

受験番号		氏名		クラス		出席番号	
------	--	----	--	-----	--	------	--

試験開始の合図があるまで、この問題冊子の中を見てはいけません。

2014年度 第2回 全統マーク模試問題



理科① [物理基礎 化学基礎] (2科目 100点 60分)
[生物基礎 地学基礎]

理科② [物理 化学] (2科目 200点 120分)
[生物 地学] (1科目 100点 60分)

[物理 I 化学 I] (2科目 200点 120分)
[生物 I 地学 I] (1科目 100点 60分)

2014年8月実施

注意事項

- 1 出題科目、ページ、選択方法及び解答用紙については、下表のとおりです。

【新教育課程による出題科目】

* 理科の3科目選択は理科①から2科目と理科②から1科目の組み合わせに限ります。

理科①

出題科目	ページ	選 択 方 法	解答用紙 (両面)
物理基礎	4~17	左の4科目のうちから、1科目又は2科目を選択し、解答しなさい。 *センター試験を課す大学を志望する場合は、必ず2科目を選択し、解答しなさい。 *1科目のみを解答する場合でも、2科目を解答する場合でも、試験時間は60分です。	「理科① 1科目め用(第1面)」、「理科① 2科目め用(第2面)」解答用紙に解答しなさい。
化学基礎	18~27		
生物基礎	28~39		
地学基礎	40~57		

理科②

出題科目	ページ	選 択 方 法	解答用紙
物理	58~81	左の4科目のうちから、1科目又は2科目を選択し、解答しなさい。 *第1解答科目を指定している大学については、第1解答科目の成績を用いて合格可能性評価を行うので、注意して選択しなさい。	「理科②(第1解答科目)」と「理科②(第2解答科目)」の2種類があります。 1科目のみを選択する場合は、「理科②(第1解答科目)」解答用紙に解答しなさい。
化学	82~101		
生物	102~123		
地学	124~151		

【旧教育課程による出題科目】

理科②

出題科目	ページ	選 択 方 法	解答用紙
物理 I	152~175	左の4科目のうちから、1科目又は2科目を選択し、解答しなさい。 *第1解答科目を指定している大学については、第1解答科目の成績を用いて合格可能性評価を行うので、注意して選択しなさい。	「理科②(第1解答科目)」と「理科②(第2解答科目)」の2種類があります。 1科目のみを選択する場合は、「理科②(第1解答科目)」解答用紙に解答しなさい。
化学 I	176~193		
生物 I	194~215		
地学 I	216~243		

【新教育課程履修者】

上記【新教育課程による出題科目】から選択して、解答しなさい。

【旧教育課程履修者】

上記【新教育課程による出題科目】又は【旧教育課程による出題科目】から選択して、解答しなさい。ただし、新・旧の異なる教育課程の科目を組み合わせて選択解答することはできません。

この注意事項は、問題冊子の裏表紙にも続きます。問題冊子を裏返して必ず読みなさい。

河合塾



物 理 基 础

(解答番号 ~)

第1問 次の文章(A・B)を読み、下の問い合わせ(問1~6)に答えよ。(配点 25)

A 図1のように、小球Pを床から鉛直上向きに大きさ v_0 の初速度で投げ上げたところ、投げ上げてから最高点に達するまでの時間は t_1 であった。空気抵抗は無視できるものとし、重力加速度の大きさを g とする。

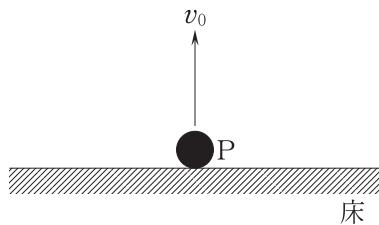


図 1

問1 時間 t_1 を表す式として正しいものを、次の①~⑤のうちから一つ選べ。

$$t_1 = \boxed{1}$$

- ① $\frac{v_0}{4g}$ ② $\frac{v_0}{2g}$ ③ $\frac{v_0}{g}$ ④ $\frac{2v_0}{g}$ ⑤ $\frac{4v_0}{g}$

問2 次の文章中の空欄 **ア**・**イ** に入れる数値の組合せとして最も適當なものを、下の①～⑥のうちから一つ選べ。 **2**

質量が小球 P の 2 倍である小球 Q を、床から鉛直上向きに大きさ v_0 の初速度で投げ上げた。小球 Q にはたらく重力の大きさは、小球 P にはたらく重力の大きさの **ア** 倍であり、小球 Q を投げ上げてから最高点に達するまでの時間は、 t_1 の **イ** 倍である。

	ア	イ
①	1	$\frac{1}{2}$
②	1	1
③	1	2
④	2	$\frac{1}{2}$
⑤	2	1
⑥	2	2

物理基礎

問3 図2は、小球Pを床から鉛直上向きに大きさ v_0 の初速度で投げ上げたときの、Pが床に戻るまでの床からの高さと投げ上げてからの時間の関係を表すグラフである。小球Pの初速度の大きさを v_0 の2倍にして床から鉛直上向きに投げ上げたとき、グラフはどのようになるか。最も適当なものを、下の①～④のうちから一つ選べ。ただし、グラフの目盛りは図2と同じであるものとする。 3

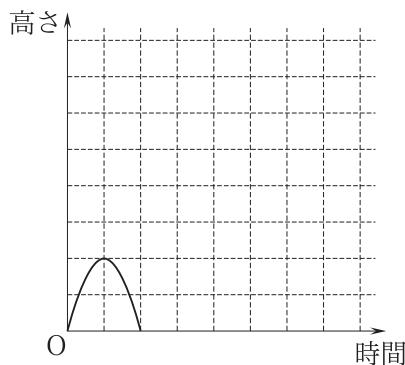
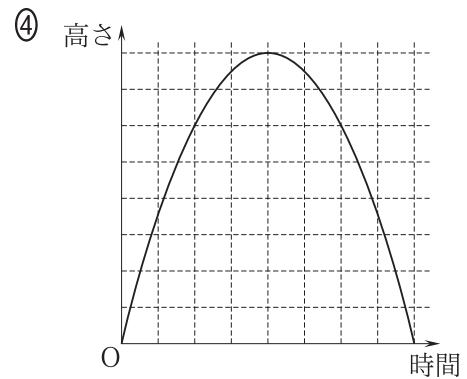
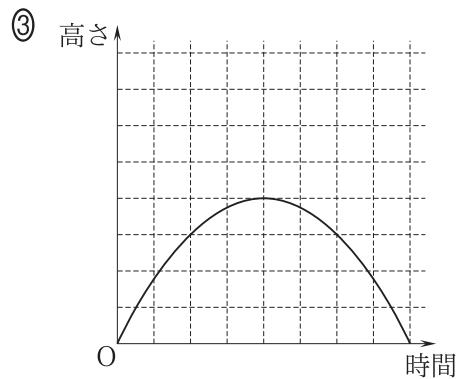
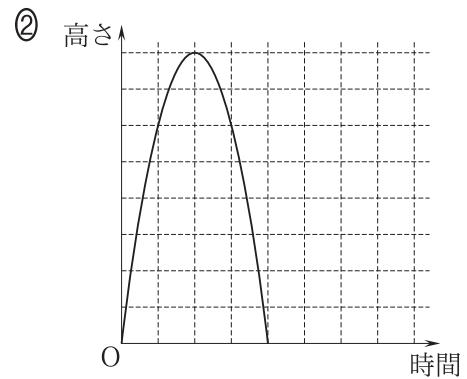
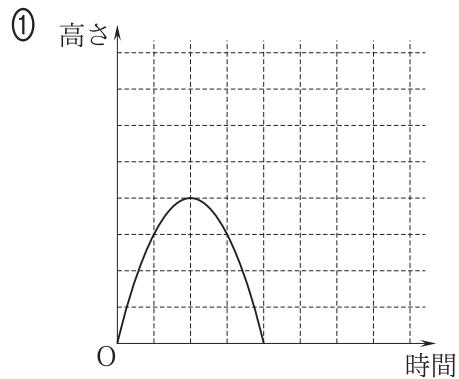


図 2



物理基礎

B 図3のように、水平な床の上に置かれた質量 m の物体Aに、水平右向きに一定の大きさ F の力を加えると、Aは右向きに等加速度直線運動をした。物体Aと床との間の動摩擦係数を μ 、重力加速度の大きさを g とする。

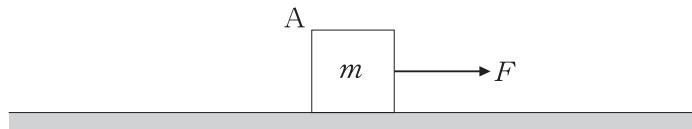


図 3

問4 物体Aの加速度の大きさを表す式として正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 4

- ① $\frac{F}{m}$ ② μg ③ $\frac{F - \mu mg}{m}$ ④ $\frac{F + \mu mg}{m}$

問5 図4のように、なめらかで水平な床の上に質量 M の物体Bを置き、その上に物体Aを置く。物体Bに水平右向きに一定の大きさ F の力を加えると、物体AとBは一体となったまま右向きに等加速度直線運動をした。物体A, Bの加速度の大きさを a , AとBの間にはたらく摩擦力の大きさを f として、A, Bそれぞれの運動方程式の組合せとして正しいものを、下の①~⑥のうちから一つ選べ。ただし、物体Bと床との間の摩擦は無視できるものとする。 5

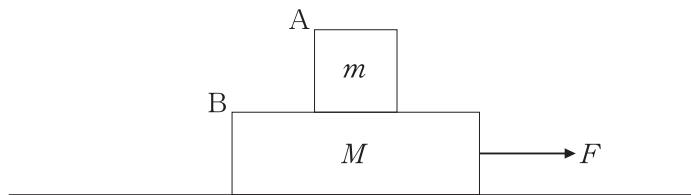
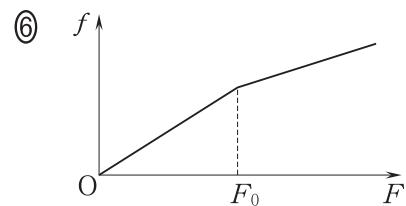
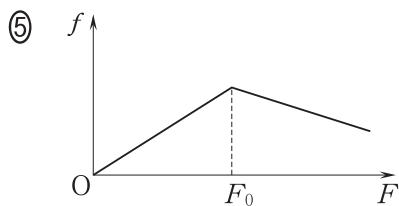
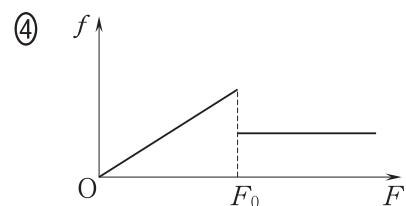
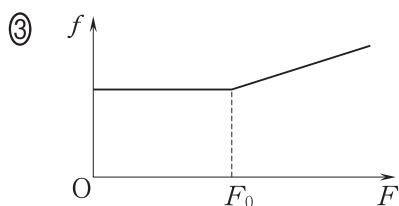
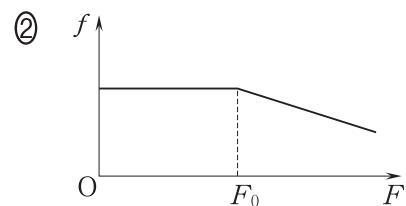
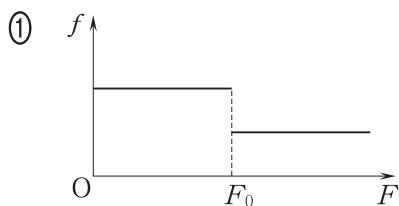


図 4

	物体A	物体B
①	$ma = -f$	$Ma = F - f$
②	$ma = -f$	$Ma = F$
③	$ma = -f$	$Ma = F + f$
④	$ma = f$	$Ma = F - f$
⑤	$ma = f$	$Ma = F$
⑥	$ma = f$	$Ma = F + f$

物理基礎

問6 図4で、物体A, Bが静止した状態に戻し、Bに水平右向きに加える力の大きさ F を0から徐々に大きくしていった。はじめ物体AとBは一体となって運動したが、力の大きさ F が F_0 を超えたときAはB上をすべり出し、別々の加速度で運動した。この間、物体Bに加える力の大きさ F が大きくなるとともに、AとBの間にはたらく摩擦力の大きさ f はどのように変化したか。最も適当なグラフを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。ただし、物体AがBの上から落下することは考えないものとする。 6



(下書き用紙)

物理基礎の試験問題は次に続く。

物理基礎

第2問 次の文章(A・B)を読み、下の問い合わせ(問1～6)に答えよ。(配点 25)

A 縦波が x 軸上を正の向きに伝わっている。図1は、時刻 $t=0$ の波形であり、位置 x における変位 y は、波がないときに位置 x にあった媒質の変位を、 x 軸の正の向きのときを正、 x 軸の負の向きのときを負として、横波のように表示している。

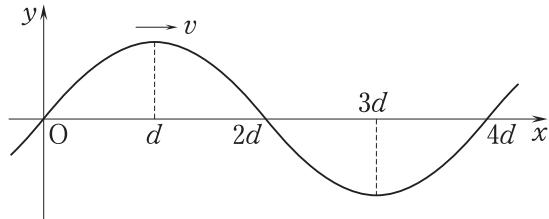


図 1

問1 この縦波の周期 T はいくらか。正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。ただし、縦波の伝わる速さを v とする。 $T = \boxed{7}$

① $\frac{v}{4d}$

② $\frac{v}{2d}$

③ $\frac{2d}{v}$

④ $\frac{4d}{v}$

問2 時刻 $t=0$ において、媒質の速度が x 軸の正の向きで最大になっている位置はどこか。正しいものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。ただし、位置は $0 \leq x < 4d$ の範囲ですべて求めよ。 $x = \boxed{8}$

① 0

② d

③ $2d$

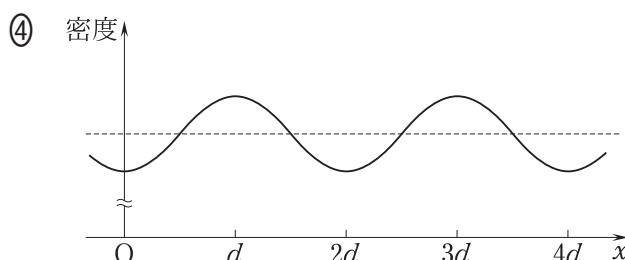
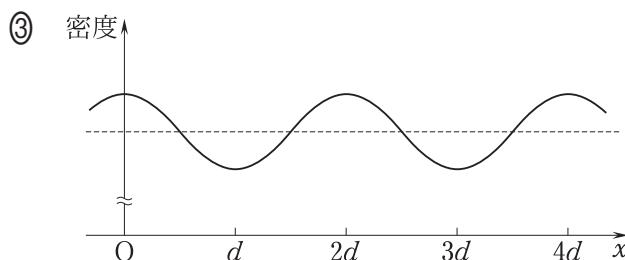
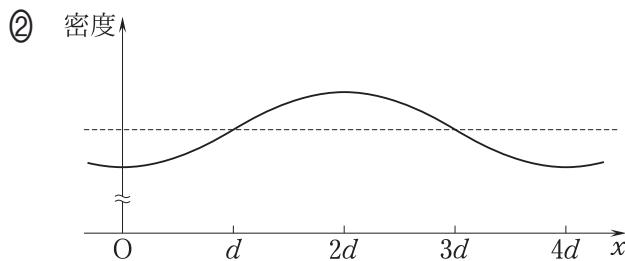
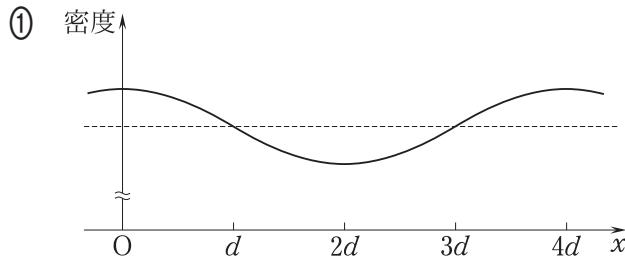
④ $3d$

