え、かき混ぜながら加熱した。ビーカーの中身は、加熱により、半透明のコロイド溶液へと変化した。半透明になったコロイド溶液を熱した食塩水に加え、かき混ぜた後、冷却した。冷却すると白色固形物が水溶液の上に浮かび出た。この白色固形物を取り出し、冷水で洗浄した後、充分乾燥させ、セッケンを得た。

(1) 空欄 (ア)、(イ) に最も適当な数字を入れよ。

(2) 空欄 (ウ) ～ (カ) に最も適当な語句を入れよ。

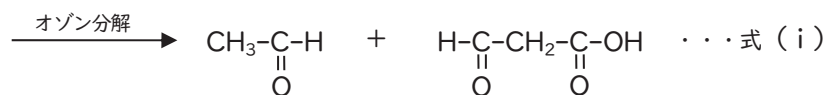
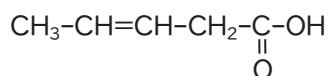
(3) 下線部 (a) について、この反応を化学反応式で示せ。ただし、油脂は図 1 の構造式を使用し、生成したセッケンの炭化水素基も区別すること。

(4) 下線部 (b) の反応で消費された水酸化ナトリウムは 40.0g であった。

① 油脂 X の平均分子量を有効数字 3 桁で答えよ。ただし油脂 X はすべて反応し、グリセリンと脂肪酸のナトリウム塩であるセッケンのみが生成したものとする。計算に用いた考え方および計算の過程も解答用紙に記入すること。

② 実験 I で得られたセッケンは何 g か。有効数字 3 桁で答えよ。なお、得られたセッケンは完全に乾燥され水分を含んでいないものとする。計算に用いた考え方および計算の過程も解答用紙に記入すること。

【Ⅱ】有機化合物の炭素—炭素二重結合は、オゾンによって切断され、その結果ケトンあるいはアルデヒドが生成する。この反応は、オゾン分解とよばれ、古くから有機化合物の構造決定に用いられてきた。その例として、式 (i) に炭素—炭素二重結合をもつカルボン酸をオゾン分解した場合の反応式を示す。



実験 2

実験 I で使用した油脂 X の組成を調べるため、得られたセッケンをすべてビーカーにとり、これに塩酸を加えて酸性とし、有機溶媒を用いて抽出したところ高級脂肪酸である 3 種類のカルボン酸 A、B、C を含む混合物 Y が得られた。

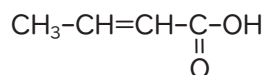
実験2で得られたカルボン酸A、B、Cは枝分かれのない鎖状脂肪酸であり、どれも三重結合を含まず、炭素—炭素二重結合はすべてシス形であった。この3つの脂肪酸を、それぞれ完全にオゾン分解した。

その結果、カルボン酸Aからは化合物D、E、Fが、カルボン酸Bからは化合物E、F、Gが、カルボン酸Cからは化合物F、Hが生成した。D、Eの分子式はそれぞれ、 C_3H_6O 、 $C_3H_4O_2$ であった。

カルボン酸A、B、Cは、すべて1分子に18個の炭素原子を含んでおり、オレイン酸($C_{17}H_{33}COOH$)やリノール酸($C_{17}H_{31}COOH$)やリノレン酸($C_{17}H_{29}COOH$)のいずれかであることが分かった。

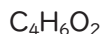
(5) 化合物D、E、Gの構造式を例に従って書け。

構造式の例



(6) 化合物F、Hの分子式を例に従って書け。

分子式の例



(7) カルボン酸A、B、Cの炭素—炭素二重結合は、それぞれいくつあるか。また、何番と何番の炭素間にあるか。複数ある場合にはすべて答えよ。ただし、カルボン酸の炭素の番号はカルボキシ基の炭素を1とする。下記の図2に示したカルボン酸の場合、炭素—炭素二重結合の場所は、3番目と4番目の炭素の間にあるので、 $3=4$ と示すこととする。

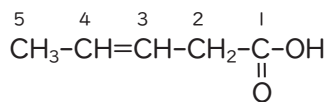


図2

【Ⅲ】油脂100gに付加することができるヨウ素 I_2 の質量を、その油脂のヨウ素価という。

(8) 油脂の平均分子量を M 、油脂1分子中の炭素—炭素二重結合の数を n とすると、油脂1molあたりでは、 n [mol] の I_2 が付加できる。

① ヨウ素価を b とするとき、 b を油脂の平均分子量 M 、油脂1分子中の炭素—炭素二重結合の数 n を用いた式で表せ。ただし、 $I_2 = 254$ とする。

② 実験Ⅰで使用した油脂Xのヨウ素価 b を有効数字3桁で答えよ。計算に用いた考え方および計算の過程も解答用紙に記入すること。