⑤ $0, 2d$

⑥ $d, 3d$

問3 時刻 $t = 0$ において、位置 x と媒質の密度の関係を表すグラフはどれか。

最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。ただし、点線は波がないときの密度を表しており、また、媒質の変位の大きさは波の波長に比べて十分に小さいものとする。 9



物理基礎

B 図2のように、3つの抵抗 R_1 , R_2 , R_3 に、電圧 30 V の電池 E, スイッチ S, 電流計Ⓐを接続した。抵抗 R_1 , R_2 の抵抗値はそれぞれ 20Ω , 10Ω であり、抵抗 R_3 の抵抗値は自由に変えることができる。電池 E, 電流計Ⓐの内部抵抗は無視できるものとする。

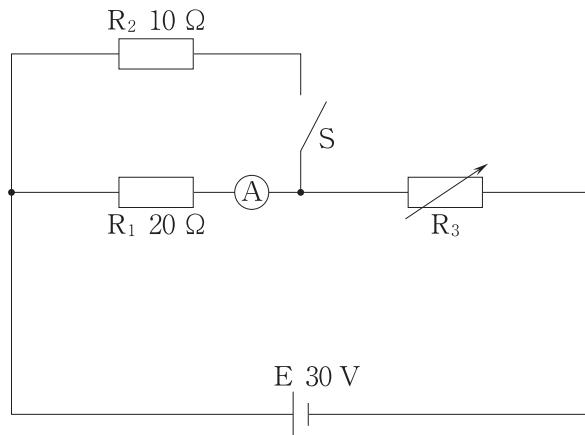


図 2

問4 スイッチ S が開いている状態で、抵抗 R_3 の抵抗値を 40Ω にした。電流計Ⓐの示す値はいくらか。最も適当な数値を、次の①~④のうちから一つ選べ。10 A

① 0.44

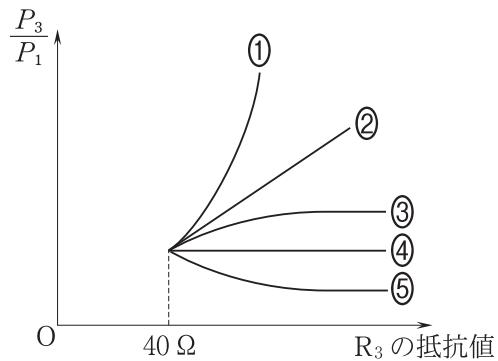
② 0.50

③ 2.0

④ 2.3

問5 スイッチSが開いている状態で、抵抗 R_3 の抵抗値を 40Ω から徐々に大きくしていった。抵抗 R_1 での消費電力 P_1 [W]と抵抗 R_3 での消費電力 P_3 [W]との比 $\frac{P_3}{P_1}$ はどのように変化するか。最も適当なグラフを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

11



物理基礎

問6 スイッチSが閉じている状態で、抵抗 R_3 の抵抗値をある値にした。次の文章中の空欄 **ア** ~ **ウ** に入る語句および数値の組合せとして最も適当なものを、下の①~⑥のうちから一つ選べ。 **12**

電流計**A**は 1.0 A を示した。抵抗 R_1 と R_2 は **ア** が等しいので、抵抗 R_2 を流れる電流は **イ** A である。また、抵抗 R_3 を流れる電流は **ウ** A である。

	ア	イ	ウ
①	電圧	0.50	0.50
②	電圧	0.50	1.5
③	電圧	2.0	1.0
④	電圧	2.0	3.0
⑤	電流	1.0	0
⑥	電流	1.0	2.0

(下書き用紙)

化 学 基 础

(解答番号 ~)

必要があれば、原子量は次の値を使うこと

H 1.0

O 16

Cl 35.5

Ag 108

第1問 次の問い合わせ(問1~6)に答えよ。(配点 25)

問1 次のa・bに当てはまるものを、それぞれの解答群の①~⑥のうちから一つずつ選べ。

a 海水から純水を取り出すのに最も適した方法

- | | | |
|-----|------|---------------|
| ①ろ過 | ②再結晶 | ③昇華法(昇華による分離) |
| ④抽出 | ⑤蒸留 | ⑥クロマトグラフィー |

b 値電子の数がMgと同じ原子

- | | | |
|-----|-----|-----|
| ①He | ②B | ③O |
| ④Ne | ⑤Na | ⑥Ca |

問2 同位体に関する記述として誤りを含むものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 3

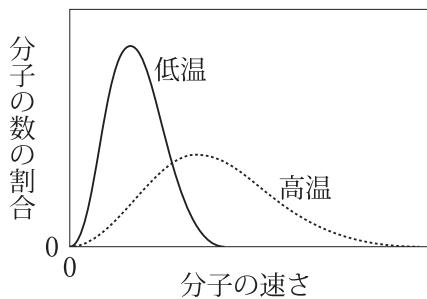
- ① 同位体どうしは、陽子の数が同じで、中性子の数が異なっている。
- ② 同位体どうしの電子配置は、同じである。
- ③ 多くの元素には同位体が存在し、各同位体の天然の存在比はほぼ一定である。
- ④ 同位体どうしの化学的性質は、大きく異なる。
- ⑤ 放射性同位体は、遺跡の年代測定や医療の分野で利用されている。

化学基礎

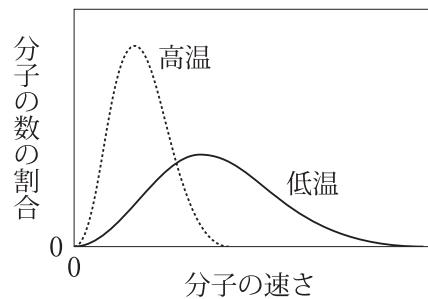
問3 ある気体について、気体分子の速さの分布を、低温のときと高温のときで調べた。分子の速さと分子の数の割合の関係を表すグラフとして最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。ただし、低温のときの速さの分布は実線で、高温のときの速さの分布は点線で表すものとする。

4

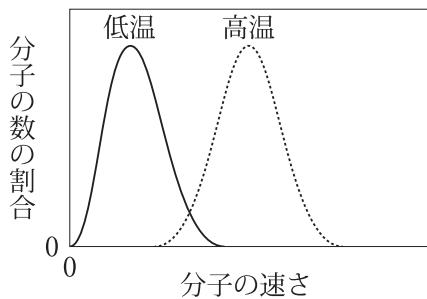
①



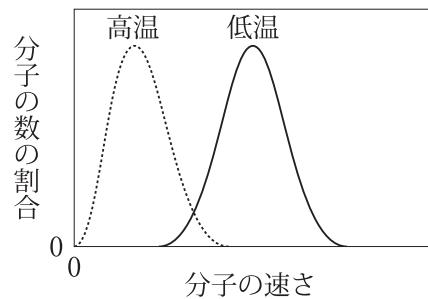
②



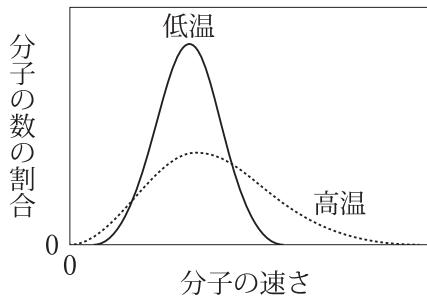
③



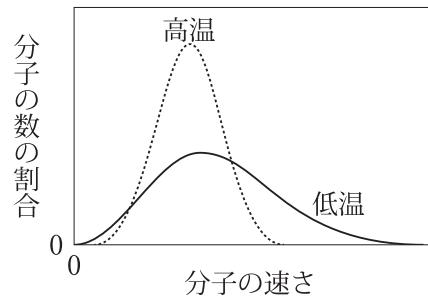
④



⑤



⑥



問4 化学結合に関する記述として誤りを含むものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 5

- ① 窒素分子では、窒素原子はネオン原子と同じ電子配置をとっている。
- ② 塩化水素分子では、塩素原子はわずかに正の電荷を帯び、水素原子はわずかに負の電荷を帯びている。
- ③ アンモニウムイオン中に含まれる4個のN-H結合の性質は、すべて同じである。
- ④ 塩化ナトリウムの結晶では、ナトリウムイオンと塩化物イオンが静電気力(クーロン力)で引き合って、規則正しく配列している。
- ⑤ アルミニウムの結晶では、アルミニウム原子の価電子は、結晶全体を自由に動くことができる。

問5 次のa～dの分子のうち、非共有電子対の数が最も多い分子と2番目に多い分子の組合せとして適当なものを、下の①～⑥のうちから一つ選べ。 6

a 水 b 塩素 c メタン d 二酸化炭素

- ① a・b
- ② a・c
- ③ a・d
- ④ b・c
- ⑤ b・d
- ⑥ c・d

化学基礎

問6 物質の性質と構造に関する記述として誤りを含むものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 7

- ① アンモニアは、空気より軽い気体である。
- ② 液体の水が氷になると、体積は増加する。
- ③ エタノールは水によく溶け、その水溶液は電気をよく導く。
- ④ ポリエチレンは、炭素原子が共有結合で鎖状につながった構造をもつ高分子化合物である。
- ⑤ ダイヤモンドの結晶において、1個の炭素原子に結合した4個の炭素原子は、正四面体の頂点に位置している。

(下書き用紙)

化学基礎の試験問題は次に続く。



化学基礎

第2問 次の問い合わせ(問1~7)に答えよ。(配点 25)

問1 下線部の数値が他と異なるものを、次の①~⑤のうちから一つ選べ。ただし、アボガドロ定数は $6.0 \times 10^{23}/\text{mol}$ とする。 8

- ① 塩化アルミニウム 0.50 mol に含まれる塩化物イオンの数
- ② 1.5 mol/L の希硫酸 1.0 L に含まれる硫黄原子の数
- ③ 標準状態の窒素 11.2 L に含まれる窒素分子の数
- ④ 二酸化炭素 4.5×10^{23} 個に含まれる酸素原子の数
- ⑤ 水 13.5 g に含まれる水素原子の数

問2 塩化ナトリウム水溶液に硝酸銀水溶液を加えると、次の反応により塩化銀の白色沈殿が生じる。



濃度未知の塩化ナトリウム水溶液 10.0 mL に 0.10 mol/L の硝酸銀水溶液を加えた。図1は、加えた硝酸銀水溶液の体積[mL]と生じた白色沈殿の質量[g]の関係を表したものである。用いた塩化ナトリウム水溶液のモル濃度は何 mol/L か。最も適当な数値を、下の①～⑤のうちから一つ選べ。 9 mol/L

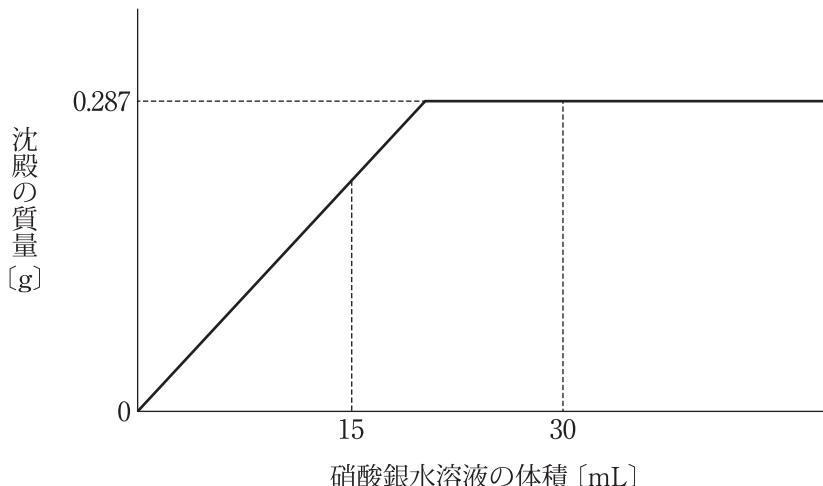


図 1

- | | | |
|--------|--------|--------|
| ① 0.10 | ② 0.20 | ③ 0.29 |
| ④ 0.34 | ⑤ 0.40 | |

化学基礎

問3 下線で示した分子またはイオンが酸としてはたらいている反応式として最も適當なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 10

- ① $\text{NH}_4^+ + \underline{\text{H}_2\text{O}} \longrightarrow \text{NH}_3 + \text{H}_3\text{O}^+$
- ② $\underline{\text{CO}_3^{2-}} + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{HCO}_3^- + \text{OH}^-$
- ③ $\text{HSO}_4^- + \underline{\text{H}_2\text{O}} \longrightarrow \text{SO}_4^{2-} + \text{H}_3\text{O}^+$
- ④ $\underline{\text{H}_2\text{PO}_4^-} + \text{OH}^- \longrightarrow \text{HPO}_4^{2-} + \text{H}_2\text{O}$
- ⑤ $\text{HCl} + \underline{\text{NH}_3} \longrightarrow \text{NH}_4\text{Cl}$

問4 次のa～cの水溶液のうち、塩基性を示すものはどれか。正しく選択しているものを、下の①～⑥のうちから一つ選べ。 11

- a 0.10 mol/L の酢酸水溶液 10 mL に、0.10 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液 10 mL を加えた水溶液
- b 0.10 mol/L の希塩酸 10 mL に、0.10 mol/L の水酸化バリウム水溶液 20 mL を加えた水溶液
- c 0.10 mol/L の希硫酸 10 mL に、0.10 mol/L のアンモニア水 20 mL を加えた水溶液

- ① a
- ② b
- ③ c
- ④ a・b
- ⑤ a・c
- ⑥ b・c

問5 次の物質 **a** ~ **c**について、下線で示した原子の酸化数の大小関係を正しく示しているものはどれか。下の①~⑥のうちから一つ選べ。 12

a Cl₂**b** NO**c** Fe₂O₃

① $a > b > c$

② $a > c > b$

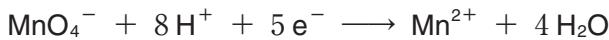
③ $b > a > c$

④ $b > c > a$

⑤ $c > a > b$

⑥ $c > b > a$

問6 0.015 mol/L のシュウ酸水溶液 20 mL に硫酸を加えて酸性にした。これに、濃度未知の過マンガン酸カリウム水溶液を滴下したところ、12 mL 加えたところで、シュウ酸と過マンガン酸カリウムが過不足なく反応した。この過マンガン酸カリウム水溶液のモル濃度は何 mol/L か。最も適当な数値を、下の①~⑤のうちから一つ選べ。ただし、 MnO_4^- と $(COOH)_2$ は、酸化剤、還元剤としてそれぞれ次のようにはたらく。 13 mol/L



① 0.010

② 0.015

③ 0.020

④ 0.025

⑤ 0.030

問7 電池に関する記述として誤りを含むものを、次の①~④のうちから一つ選べ。

14

- ① 電池(化学電池)は、酸化還元反応を利用して電気エネルギーを取り出す装置である。
- ② 放電時に、電池の負極では酸化反応が起こる。
- ③ 放電時に、電子は、導線を通って負極から正極に流れ込む。
- ④ 充電してくり返し使うことができる電池を、一次電池という。

生 物 基 础

(解答番号 ~)

第1問 ミトコンドリアと葉緑体、およびDNAの構造に関する次の文章(A・B)を読み、下の問い合わせ(問1~4)に答えよ。(配点 16)

A 複雑な細胞構造をもつ真核生物は、細胞の構造が単純な原核生物から進化したと考えられている。ミトコンドリアと葉緑体は原核細胞には存在せず、真核細胞のみに存在する細胞小器官で、もとは独立した原核生物であったものが、原始的な細胞の中に取り込まれて細胞内共生することで生じたと考えられており、この考えをア共生説とよぶ。ミトコンドリアと葉緑体は、それぞれイ呼吸または光合成を行う場として重要なはたらきをしている。

問1 下線部アに関する記述として誤っているものを、次の①~④のうちから一つ選べ。

- ① 原始的な細胞に、好気性細菌が共生してミトコンドリアになり、シアノバクテリアが共生して葉緑体になった。
- ② まず葉緑体をもつ細胞が生じ、その後、その内でミトコンドリアをもつ細胞が生じた。
- ③ 共生説の根拠として、ミトコンドリアと葉緑体はともに独自のDNAをもつことがあげられる。
- ④ ミドリゾウリムシの細胞内にはクロレラが共生しており、このような生物の存在はこの説を支持する例としてあげられる。

問2 下線部イに関して、下の記述a～fのうち、呼吸と光合成のいずれにも当てはまるものの組合せ、および呼吸のみに当てはまり光合成には当てはまらないものの組合せとして最も適当なものを、下の①～⑨のうちからそれぞれ一つずつ選べ。

呼吸と光合成のいずれにも当てはまるもの 2

呼吸のみに当てはまり光合成には当てはまらないもの 3

- a 反応の過程でATPの合成がみられる。
- b エネルギーを吸収して進む反応である。
- c 反応に酵素が関与する。
- d 反応が急激に起こり、エネルギーの大部分が熱として放出される。
- e 有機物が段階的に分解される反応である。
- f すべての真核生物でみられる反応である。

① a, b

② a, c

③ a, f

④ b, c

⑤ b, e

⑥ c, d

⑦ d, e

⑧ d, f

⑨ e, f

生物基礎

B 図1はDNAの構造を模式的に示したものである。DNAはヌクレオチドとよばれる構成単位が鎖状に多数つながったものである。

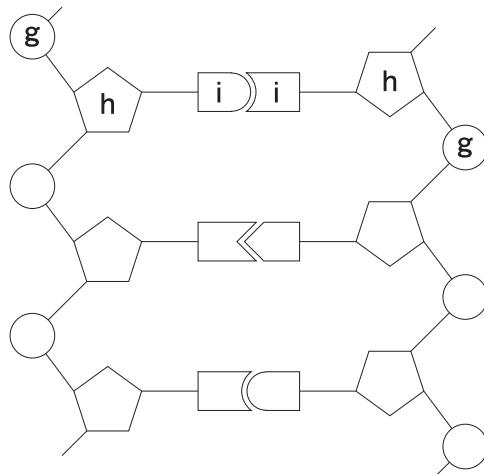


図 1

問3 図1のヌクレオチドを構成する成分g～iの名称の組合せとして最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 4

	g	h	i
①	リン酸	糖	塩基
②	リン酸	塩基	糖
③	糖	リン酸	塩基
④	糖	塩基	リン酸
⑤	塩基	糖	リン酸
⑥	塩基	リン酸	糖

問4 ヌクレオチドが鎖状に多数つながった物質にはDNAの他にRNAがある。

DNAとRNAのヌクレオチドに関する記述として最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 5

- ① 糖はDNAとRNAで共通であり、塩基はDNAとRNAで異なる。
- ② 糖はDNAとRNAで共通であり、塩基はDNAとRNAで共通のものもあれば異なるものもある。
- ③ 糖はDNAとRNAで異なり、塩基はDNAとRNAですべて共通である。
- ④ 糖はDNAとRNAで異なり、塩基はDNAとRNAで共通のものもあれば異なるものもある。
- ⑤ 糖はDNAとRNAで共通のものもあれば異なるものもあり、塩基はDNAとRNAですべて共通である。
- ⑥ 糖はDNAとRNAで共通のものもあれば異なるものもあり、塩基はDNAとRNAで異なる。

生物基礎

第2問 体温調節に関する次の文章を読み、下の問い合わせ(問1～5)に答えよ。

(配点 17)

鳥類やほ乳類などの恒温動物では、環境の変化に関係なく、体温がほぼ一定に保たれている。体温の調節は **ア** が中枢となり、自律神経系と **イ** ホルモンのはたらきによって行われている。自律神経系は、脳や脊髄とからだの各部をつなぐ神経系であり、このような神経系は **ウ** とよばれる。

健常な人は、からだの深部体温を 37°C 前後に維持することができる。これは、 37°C 前後のあらかじめ決められた温度と比較して、体温が低過ぎたり、高過ぎたりすることを体温の調節中枢が感知すると、自律神経系とホルモンのはたらきによって **エ** 体温を上昇させたり、低下させたりする反応を引き起こすからである。このあらかじめ決められた温度は **オ** セットポイントとよばれ、セットポイントは体内で産生される物質 **پ** の影響を受けることが知られている。

問1 上の文章中の **ア**・**ウ** に入る語の組合せとして最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 **6**

	ア	ウ
①	中 脳	中枢神経系
②	中 脳	末梢神経系
③	間 脳	中枢神経系
④	間 脳	末梢神経系

問2 下線部イに関して、ヒトのホルモンに関する記述として適當なものを、次の①～⑦のうちから二つ選べ。ただし、解答の順序は問わない。

7 • 8

- ① すべての内分泌腺は1種類のホルモンのみを分泌する。
- ② 脳下垂体から分泌されるすべてのホルモンは、放出ホルモンや抑制ホルモン(放出抑制ホルモン)によりその分泌量が調節される。
- ③ すべてのホルモンは血液中に分泌され、標的器官に運ばれる。
- ④ パラトルモンは血液中のナトリウムイオン濃度を上昇させる。
- ⑤ 鉱質コルチコイドは血液中のカルシウムイオン濃度を上昇させる。
- ⑥ グルカゴンは肝臓におけるグリコーゲンの合成を促進する。
- ⑦ バソプレシンは腎臓の集合管における水の再吸収を促進する。

問3 下線部エに関して、このときからだでみられる反応として最も適當なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 9

- ① 交感神経が興奮し、体表の血管が収縮する。
- ② 交感神経が興奮し、副腎皮質からのアドレナリンの分泌が促進される。
- ③ 副交感神経が興奮し、立毛筋が収縮する。
- ④ 副交感神経が興奮し、発汗が促進される。

生物基礎

問4 下線部才に関して、図1は、細菌の感染によって、かぜをひいたときにみられるからだの深部体温の変化を模式的に示したものである。図1に示した深部体温の変化とセットポイントの変化との関係を説明した下の文章中の力～クに入る語の組合せとして最も適当なものを、下の①～④のうちから一つ選べ。10

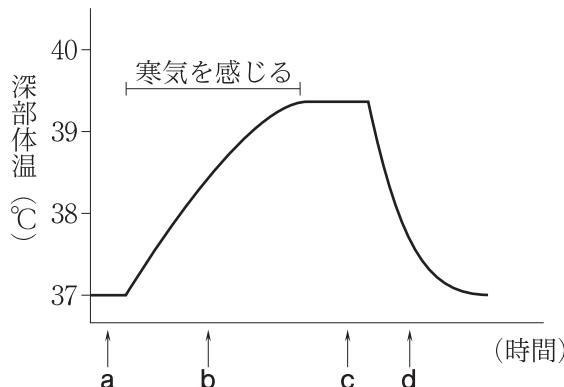


図 1

細菌の感染により、体内で物質Pの産生量が増加すると、セットポイントがただちに力し、寒気を感じる。その後、深部体温が上昇し、セットポイントとの差がキなると、寒気を感じなくなる。そして、しばらく時間が経過して物質Pの産生量が減少すると、セットポイントがクする。これにより深部体温が低下する。

	力	キ	ク
①	上昇	小さく	低下
②	上昇	大きく	低下
③	低下	小さく	上昇
④	低下	大きく	上昇

問5 ある薬剤は、物質Pを合成する酵素のはたらきを阻害することが知られている。この薬剤を図1のa～dの各時点で服用したときにみられる深部体温の変化として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

11

- ① aの時点で服用すると、深部体温が上昇する。
- ② bの時点で服用すると、深部体温の上昇が早まる。
- ③ cの時点で服用すると、深部体温が低下する。
- ④ dの時点で服用すると、深部体温の低下が早まる。

生物基礎

第3問 バイオームと生態系に関する次の文章(A・B)を読み、下の問い合わせ(問1～6)に答えよ。(配点 17)

A 世界の陸上バイオームは、その外観を決めている植生にもとづいて分類され、その分布はそれぞれの地域の環境の違いに対応している。植物にとって最も適した環境条件では熱帯多雨林が成立するが、この地域の年平均気温は約 **ア** °C、年間降水量は **イ** mm 程度である。降水量が十分多ければ、気温が低下するにつれて、バイオームは熱帯多雨林から照葉樹林などを経てツンドラへと変化する。また、気温が十分高ければ、降水量が減少するにつれて、バイオームは熱帯多雨林から **ウ** などを経て砂漠へと変化する。

植物は生育する環境に適した生活様式と形態をしており、これを生活形とよぶ。生活形では、生育に適さない季節につける休眠芽の位置をもとに分類したラウンケルの生活形がよく知られている。ラウンケルの生活形の分類では、植物を、地上で 30 cm 以上の高さに休眠芽をつける地上植物、地上で 30 cm 未満の高さに休眠芽をつける地表植物、地表に休眠芽をつける半地中植物、地中に休眠芽をつける地中植物、生育に適さない季節を種子で過ごす一年生植物に類型化する。

表1は、陸上バイオームのうち、照葉樹林、ツンドラ、砂漠のそれぞれについて、ラウンケルの生活形の分類にもとづく各植物が占める割合(%)を示したものである。

表 1

バイオーム	地上植物	地表植物	半地中植物	地中植物	一年生植物
エ	1	22	60	15	2
オ	4	17	6	0	73
カ	54	9	24	9	4

問1 上の文章中の **ア**・**イ** に入る数値の組合せとして最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 **12**

	ア	イ
①	30	1000
②	30	4000
③	40	1000
④	40	4000

問2 上の文章中の **ウ** に入るバイオームとして最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 **13**

- ① 雨緑樹林 ② 夏緑樹林 ③ 硬葉樹林 ④ 針葉樹林

問3 表1中の **工**～**カ** に当てはまるバイオームの組合せとして最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 **14**

	工	オ	カ
①	照葉樹林	ツンドラ	砂漠
②	照葉樹林	砂漠	ツンドラ
③	ツンドラ	照葉樹林	砂漠
④	ツンドラ	砂漠	照葉樹林
⑤	砂漠	照葉樹林	ツンドラ
⑥	砂漠	ツンドラ	照葉樹林

生物基礎

B 生物体の有機物を構成している主要な元素はキ炭素とク窒素であり、生物は環境中に含まれている無機物から、これらを直接あるいは間接的に取り込んで有機物を合成する。これらの有機物は生物に利用されたのち、分解されて無機物となり再び環境中に戻される。一方、エネルギーはケエネルギーとして生態系内に入り、コエネルギーとして生物間を移動して、それぞれの生命活動に利用され、最終的にはサエネルギーとして生態系外へ出ていく。このように、物質は生態系内を循環するが、エネルギーは生態系の中を一方向に流れている。

問4 下線部キの炭素循環に関する記述として誤っているものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 15

- ① 生産者である緑色植物は、大気中から二酸化炭素を取り込んで有機物を合成するが、二酸化炭素を大気中に戻すことはない。
- ② 消費者である動物は、二酸化炭素から有機物を合成できないので、生産者が合成した有機物を直接あるいは間接的に利用している。
- ③ 生産者や消費者の遺体や排出物中の有機物は、分解者である細菌類や菌類によって分解され、二酸化炭素として大気中に戻される。
- ④ 人間活動による化石燃料の大量消費により、地中に貯蔵されていた有機物が燃焼し、大気中の二酸化炭素濃度が上昇している。

問5 下線部クの窒素循環に関する記述として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 16

- ① 緑色植物は大気中の窒素(N_2)を取り込み、タンパク質や核酸などの有機窒素化合物を合成する。
- ② アゾトバクターやネンジュモなどは、大気中の窒素(N_2)からアンモニウムイオンを合成する窒素同化を行う。
- ③ 亜硝酸菌や硝酸菌は、硝酸イオンをアンモニウムイオンに変え、生じたアンモニウムイオンが植物に利用される。
- ④ 脱窒素細菌は、土壤中のアンモニウムイオンから生じた硝酸イオンの一部を窒素(N_2)に変えて大気中に戻す。

問6 上の文章中の ケ ~ サ に入る語の組合せとして最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 17

	ケ	コ	サ
①	熱	化 学	光
②	熱	光	化 学
③	化 学	熱	光
④	化 学	光	熱
⑤	光	熱	化 学
⑥	光	化 学	熱

地 学 基 础

(解答番号 ~)

第1問 地震に関する次の文章を読み、下の問い合わせ(問1～3)に答えよ。(配点 10)

地震学者の大森房吉は、震源距離と初期微動継続時間の間に比例関係が成り立つことを見出した。この比例関係を大森公式といい、比例定数は地震波の速度から求めることができる。

次の図1は、日本のある場所で地震が発生したときの、X、Y、Zの各観測点で観測された地震計の記録である。なお、この地震の震源は浅く、この地域を伝わる地震波の速度は一定であり、P波の速度は5 km/s、大森公式の比例定数は7.5 km/sとする。

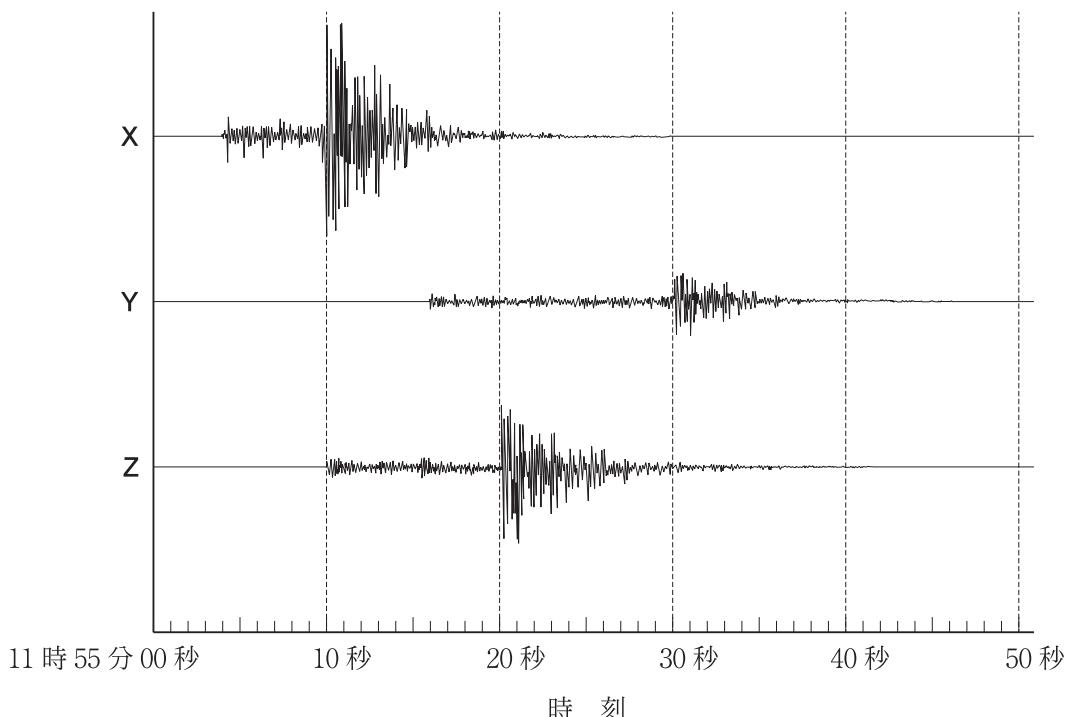


図1 地震計の記録

問1 図1の観測点X～Zについて述べた次の文a～cの正誤の組合せとして最も適当なものを、下の①～⑧のうちから一つ選べ。 1

- a 観測点X～Zのうち、震源から最も近いのは、観測点Zである。
- b 観測点YにP波が到達したのは、観測点ZにS波が到達したあとである。
- c 観測点X～Zのうち、震度が最も大きかったのは、観測点Xである。

	a	b	c
①	正	正	正
②	正	正	誤
③	正	誤	正
④	正	誤	誤
⑤	誤	正	正
⑥	誤	正	誤
⑦	誤	誤	正
⑧	誤	誤	誤

問2 震源で地震が発生した時刻として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 2

- | | |
|-------------|-------------|
| ① 11時53分55秒 | ② 11時54分20秒 |
| ③ 11時54分40秒 | ④ 11時54分55秒 |

地学基礎

問3 地震災害について述べた文として誤っているものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 3

- ① 液状化現象は、本震だけでなく余震によっても起こることがある。
- ② 地震のゆれによって崖くずれ(山くずれ)や地すべりが起こることがある。
- ③ 海溝で発生した地震では、火災による被害は生じない。
- ④ 埋立地や湿地などのやわらかい地盤では、かたい地盤よりもゆれが大きくなりやすい。

(下書き用紙)

地学基礎の試験問題は次に続く。



地学基礎

第2問 岩石に関する次の文章を読み、下の問い合わせ(問1～3)に答えよ。(配点 10)

岩石のかけらや生物の骨格や殻、火山灰などの堆積物^{から}が、長い時間をかけてかたい岩石に変化することを続成作用といい、続成作用によってできた岩石を堆積岩^{たいせき}という。堆積岩は、碎屑岩^{さいせつ}、火山碎屑岩(火碎岩)、化学岩、生物岩に分類される。

問1 碎屑岩は、構成する粒子の大きさにより泥岩、砂岩、礫岩^{れき}に分類される。次のa～dの粒径の粒子で構成される碎屑岩のうち、砂岩であるものはどれか。最も適当なものを、下の①～⑧のうちから一つ選べ。4

- a 0.1～0.5 mm
- b 1～2 mm
- c 2～4 mm
- d 10～20 mm

- ① aのみ
- ② bのみ
- ③ cのみ
- ④ dのみ
- ⑤ aとb
- ⑥ bとc
- ⑦ cとd
- ⑧ aとbとc

問2 続成作用について述べた文として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。5

- ① 粒子の隙間にある水がしぶり出され、粒子間に新たな鉱物が形成される。
- ② 粒子の隙間にある水が凍ることによって粒子の結びつきが強くなる。
- ③ 粒子が完全に融けて液体になったあと、再び固結する。
- ④ マグマの熱によって粒子の結晶構造^{ちみつ}が緻密なものに変化する。

問3 地層の形成過程と堆積物について述べた文として誤っているものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 6

- ① 浅い海底に堆積していた土砂が、地震のゆれなどによって水と混じり合い、
海底の斜面に沿って高速で流れ下る現象を乱泥流(混濁流)という。
- ② 火砕流が深海底に堆積してできた地層をタービダイトという。
- ③ 豪雨などにより、山腹に堆積していた土砂が水とともに斜面を流下する現象を土石流という。
- ④ 水流の向きや強さが変化する環境で堆積した地層には、クロスラミナ(斜交葉理)が見られることがある。

地学基礎

第3問 地層と化石に関する次の文章を読み、下の問い合わせ(問1～3)に答えよ。

(配点 10)

有孔虫は石灰質の殻をもつ原生動物で、進化の速度が速く、大量に産出することから、**ア**化石として有用である。**ア**化石として重要な紡錘虫(フズリナ)やカヘイ石(ヌンムリテス)も有孔虫の一種である。また、有孔虫は海底に生息するもの(底生有孔虫)、海洋の表層を漂って生活するもの(浮遊性有孔虫)など、種類によって生息環境が限定されるものが多いため、**イ**化石としても有用である。

次の図1は、数値年代と3種類の有孔虫X～Zが生息した時代を対応させたものである。また、図2は**A**地域、**B**地域の各地層中に産出する有孔虫X～Zの化石を柱状図と対応させたもので、地層Ⅲおよび地層V中に挟まれている薄い凝灰岩層は同一の地層である。離れた地層の同一性を比較する作業のことを地層の対比といい、凝灰岩層のような地層の対比に役立つ地層を**ウ**という。**A**・**B**両地域の地層には逆転はなく、断層も存在しないことがわかっている。

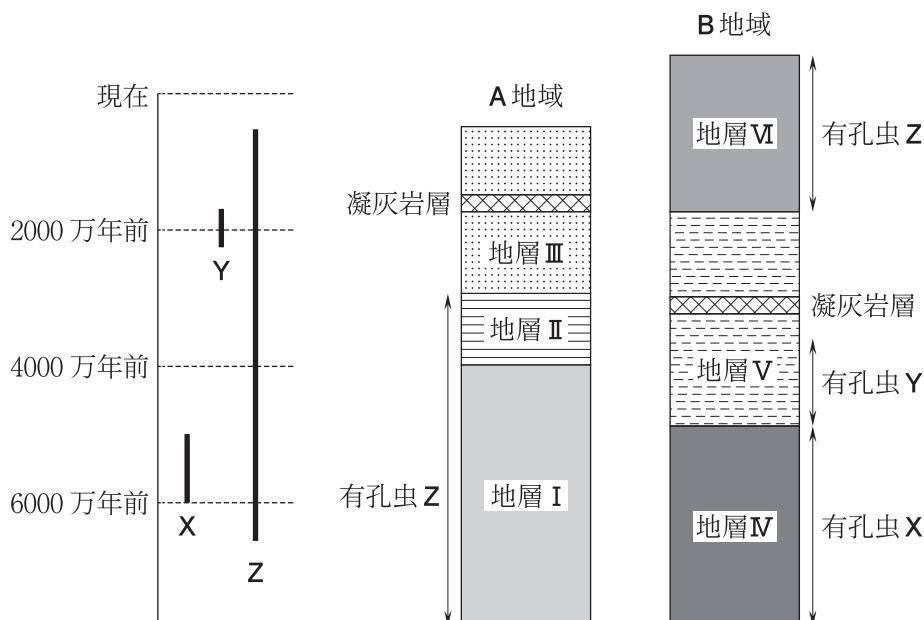


図1 有孔虫の生息年代

図2 柱状図

問1 文章中の **ア** ~ **ウ** に入る語の組合せとして最も適当なものを、次の①~④のうちから一つ選べ。 **7**

	ア	イ	ウ
①	示 準	示 相	層 序
②	示 準	示 相	鍵 層 <small>かぎ</small>
③	示 相	示 準	層 序
④	示 相	示 準	鍵 層

問2 文章中の下線部に関連して、紡錘虫とカヘイ石が生息していた地質時代の組合せとして最も適当なものを、次の①~⑥のうちから一つ選べ。 **8**

	紡錘虫	カヘイ石
①	古第三紀	ジュラ紀
②	古第三紀	ペルム紀
③	ジュラ紀	古第三紀
④	ジュラ紀	ペルム紀
⑤	ペルム紀	古第三紀
⑥	ペルム紀	ジュラ紀

地学基礎

問3 図1と図2を参考にして、**A**地域、**B**地域の地層について述べた文として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。ただし、他の地域から運ばれてきた化石は、各地層中に存在しないものとする。 9

- ① 地層Ⅰは、約6000万～5000万年前に生息していた生物の化石を含む可能性はない。
- ② 地層Ⅱは、地層Ⅵとほぼ同じ年代に堆積した地層である。^{たいせき}
- ③ 地層Ⅳと地層Ⅴの境界での関係は、不整合である。
- ④ 地層Ⅳには有孔虫Xが産出するため、地層Ⅰ～Ⅵのうち最も古い地層と決定できる。

(下書き用紙)

地学基礎の試験問題は次に続く。

地学基礎

第4問 大気圏の構造に関する次の文章を読み、下の問い合わせ(問1～3)に答えよ。

(配点 10)

現在の地球大気は、(a)成層圏に多く分布しているオゾン(O_3)やほとんど対流圏にしか存在しない ア のような成分を除けば、体積比で窒素(N_2)が約 78 %、酸素(O_2)が約 21 % である。この組成比は地表から高度 80 km 程度まではほぼ一定である。大気は地球の重力によって引きつけられており、大気中の物体や地表に圧力を及ぼしている。これが大気圧である。地表での平均的な大気圧は約 イ ヘクトパスカル hPa である。

大気は、地球が受け取る太陽放射エネルギー量の緯度による違いや地球の自転の影響を受けて、大規模な循環を形成している。それによって、(b)地表付近では、低緯度・中緯度・高緯度それぞれで特徴的な風が吹いている。

問1 文章中の ア・イ に入る語と数値の組合せとして最も適当なもの
を、次の①～④のうちから一つ選べ。10

	ア	イ
①	ヘリウム(He)	1
②	ヘリウム(He)	1013
③	水蒸気(H_2O)	1
④	水蒸気(H_2O)	1013

問2 文章中の下線部(a)に関連して、成層圏内にあるオゾン層は、太陽からの電磁波とフロンの影響で破壊されてきている。次の図1は、成層圏において、オゾン分子が太陽からの電磁波とある種のフロン分子によって破壊されていく様子を示したものである。フロン分子は太陽からのウによって分解され、それによって生じた工原子がオゾン分子と反応し、工原子と酸素原子が結合した分子と酸素分子に変わる。さらに工原子と酸素原子が結合した分子は酸素原子と反応し、工原子と酸素分子に変わる。もとに戻った工原子は同じ反応を続け、連鎖的にオゾン分子を破壊し続けることにより、オゾン層が破壊されていく。図1中のウ・工に入れる語と元素記号の組合せとして最も適当なものを、下の①～④のうちから一つ選べ。

11

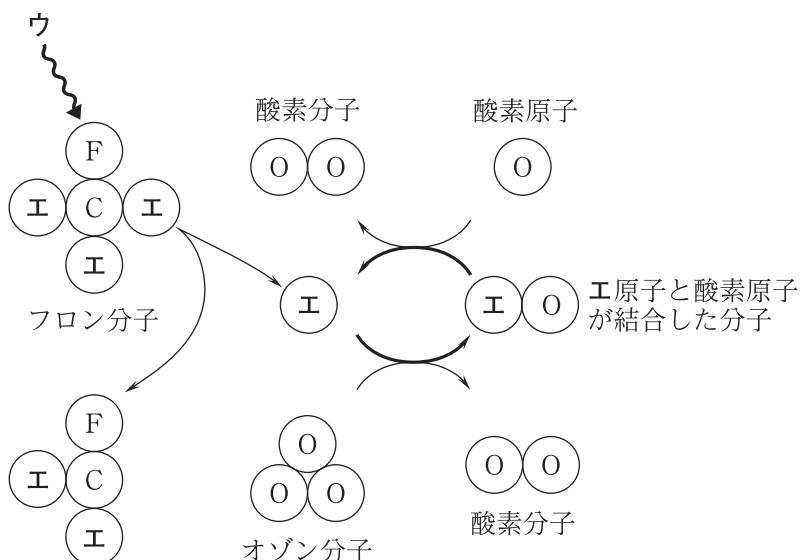


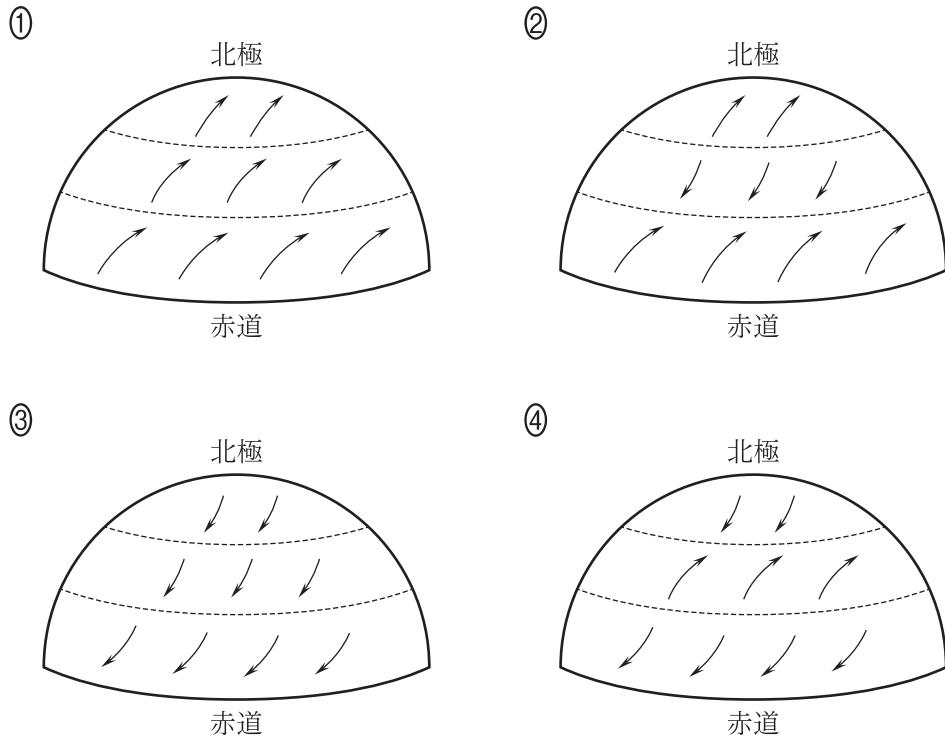
図1 オゾン分子の破壊のメカニズム

Oは酸素、Cは炭素、Fはフッ素である。

	ウ	工
①	紫外線	N(窒素)
②	紫外線	Cl(塩素)
③	赤外線	N(窒素)
④	赤外線	Cl(塩素)

地学基礎

問3 文章中の下線部(b)に関連して、1年間を通して平均したとき、北半球の低緯度・中緯度・高緯度の地表付近で卓越して吹いている風を模式的に示した図として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 12



(下書き用紙)

地学基礎の試験問題は次に続く。

地学基礎

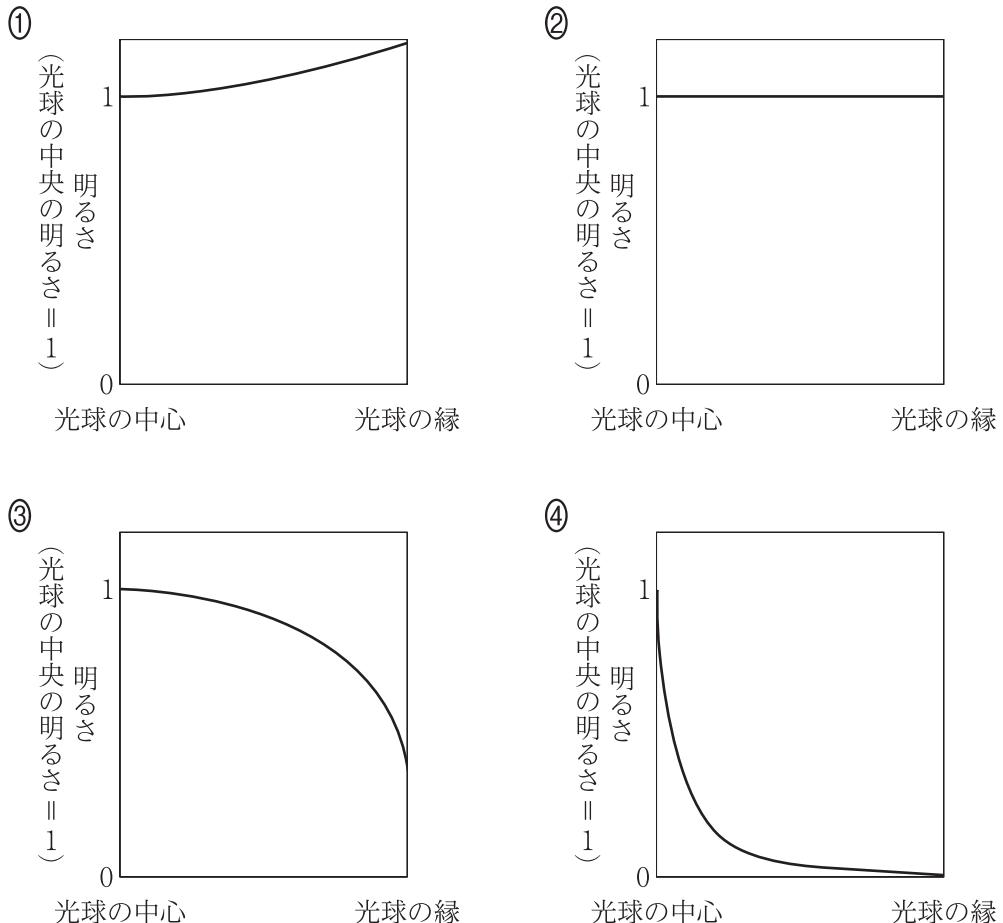
第5問 太陽に関する次の文章を読み、下の問い合わせ(問1～3)に答えよ。(配点 10)

太陽は地球に最も近い恒星であり、表面の様子を詳しく観察できる唯一の恒星である。太陽を構成する元素はほとんどが水素とヘリウムであり、その平均密度は地球の平均密度の **ア** 倍程度である。太陽の半径は地球の約 109 倍で、質量は地球の約 33 万倍である。太陽の中心部は超高温・超高压になっており、水素の核融合反応が起こって膨大なエネルギーが生み出されている。このエネルギーは絶え間なく宇宙空間に放出され、地球はその一部を受け取り、地球上に生息している多くの生物はその恩恵を受けている。また、太陽からは可視光線などの電磁波以外にも、イオンや電子などの電荷をもった粒子(荷電粒子)の流れが宇宙空間に放出されている。これを **イ** という。太陽活動が活発になると **イ** が強まり、地球に影響を及ぼすこともある。

問1 文章中の **ア**・**イ** に入る数値と語の組合せとして最も適当なもの
を、次の①～④のうちから一つ選べ。**13**

	ア	イ
①	0.25	太陽風
②	0.25	プロミネンス(紅炎)
③	2.5	太陽風
④	2.5	プロミネンス(紅炎)

問2 文章中の下線部に関連して、地球から太陽の光球を観察したとする。このとき、光球の中央の明るさを1としたときの光球の中央から縁までの明るさの様子を表した図として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。ただし、黒点や白斑はんの影響は考えないものとする。 14



地学基礎

問3 太陽について述べた次の文a～cの正誤の組合せとして最も適当なものを、下の①～⑧のうちから一つ選べ。 15

- a 光球面の黒点の数が少ないときは、太陽活動が活発なときである。
- b 太陽の自転周期は、太陽面緯度(日面緯度)によらず、一定である。
- c 太陽のスペクトルの中には、フラウンホーファー線と呼ばれる吸収線(暗線)が多数見られる。

	a	b	c
①	正	正	正
②	正	正	誤
③	正	誤	正
④	正	誤	誤
⑤	誤	正	正
⑥	誤	正	誤
⑦	誤	誤	正
⑧	誤	誤	誤

(下書き用紙)

物 理

(解答番号 ~)

第1問 次の問い合わせ(問1~6)に答えよ。(配点 30)

問1 図1のような傾斜角が一定で、長い斜面上の点Aに小物体を置いて静かに放した。斜面は点Bより上側がなめらかで、点Bより下側が一様にあらくなっている。小物体は点Aからすべり始め、点Bを通過してあらい斜面上の点Cで静止した。BC間の距離はAB間の距離の2倍であった。点Aから点Cまでの間の、小物体の加速度の時間変化を表すグラフとして最も適当なものを、下の①~⑥のうちから一つ選べ。ただし、加速度は斜面に沿って下向きを正、上向きを負とする。

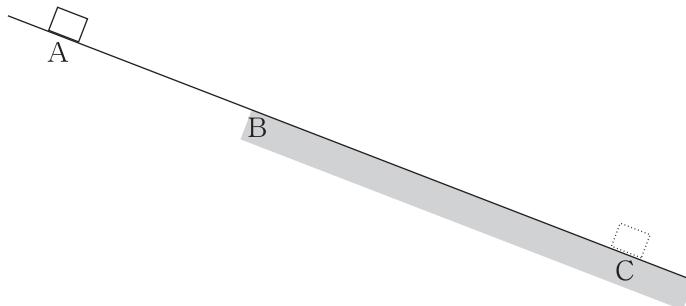
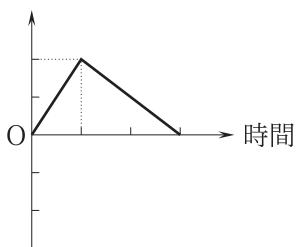
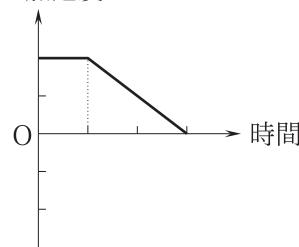


図 1

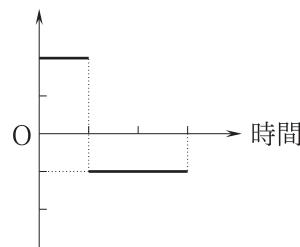
① 加速度



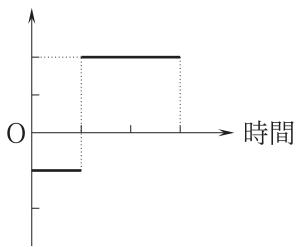
② 加速度



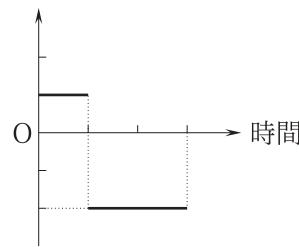
③ 加速度



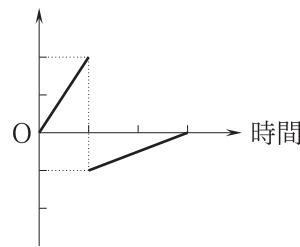
④ 加速度



⑤ 加速度



⑥ 加速度



物理

問2 図2のように、点Oを中心に鉛直面内でなめらかに回転することができる軽くてたわまない棒の両端に、質量 $2m$ の小物体Aと質量 m の小物体Bを取り付ける。AO間の距離とBO間の距離は等しく ℓ である。はじめ、棒が水平になるように小物体A, Bを支えておく。支えを静かにはずすと、棒は点Oを中心に回転を始めた。小物体Aが点Oの鉛直真下を通過するときの速さを表す式として正しいものを、下の①~⑥のうちから一つ選べ。ただし、空気の抵抗は無視できるものとし、重力加速度の大きさを g とする。 2

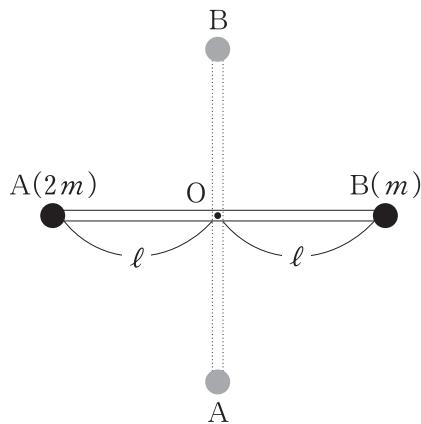


図 2

- | | | |
|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| ① $\sqrt{\frac{1}{3}g\ell}$ | ② $\sqrt{\frac{1}{2}g\ell}$ | ③ $\sqrt{\frac{2}{3}g\ell}$ |
| ④ $\sqrt{g\ell}$ | ⑤ $\sqrt{\frac{3}{2}g\ell}$ | ⑥ $\sqrt{2g\ell}$ |

問3 次の文章中の空欄 **ア**・**イ** に入る語句の組合せとして最も適当なものを、下の①～⑥のうちから一つ選べ。 **3**

図3のように、傾斜角 θ が変えられるなめらかな斜面上で、軽いばねの一端を斜面の下方に固定し、他端におもりを取り付ける。ばねが自然の長さになるようにおもりを支えておき、おもりを静かに放したときの単振動の様子が、傾斜角 θ を変えることによりどのように変化するかを考えてみる。

傾斜角 θ が大きくなると、傾斜角が小さいときに比べて、単振動の振幅は**ア**、周期は**イ**。

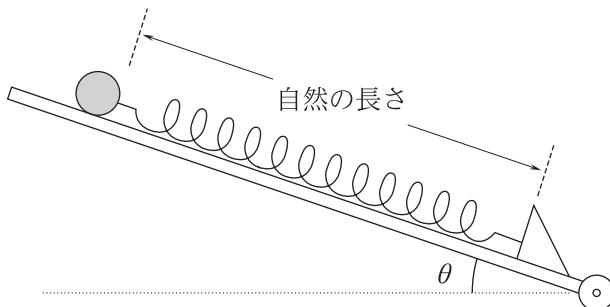


図 3

	ア	イ
①	大きくなり	大きくなる
②	大きくなり	変わらない
③	変わらず	小さくなる
④	変わらず	大きくなる
⑤	小さくなり	変わらない
⑥	小さくなり	小さくなる

物理

問4 図4のように、大気中で、中空の円筒形容器の一部を液体中に沈め、上部に軽いふたをして容器内に空気を密閉した状態にして、容器をささえておく。このとき、容器の内外の液面の高さの差はなかった。このふたをした容器を液体中にゆっくりと沈めていくにつれて、容器内に密閉された空気が圧縮され、ふたと容器内の液面との距離がはじめより小さくなる。ふたと容器内の液面との距離 ℓ と容器の内外の液面の高さの差 x との関係を表すグラフとして最も適当なものを、下の①～⑥のうちから一つ選べ。ただし、容器は熱をよく通し、容器内の空気と液体の温度は一定とする。また、液体の蒸発は考えないものとする。

4

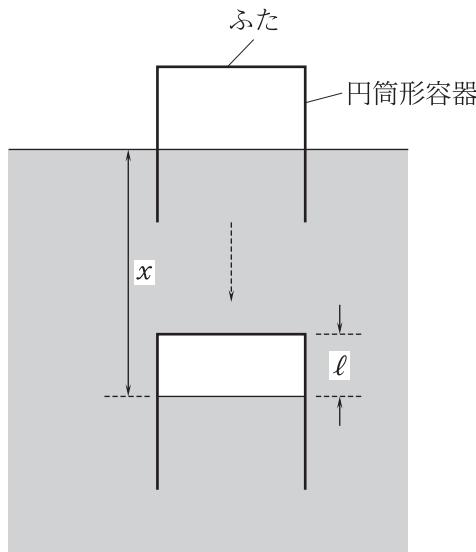
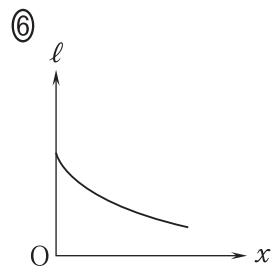
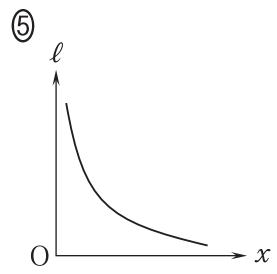
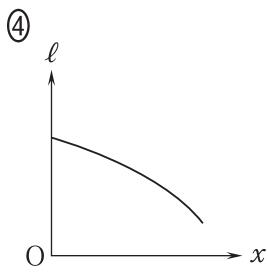
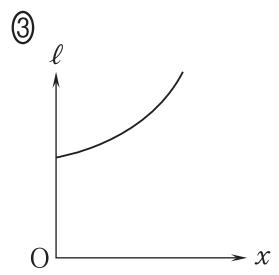
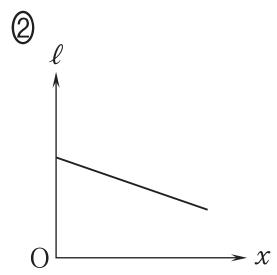
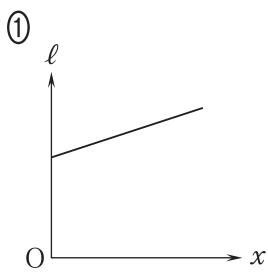


図 4



物理

問5 x 軸の正の向きに進む周期 T の正弦波がある。図5は原点O ($x=0$) におけるこの波の変位を時刻 t の関数として表したグラフである。時刻 $t = \frac{T}{8}$ におけるこの正弦波の波形を表したグラフとして最も適当なものを、下の①～⑥のうちから一つ選べ。

5

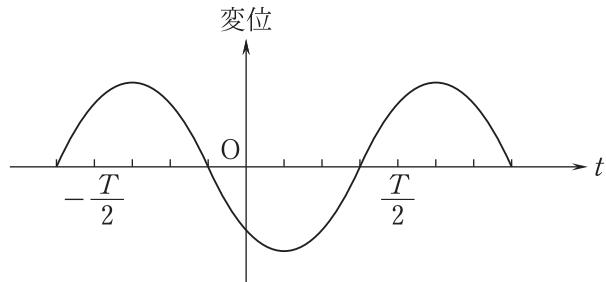
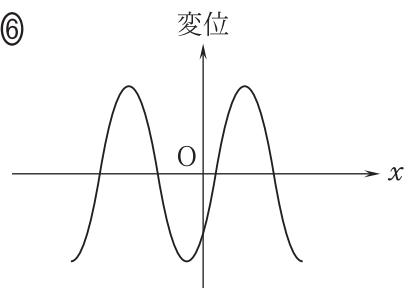
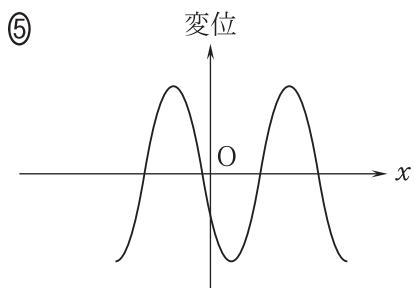
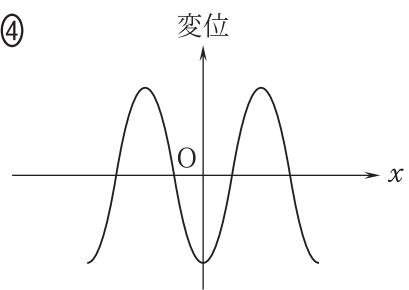
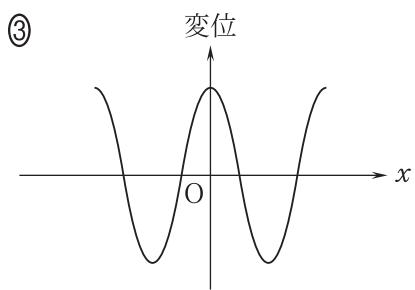
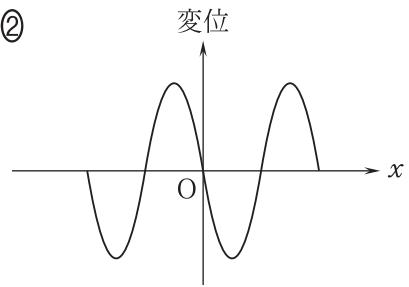
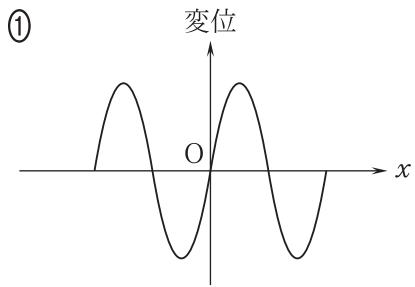


図 5



物理

問 6 次の文章中の空欄 **ウ**・**エ** に入る式の組合せとして最も適当なものを、下の①～⑧のうちから一つ選べ。 **6**

図 6 のように、内部抵抗の無視できる起電力 V の電池 V 、電気容量 C のコンデンサー C 、それぞれの抵抗値が R 、 $2R$ の抵抗 R_1 、 R_2 、およびスイッチ S からなる回路がある。はじめ、スイッチ S は開いていて、コンデンサー C には電荷は蓄えられていなかった。

スイッチ S を閉じた直後に電池 V を流れる電流は **ウ** である。 S を閉じて十分に時間が経過すると、コンデンサー C に蓄えられる電荷は **エ** である。

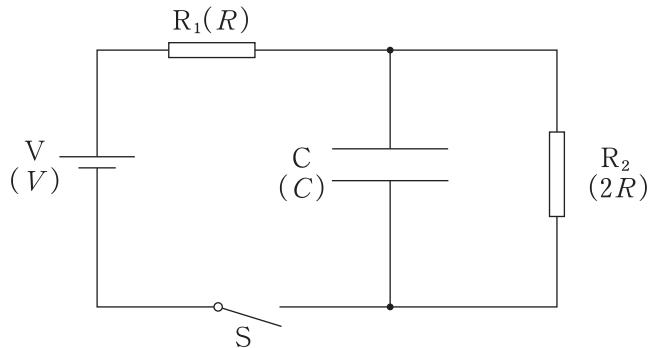


図 6

	ω	Γ
①	$\frac{V}{3R}$	$\frac{1}{3}CV$
②	$\frac{V}{3R}$	$\frac{1}{2}CV$
③	$\frac{V}{2R}$	$\frac{1}{3}CV$
④	$\frac{V}{2R}$	$\frac{2}{3}CV$
⑤	$\frac{2V}{3R}$	$\frac{2}{3}CV$
⑥	$\frac{2V}{3R}$	$\frac{1}{2}CV$
⑦	$\frac{V}{R}$	$\frac{2}{3}CV$
⑧	$\frac{V}{R}$	$\frac{1}{2}CV$

物理

第2問 次の文章(A・B)を読み、下の問い合わせ(問1～5)に答えよ。(配点 22)

A 図1のように、なめらかで水平な床面の点Aから、鉛直でなめらかな壁に向かって速さ v で小球を投げ出した。小球は壁面の点Bに衝突した後、はねかえって床面の点Cに衝突して再びはねかえった。ただし、壁と小球および床と小球の間の反発係数は等しく e である。また、空気の抵抗は無視できるものとする。

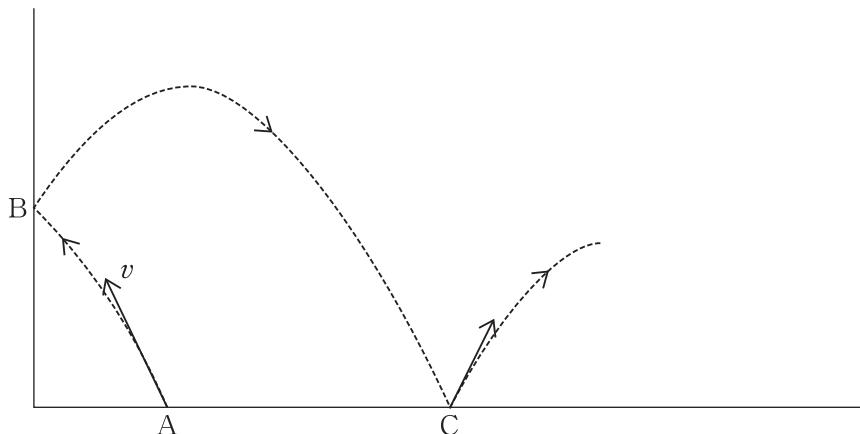
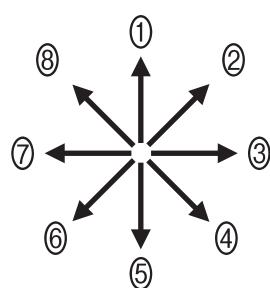


図 1

問1 小球が点Bで壁から受けた力積の向きとして最も適当なものを、次の①～⑧のうちから一つ選べ。ただし、①は鉛直方向上向きを、⑤は鉛直方向下向きを示し、③は水平方向右向きを、⑦は水平方向左向きを示すものとする。

7



問2 小球が床面の点Cではねかえった直後の速さを表す式として正しいものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 8

① $\sqrt{1-e^2}v$

② $(1-e)v$

③ $\frac{v}{e}$

④ $\frac{v}{e^2}$

⑤ ev

⑥ e^2v

物理

B 図2のように、なめらかで段差のついた二つの水平面HとH'がある。高いほうの水平面H上で質量 $2m$ の小物体Pが、静止していた質量 m の小物体Qに衝突した。衝突後、図3のように、Pは速さ $\frac{1}{2}v_0$ 、Qは速さ v_0 とともに水平面H上を右向きに運動した。空気の抵抗は無視できるものとする。



図 2

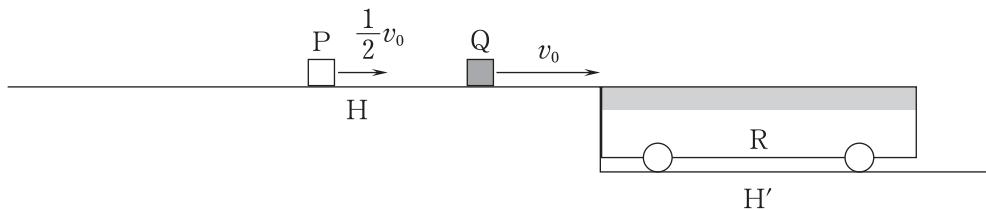


図 3

問3 小物体Qに衝突する前の小物体Pの速さを表す式として正しいものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 9

① $\frac{1}{4}v_0$

② $\frac{1}{3}v_0$

③ $\frac{2}{3}v_0$

④ v_0

⑤ $\frac{3}{2}v_0$

⑥ $2v_0$

問4 低いほうの水平面 H' 上には、高い水平面 H と同じ高さであらい上面をもつ台車 R が静止している。衝突後、小物体 Q は速さ v_0 で、台車 R のあらい上面にすべりこんでいった。 Q と R の間にはたらく摩擦力により、やがて小物体 Q は台車 R に対して静止した。このとき、水平面に対する Q と R の速さは u であった。 Q が R から受ける摩擦力の大きさを f とする。小物体 Q が台車 R の上面をすべり始めてから、 R に対して静止するまでの時間を表す式として正しいものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 10

$$\begin{array}{ll} \textcircled{1} & \frac{mv_0}{f} \\ \textcircled{4} & \frac{m\sqrt{v_0^2 - u^2}}{f} \end{array}$$

$$\begin{array}{ll} \textcircled{2} & \frac{mu}{f} \\ \textcircled{5} & \frac{m(v_0 + u)}{f} \end{array}$$

$$\begin{array}{ll} \textcircled{3} & \frac{m(v_0 - u)}{f} \\ \textcircled{6} & \frac{m\sqrt{v_0^2 + u^2}}{f} \end{array}$$

問5 小物体 Q が台車 R に対して静止したとき、水平面に対する Q と R の速さは $u = \frac{1}{3}v_0$ であった。台車 R の質量を表す式として正しいものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 11

$$\begin{array}{ll} \textcircled{1} & \frac{1}{3}m \\ \textcircled{4} & \frac{4}{3}m \end{array}$$

$$\begin{array}{ll} \textcircled{2} & \frac{2}{3}m \\ \textcircled{5} & \frac{3}{2}m \end{array}$$

$$\begin{array}{ll} \textcircled{3} & m \\ \textcircled{6} & 2m \end{array}$$

物理

第3問 次の文章(A・B)を読み、下の問い合わせ(問1～6)に答えよ。(配点 25)

A 図1のように、一直線上に静止している観測者Aと台車が置かれている。台車上の左側には音源Sが固定されていて、右側には観測者Bが座っている。SとBは距離L離れている。時刻 $t=0$ に、台車がAから遠ざかる向きに一定の速さ v で動き出した。 $t=0$ で、台車が動き出すと同時に、音源Sは振動数 f の音を出し始めた。時刻 t_0 まで音を出し続けた。風はなく、空気中の音速を V ($v < V$) とする。

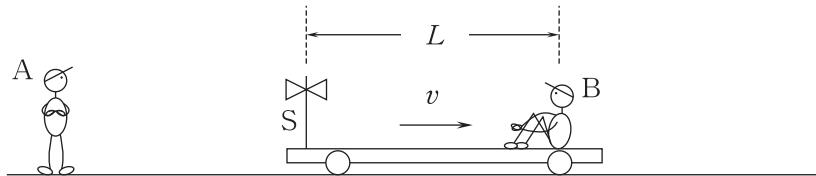


図 1

問1 音源Sから出て、観測者Aの方向に伝わる音波の波長を表す式として正しいものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 12

- | | | |
|--------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|
| ① $\frac{\sqrt{V^2 - v^2}}{f}$ | ② $\frac{V - v}{f}$ | ③ $\frac{\sqrt{V(V - v)}}{f}$ |
| ④ $\frac{\sqrt{V(V + v)}}{f}$ | ⑤ $\frac{\sqrt{V^2 + v^2}}{f}$ | ⑥ $\frac{V + v}{f}$ |

問2 音源Sが時刻 t_0 に出了した音を、観測者Bが聞く時刻を表す式として正しいものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 13

- | | | |
|---------------------------|---------------------------|-----------------------|
| ① $\frac{L}{V - v} - t_0$ | ② $\frac{L}{V + v} - t_0$ | ③ $\frac{L}{V} - t_0$ |
| ④ $t_0 + \frac{L}{V - v}$ | ⑤ $t_0 + \frac{L}{V + v}$ | ⑥ $t_0 + \frac{L}{V}$ |

問3 観測者Bが聞く音の振動数を表す式として正しいものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 14

① $\frac{v}{V+v}f$

② $\frac{V-v}{V+v}f$

③ f

④ $\frac{v}{V-v}f$

⑤ $\frac{V}{V-v}f$

⑥ $\frac{V+v}{V-v}f$

物理

B 図2のように、深さ d のプールに水が満たされている。プールの底には小物体が沈んでいる。プールの右側の床面より上の空気中の点Cから見ると、小物体はプールのA端と点Cを結ぶ線分CAの延長線上に見えた。これは、小物体から出た光がプールのA端に角度 i で入射し、空気中へ角度 r で屈折して点Cへ進んだことを意味する。ただし、図において、小物体と点Cは紙面を含む鉛直面内にある。また、空気の絶対屈折率を1、水の絶対屈折率を n とする。

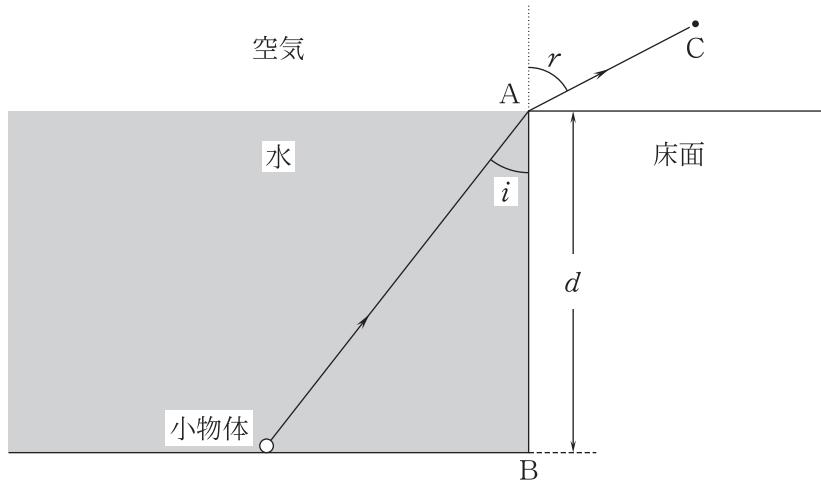


図 2

問4 角度 i と角度 r の関係を表す式として正しいものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 15

- | | | |
|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| ① $\sin i = \frac{1}{n} \sin r$ | ② $\sin i = \frac{1}{n} \cos r$ | ③ $\sin i = n \sin r$ |
| ④ $\sin i = n \cos r$ | ⑤ $\cos i = \frac{1}{n} \sin r$ | ⑥ $\cos i = \frac{1}{n} \cos r$ |

問5 次の文章中の空欄 **ア**・**イ** に入る語句および式の組合せとして最も適当なものを、下の①～⑥のうちから一つ選べ。 **16**

小物体をプールのB端に近づけると、点Cの位置からは小物体が見えなくなつた。そこで、見る位置を点Cから**ア**に移動すると、小物体が再び見えるようになった。小物体がB端にごく近い位置にあるとき、移動した位置でみると、小物体は水面から**イ**の深さに見える。

	ア	イ
①	鉛直方向に床面に近い位置	$\frac{d}{n}$
②	鉛直方向に床面に近い位置	$(n-1)d$
③	水平方向にA端に近い位置	$\sqrt{n^2-1} d$
④	水平方向にA端に近い位置	$\frac{d}{n}$
⑤	水平方向にA端から遠い位置	$(n-1)d$
⑥	水平方向にA端から遠い位置	$\sqrt{n^2-1} d$

問6 小物体をB端からプールの底に沿って遠ざける。小物体とB端の間の距離がある距離より大きくなると、プールの右側の床面より上の空気中のどの位置からでも小物体を見ることができるようになる。そのときの、小物体とB端の間の距離を表す式として最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 **17**

① $\frac{d}{\sqrt{n-1}}$

② $\frac{d}{\sqrt{n^2-1}}$

③ $\sqrt{n^2-1} d$

④ nd

⑤ $\frac{d}{n+1}$

⑥ $\frac{d}{\sqrt{n^2+1}}$

第4問 次の文章(A・B)を読み、下の問い合わせ(問1～5)に答えよ。(配点 23)

A 絶縁体でできた軽くて伸び縮みしない糸に取り付けられた小さな金属球Aに正電荷 $+Q$ を帯電させ天井からつり下げる。また、絶縁体でできた棒に取り付けられた小さな金属球Bに負電荷 $-Q$ を帯電させる。図1のように、金属球Bを金属球Aにゆっくり近づけたところ、糸は鉛直方向から角度 θ 傾いた状態でAにはたらく力がつりあった。ただし、金属球Aと金属球Bは同一水面上にある。金属球Aの質量を m 、重力加速度の大きさを g とする。

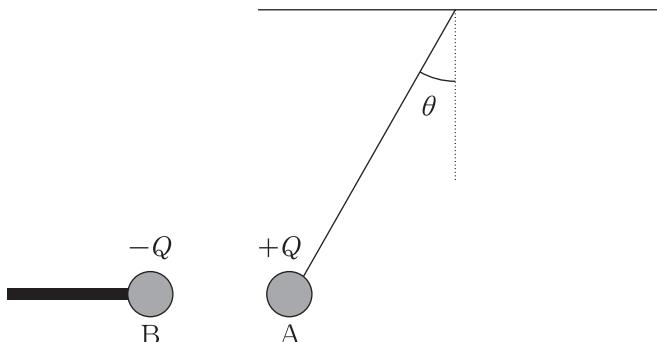


図 1

問1 図1の状態で金属球A, B間にはたらく静電気力の大きさを表す式として正しいものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 18

① $\frac{mg}{\sin \theta}$

② $\frac{mg}{\cos \theta}$

③ $\frac{mg}{\tan \theta}$

④ $mg \sin \theta$

⑤ $mg \cos \theta$

⑥ $mg \tan \theta$

問2 次の文章中の空欄 **ア**, **イ** に入る語句の組合せとして最も適当なものを、下の①～⑨のうちから一つ選べ。 **19**

図1の状態から、金属球Bをゆっくりと金属球Aから遠ざけていくと、Aに取り付けられた糸の張力の大きさは、**ア**。また、鉛直方向からの角度は、はじめのつりあう角度**イ**。ただし、金属球Aと金属球Bは同一水平面上にある。

	ア	イ
①	大きくなる	θ より小さくなる
②	大きくなる	θ に等しい
③	大きくなる	θ より大きくなる
④	変わらない	θ より小さくなる
⑤	変わらない	θ に等しい
⑥	変わらない	θ より大きくなる
⑦	小さくなる	θ より小さくなる
⑧	小さくなる	θ に等しい
⑨	小さくなる	θ より大きくなる

物理

問3 図2のように、内部がなめらかな絶縁体でできた円筒形容器を、真空中で水平な床面に鉛直に置く。容器の底には正電荷 $+Q$ に帯電した小さな金属球Cが置かれている。糸でつるした正電荷 $+Q$ に帯電した金属球Aを鉛直真上から静かに金属球Cに近づけると、AとCの距離が x になったときに糸の張力が0になり、AとCの距離は x より小さくなることはなかった。 x を表す式として最も適当なものを、下の①~⑥のうちから一つ選べ。ただし、クーロンの法則の比例定数を k とする。 $x = \boxed{20}$

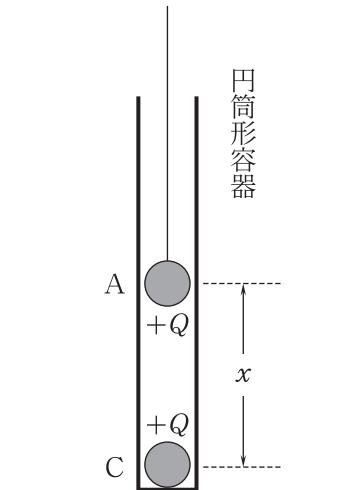


図 2

- | | | |
|-------------------------------------|---------------------------|--------------------------------------|
| ① $\frac{Q}{2} \sqrt{\frac{k}{mg}}$ | ② $Q \sqrt{\frac{k}{mg}}$ | ③ $\frac{3Q}{2} \sqrt{\frac{k}{mg}}$ |
| ④ $\frac{kQ}{2mg}$ | ⑤ $\frac{kQ}{mg}$ | ⑥ $\frac{2kQ}{mg}$ |

B 図3のように、原点をOとするx-y平面内で、電荷 $+3Q$ の正の点電荷Pと、電荷 $-Q$ の負の点電荷Rがx軸上の2点AとBに固定されている。2点A, Bはそれぞれ原点Oから距離 a だけ離れている。クーロンの法則の比例定数を k とし、電位の基準点は無限遠とする。また、重力の影響はないものとする。

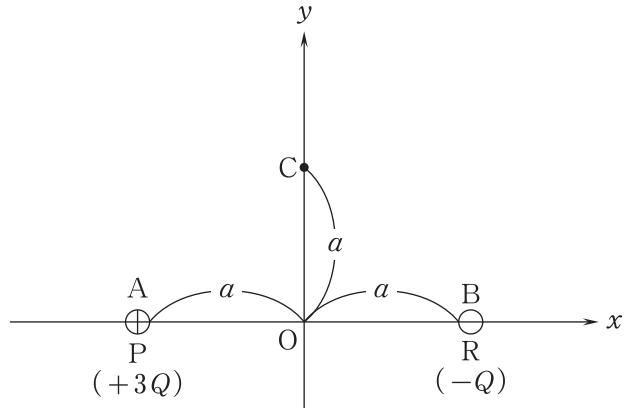


図 3

問4 原点Oから距離 a だけ離れたy軸上の点Cの電位を表す式として正しいものを、次の①~⑥のうちから一つ選べ。 21

- | | | |
|----------------------------|---------------------------|--------------------|
| ① $-\frac{\sqrt{2}kQ}{2a}$ | ② $-\frac{\sqrt{2}kQ}{a}$ | ③ $-\frac{2kQ}{a}$ |
| ④ $\frac{\sqrt{2}kQ}{2a}$ | ⑤ $\frac{\sqrt{2}kQ}{a}$ | ⑥ $\frac{2kQ}{a}$ |

物理

問5 点Bに固定されていた点電荷Rの固定をいったん解いた。その後、点電荷Rを点Bからx軸に沿って無限遠まで運ぶために必要な外力の仕事を表す式として正しいものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 22

① $-\frac{3kQ^2}{a}$

② $-\frac{2kQ^2}{a}$

③ $-\frac{3kQ^2}{2a}$

④ $\frac{3kQ^2}{2a}$

⑤ $\frac{2kQ^2}{a}$

⑥ $\frac{3kQ^2}{a}$

物理

(下書き用紙)

化 学

(解答番号 ~)

必要があれば、原子量は次の値を使うこと。

H 1.0	C 12	N 14	O 16	Na 23
S 32	Cl 35.5	Ar 40		

第1問 次の問い合わせ(問1~6)に答えよ。(配点 28)

問1 次のa・bに当てはまるものを、それぞれの解答群の①~⑥のうちから一つずつ選べ。

a 固体が共有結合の結晶であるもの

- | | | |
|-----------|------|------------|
| ① 塩化ナトリウム | ② 水 | ③ ケイ素 |
| ④ 二酸化炭素 | ⑤ 亜鉛 | ⑥ 酸化アルミニウム |

b 同温・同圧での密度が窒素より小さい気体

- | | | |
|--------|------|---------|
| ① メタン | ② 酸素 | ③ 二酸化硫黄 |
| ④ アルゴン | ⑤ 塩素 | ⑥ 塩化水素 |

問2 次の文章中の空欄(ア・イ)に当てはまる数値および人名の組合せとして最も適当なものを、下の①～⑥のうちから一つ選べ。3

圧力が一定のとき、一定物質量の気体の体積は、温度が1K上昇するごとに、0°Cのときの体積の $\frac{1}{ア}$ 倍ずつ増加する。これをイの法則といふ。

	ア	イ
①	22.4	ボイル
②	22.4	シャルル
③	273	ボイル
④	273	シャルル
⑤	8.3×10^3	ボイル
⑥	8.3×10^3	シャルル

化学

問3 容積を任意に調節できる密閉容器内に、窒素0.10 molと水0.10 molを入れ、容器内の圧力を 1.0×10^5 Pa、温度を110 °Cにした。図1の水の蒸気圧曲線を用いて、下の問い合わせ(a・b)に答えよ。

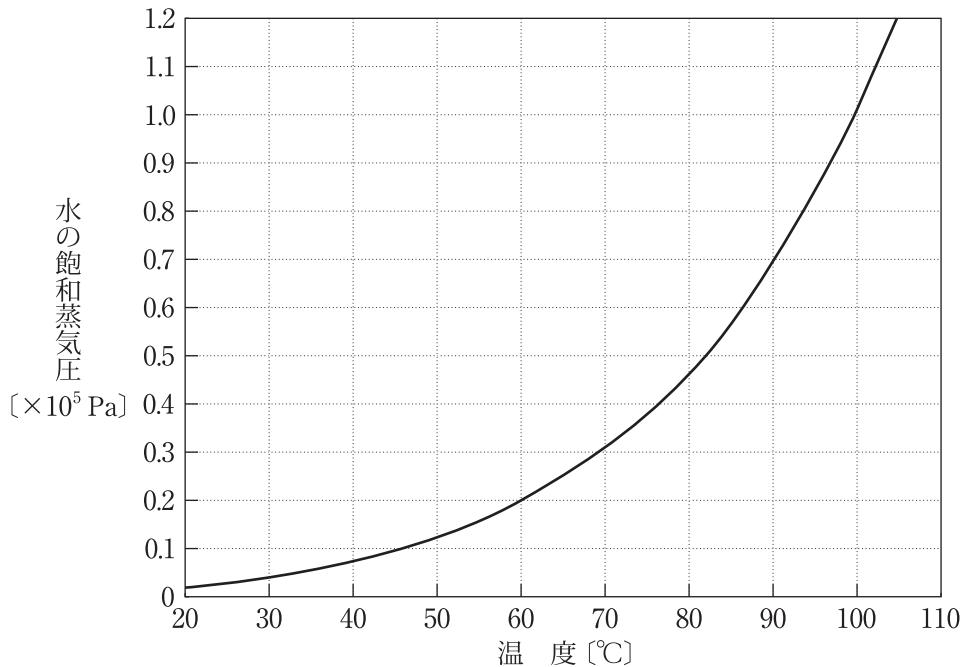


図 1

a 容器内の圧力を 1.0×10^5 Paに保ったまま、容器内の温度を下げていったとき、液体の水が生じ始める温度は何 °C か。最も適当な数値を、次の①～⑤のうちから一つ選べ。4 °C

① 54

② 66

③ 74

④ 82

⑤ 100

b 容器内の圧力を $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ に保ったまま、容器内の温度を 60°C としたとき、容器の容積は何 L になるか。最も適当な数値を、次の①～⑥のうちから一つ選べ。ただし、気体定数は $R = 8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L} / (\text{K} \cdot \text{mol})$ とする。

5 L

- | | | |
|-------|-------|-------|
| ① 2.8 | ② 3.5 | ③ 5.5 |
| ④ 6.9 | ⑤ 14 | |

化学

問4 固体や気体の溶解に関する記述として誤りを含むものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 6

- ① 塩化ナトリウム水溶液中で、ナトリウムイオンは水分子の酸素原子と引き合って水和している。
- ② 無極性分子であるヨウ素は、極性溶媒である水には溶けにくいが、無極性溶媒であるヘキサンにはよく溶ける。
- ③ 硝酸カリウムの溶解度は、温度が上昇すると大きくなる。
- ④ 一定圧力のもとで、一定量の水に溶ける酸素の物質量は、温度が上昇すると減少する。
- ⑤ 一定温度のもとで、一定量の水に溶ける酸素の物質量は、圧力によらず一定である。

問5 次の水溶液A, Bがある。

- A 水1.0 kgに塩化ナトリウム5.85 gを溶かした溶液
- B 水500 gに非電解質X4.5 gを溶かした溶液

水溶液AとBの沸点を測定したところ、Aの沸点は100.104 °C、Bの沸点は100.078 °Cであった。非電解質Xの分子量として最も適当な数値を、次の①～⑥のうちから一つ選べ。ただし、純粋な水の沸点は100 °Cとする。また、塩化ナトリウムは水溶液中で完全に電離しているものとする。 7

- ① 30
- ② 60
- ③ 90
- ④ 120
- ⑤ 150
- ⑥ 180

問6 図2は原子Aの陽イオン(○)と原子Bの陰イオン(●)からできたイオン結晶の単位格子を示している。この単位格子において陽イオン(○)は立方体の各頂点と各面の中心に配列し、1個の陰イオン(●)は4個の陽イオンに囲まれている。この化合物の組成式として最も適当なものを、下の①～⑥のうちから一つ選べ。

8

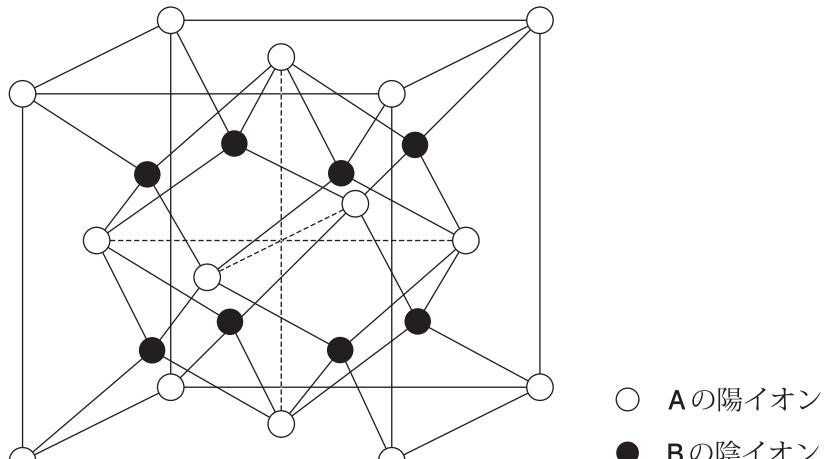


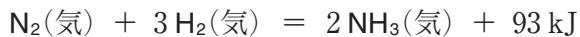
図 2

- | | | |
|------------|------------|----------|
| ① A_3B_2 | ② A_2B | ③ AB |
| ④ AB_2 | ⑤ A_2B_3 | ⑥ AB_3 |

化学

第2問 次の問い合わせ(問1～5)に答えよ。(配点 25)

問1 窒素と水素からアンモニアが生成する反応の熱化学方程式は、次のように表される。



アンモニア分子中の N-H の結合エネルギーは何 kJ/mol か。最も適当な数値を、下の①～⑤のうちから一つ選べ。ただし、必要があれば、次の結合エネルギーの値を用いよ。 9 kJ/mol



- | | | |
|--------|--------|-------|
| ① 360 | ② 391 | ③ 720 |
| ④ 1080 | ⑤ 1173 | |

問2 図1の装置を用いて、ア～エの電解液の電気分解をそれぞれ行った。電極Aから水素、電極Bから酸素が発生した電解液の組合せとして最も適当なものを、下の①～⑥のうちから一つ選べ。 10

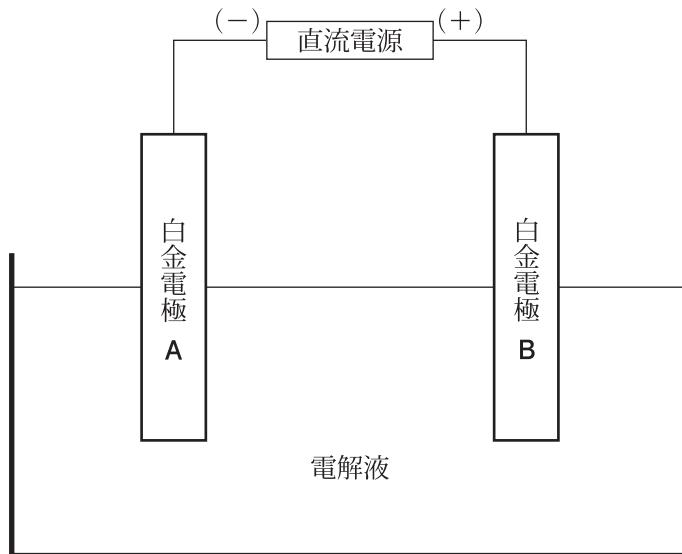


図 1

- ア 1.0 mol/L 水酸化ナトリウム水溶液
 イ 1.0 mol/L 硫酸ナトリウム水溶液
 ウ 1.0 mol/L 塩化カリウム水溶液
 エ 1.0 mol/L 硝酸銀水溶液

- | | | |
|-------|-------|-------|
| ① ア・イ | ② ア・ウ | ③ ア・エ |
| ④ イ・ウ | ⑤ イ・エ | ⑥ ウ・エ |

化学

問3 燃料電池に関する次の文章を読み、下の問い合わせ(a・b)に答えよ。

図2は、リン酸水溶液を電解液に用い、多孔質電極の片側に水素を供給し、もう一方に酸素を供給して、化学エネルギーを電気エネルギーとして取り出す燃料電池の模式図であり、電池全体の反応は次の化学反応式で表される。

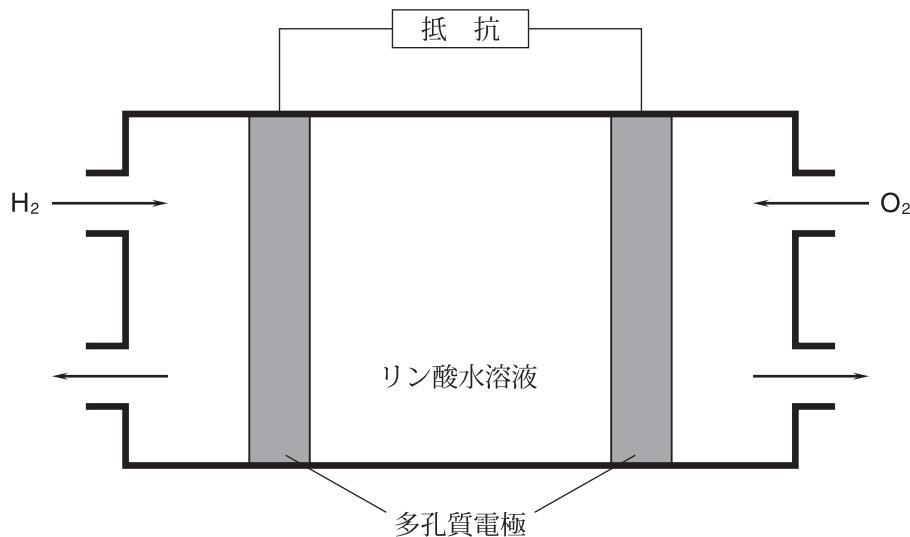
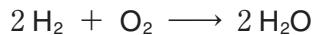


図 2

- a 次の文章中の空欄(ア・イ)に当てはまる物質および電子を含むイオン反応式の組合せとして最も適当なものを、下の①～⑧のうちから一つ選べ。11

この電池を放電させると、アが酸化される。また、正極における反応はイで表される。

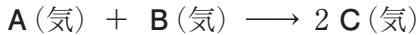
	ア	イ
①	水 素	$\text{H}_2 \longrightarrow 2\text{H}^+ + 2\text{e}^-$
②	水 素	$\text{H}_2 + 2\text{OH}^- \longrightarrow 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^-$
③	水 素	$\text{O}_2 + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^- \longrightarrow 2\text{H}_2\text{O}$
④	水 素	$\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 4\text{e}^- \longrightarrow 4\text{OH}^-$
⑤	酸 素	$\text{H}_2 \longrightarrow 2\text{H}^+ + 2\text{e}^-$
⑥	酸 素	$\text{H}_2 + 2\text{OH}^- \longrightarrow 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^-$
⑦	酸 素	$\text{O}_2 + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^- \longrightarrow 2\text{H}_2\text{O}$
⑧	酸 素	$\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 4\text{e}^- \longrightarrow 4\text{OH}^-$

- b この電池を一定時間放電させたところ、水素が 0.10 mol 消費された。流れた電気量は何 C(クーロン)か。最も適当な数値を、次の①～⑥のうちから一つ選べ。ただし、ファラデー定数は $9.65 \times 10^4\text{ C/mol}$ とする。12 C

- | | | |
|----------------------|----------------------|----------------------|
| ① 1.93×10^3 | ② 3.86×10^3 | ③ 9.65×10^3 |
| ④ 1.93×10^4 | ⑤ 3.86×10^4 | ⑥ 9.65×10^4 |

化学

問4 次の化学反応式で表される気体分子**A**と気体分子**B**が衝突して気体分子**C**が生成する反応がある。

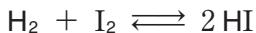


ピストンの付いた密閉容器のピストンを固定し、**A**と**B**を封入して反応させる実験を行う。反応開始直後の反応速度に関する記述として誤りを含むものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。ただし、反応速度 v_A は単位時間当たりに反応する**A**の物質量、また、反応速度 v_C は単位時間当たりに生成する**C**の物質量を表すものとする。

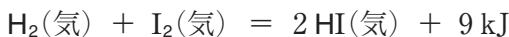
13

- ① 封入する**A**の物質量を増やすと、 v_A は大きくなる。
- ② 触媒を用いると、 v_A は大きくなる。
- ③ v_A と v_C の比は、 $v_A : v_C = 2 : 1$ である。
- ④ 容器の容積を小さくすると、 v_C は大きくなる。
- ⑤ 温度を高くすると、 v_C は大きくなる。

問5 容積 V [L]の密閉容器内で、温度を T [K]に保って、水素 4.0 mol とヨウ素 4.0 mol からなる混合気体を反応させたところ、6.0 mol のヨウ化水素が生成して平衡状態に達した。この反応は次の化学反応式で表される。



また、この反応の熱化学方程式は次のように表される。



この反応に関する次の問い合わせ(a・b)に答えよ。

a この反応の T [K]における平衡定数の値として最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。14

- | | | |
|-------|-------|-------|
| ① 1.0 | ② 2.0 | ③ 4.0 |
| ④ 9.0 | ⑤ 25 | ⑥ 36 |

b 水素 4.0 mol とヨウ素 4.0 mol を用いて、次の条件ア～ウのもとで、それぞれ平衡状態に達するまで放置した。平衡状態で生成しているヨウ化水素の物質量が 6.0 mol になる条件はどれか。正しく選択しているものを、下の①～⑥のうちから一つ選べ。15

- ア 容積 $2V$ [L]の密閉容器に封入し、温度を T [K]に保つ。
- イ 容積 V [L]の密閉容器に封入し、 T [K]より高い温度に保つ。
- ウ 容積 V [L]の密閉容器に封入し、触媒を加え、温度を T [K]に保つ。

- | | | |
|-------|-------|-------|
| ① ア | ② イ | ③ ウ |
| ④ ア・イ | ⑤ ア・ウ | ⑥ イ・ウ |

化学

第3問 次の問い合わせ(問1～7)に答えよ。(配点 25)

問1 ハロゲンの単体および化合物に関する記述として誤りを含むものを、次の①

～⑤のうちから一つ選べ。 16

- ① フッ素は、水と激しく反応して酸素を発生する。
- ② 常温・常圧で、塩素は気体、臭素は液体である。
- ③ ハロゲン化水素の沸点は、 $\text{HF} < \text{HCl} < \text{HBr} < \text{HI}$ の順に高くなる。
- ④ ヨウ化カリウムの水溶液に塩素を通じると、水溶液は褐色になる。
- ⑤ ヨウ化銀は、水に溶けにくい。

問2 酸化物に関する記述として誤りを含むものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 17

- ① 二酸化ケイ素を炭素を用いて還元すると、ケイ素の単体が得られる。
- ② 酸化銅(II)は、銅を空气中で加熱すると得られる。
- ③ 酸化カルシウムは、水と反応して発熱する。
- ④ 二酸化炭素は、ギ酸に濃硫酸を加えて加熱すると発生する。
- ⑤ 一酸化窒素は、空气中で酸化されて赤褐色の二酸化窒素になる。

問3 硫化水素に関する記述として誤りを含むものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 18

- ① 無色、腐卵臭の気体である。
- ② 水に溶け、弱い酸性を示す。
- ③ 酢酸鉛(II)の水溶液に硫化水素を通じると、黒色沈殿が生じる。
- ④ 亜硫酸ナトリウムに希硫酸を加えると発生する。
- ⑤ 硫化水素の水溶液に二酸化硫黄を通じると、水溶液は白濁する。

問4 水素が発生しない操作を、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 19

- ① 鉄に希硫酸を加える。
- ② アルミニウムに濃い水酸化ナトリウム水溶液を加える。
- ③ カルシウムに水を加える。
- ④ 触媒の存在下でメタンと水蒸気を反応させる。
- ⑤ 炭酸水素ナトリウムを加熱する。

化学

問5 次の文章中の空欄(ア～ウ)に当てはまる色および物質の組合せとして最も適当なものを、下の①～⑧のうちから一つ選べ。 20

硫酸鉄(II)七水和物を水に溶かすと、水溶液はア色になる。これに希硝酸を加えると、水溶液はイ色に変化する。この水溶液にウの水溶液を加えると、濃青色の沈殿が生じる。

	ア	イ	ウ
①	黄褐色	淡緑	KSCN
②	黄褐色	淡緑	$\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$
③	黄褐色	血赤	KSCN
④	黄褐色	血赤	$\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$
⑤	淡緑	血赤	KSCN
⑥	淡緑	血赤	$\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$
⑦	淡緑	黄褐色	KSCN
⑧	淡緑	黄褐色	$\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$

問6 金属イオンの沈殿反応に関する記述として誤りを含むものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 21

- ① バリウムイオンを含む水溶液にクロム酸カリウム水溶液を加えると、黄色の沈殿が生じる。
- ② 鉛(II)イオンを含む水溶液に塩酸を加えると、白色の沈殿が生じる。
- ③ 銅(II)イオンを含む水溶液に水酸化ナトリウム水溶液を加えると、黒色の沈殿が生じる。
- ④ 銀イオンを含む水溶液に水酸化ナトリウム水溶液を加えると、褐色の沈殿が生じる。
- ⑤ カルシウムイオンを含む水溶液に炭酸ナトリウム水溶液を加えると、白色の沈殿が生じる。

問7 ある金属Mの酸化物 M_2O_3 を完全に塩化物にしたところ、質量が2.62倍に増加した。Mの原子量として最も適当な数値を、次の①～⑤のうちから一つ選べ。ただし、Mは金属元素の元素記号を表し、酸化物と塩化物におけるMの酸化数は等しいものとする。 22

- ① 24
- ② 27
- ③ 39
- ④ 56
- ⑤ 64

化学

第4問 次の問い合わせ(問1～6)に答えよ。(配点 22)

問1 鎮式炭化水素に関する記述として誤りを含むものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 23

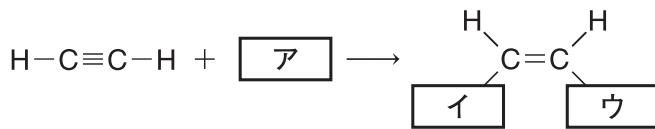
- ① メタン分子中の原子間の結合は、すべて単結合である。
- ② ブタンの沸点は、プロパンの沸点よりも低い。
- ③ エチレン(エテン)は、エタノールに濃硫酸を加えて 160 ℃ に加熱すると得られる。
- ④ プロペンを臭素水に通じると、水溶液の赤褐色が消える。
- ⑤ プロピン(メチルアセチレン)分子中の炭素原子は、すべて同一直線上にある。

問2 分子式 C_4H_8 で示され、分子中に二重結合をもつ異性体の数として正しいものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 24

- ① 2
- ② 3
- ③ 4
- ④ 5
- ⑤ 6

問3 アセチレンから酢酸ビニルを合成する反応を表す次の化学反応式の空欄

(**ア** ~ **ウ**)に当てはまる反応物および生成物の部分構造の組合せとして最も適当なものを、下の①~⑥のうちから一つ選べ。 **25**



	ア	イ	ウ
①	$\text{H}-\text{O}-\underset{\text{O}}{\text{C}}-\text{CH}_3$	$\text{H}-$	$-\text{O}-\underset{\text{O}}{\text{C}}-\text{CH}_3$
②	$\text{H}-\text{O}-\underset{\text{O}}{\text{C}}-\text{CH}_3$	$\text{HO}-$	$-\underset{\text{O}}{\text{C}}-\text{CH}_3$
③	$\text{H}-\text{O}-\underset{\text{O}}{\text{C}}-\text{CH}_3$	$\text{HO}-\underset{\text{O}}{\text{C}}-$	$-\text{CH}_3$
④	$\text{H}-\underset{\text{O}}{\text{C}}-\text{O}-\text{CH}_3$	$\text{H}-$	$-\underset{\text{O}}{\text{C}}-\text{O}-\text{CH}_3$
⑤	$\text{H}-\underset{\text{O}}{\text{C}}-\text{O}-\text{CH}_3$	$\text{H}-\underset{\text{O}}{\text{C}}-$	$-\text{O}-\text{CH}_3$
⑥	$\text{H}-\underset{\text{O}}{\text{C}}-\text{O}-\text{CH}_3$	$\text{H}-\underset{\text{O}}{\text{C}}-\text{O}-$	$-\text{CH}_3$

化学

問4 アセトアルデヒドに関する記述として誤りを含むものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 26

- ① 水溶液は中性を示す。
- ② エタノールに硫酸酸性の二クロム酸カリウム水溶液を加えて加熱すると、得られる。
- ③ アンモニア性硝酸銀水溶液を加えて温めると、銀が析出する。
- ④ フェーリング液を加えて加熱すると、酸化銅(II)の黒色沈殿が生じる。
- ⑤ ヨウ素と水酸化ナトリウム水溶液を加えて温めると、ヨードホルムの黄色沈殿が生じる。

問5 カルボン酸に関する記述として誤りを含むものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 27

- ① 醋酸にエタノールと濃硫酸を加えて加熱すると、酢酸エチルが生成する。
- ② 醋酸を炭酸水素ナトリウム水溶液に加えると、二酸化炭素が発生する。
- ③ シュウ酸は、2価のカルボン酸である。
- ④ 乳酸は不斉炭素原子をもち、光学異性体が存在する。
- ⑤ フマル酸を160°Cに加熱すると、分子内で脱水反応が起こり酸無水物が生じる。

問6 化合物Aは分子式が $C_nH_{2n+2}O$ で表されるアルコールである。Aにナトリウムを加えると、3.7 gのAから標準状態で0.56 Lの水素が発生した。1.0 molのAを完全燃焼するときに消費される酸素の物質量は何molか。最も適当な数値を、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 28 mol

① 6.0

② 7.5

③ 9.0

④ 14

⑤ 19

生 物

(解答番号 1 ~ 31)

第1問 生命現象とタンパク質に関する次の文章(A・B)を読み、下の問い合わせ(問1～5)に答えよ。(配点 20)

A タンパク質は、生物体の主要な構成成分の一つであり、多くのタンパク質は、100～400個のアミノ酸からなる。タンパク質を構成するアミノ酸は ア 種類あり、アミノ酸は、1個の炭素原子にアミノ基、イ 基、ウ 原子、および側鎖が結合したものである。タンパク質はそれぞれ固有の立体構造をもち、はたらきも多様である。例えば、化学反応の促進、生体防御、体内環境の恒常性の維持、細胞接着などにはたらくものが知られている。

問1 上の文章中の ア ~ ウ に入る数値および語の組合せとして最も適当なものを、次の①～⑧のうちから一つ選べ。1

	ア	イ	ウ
①	20	メチル	水 素
②	20	メチル	酸 素
③	20	カルボキシ(カルボキシル)	水 素
④	20	カルボキシ	酸 素
⑤	64	メチル	水 素
⑥	64	メチル	酸 素
⑦	64	カルボキシ	水 素
⑧	64	カルボキシ	酸 素

問2 タンパク質の構造に関する記述として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 2

- ① 隣接するアミノ酸どうしは S-S 結合により鎖状につながっており、どのアミノ酸がどのような順序で配列しているかを、一次構造という。
- ② ポリペプチド鎖の一部が、離れたアミノ酸間の水素結合により、ジグザグに折れ曲がったシート状またはらせん状になった構造を、二次構造という。
- ③ どのような二次構造がポリペプチド鎖のどこに何力所あるかを、三次構造という。
- ④ 1本のポリペプチド鎖が折りたたまれた分子全体の立体構造を、四次構造という。

問3 下線部工および下線部オに関して、それぞれにはたらくタンパク質の例の組合せとして最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 3

	工	オ
①	免疫グロブリン	カドヘリン
②	免疫グロブリン	ヒストン
③	ヘモグロビン	カドヘリン
④	ヘモグロビン	ヒストン

生物

B 生体膜を介した物質輸送には、力ポンプやチャネル、担体などのタンパク質がはたらいており、細胞質から核内への物質輸送にもタンパク質がはたらいている。マウスの細胞の細胞質で合成されるタンパク質Nは、細胞質から、核膜を介して核内へと輸送される。タンパク質Nの輸送にカルシウムイオンとATPが必要かどうかを調べるため、次の実験1～3を行った。なお、培養した細胞全体の体積は、培養液の体積に比べて無視できるほど小さいものとする。また、細胞の培養は37℃の温度条件下で行った。

実験1 細胞質基質と同じカルシウムイオン濃度の培養液とカルシウムイオンを含まない培養液でそれぞれ細胞を培養し、細胞内におけるタンパク質Nの分布を観察した。その結果、どちらの培養液で培養した場合もタンパク質Nは核内に局在していた。

実験2 物質Pは、細胞膜におけるカルシウムイオンの透過性を高める物質である。物質Pを含み、細胞質基質と同じカルシウムイオン濃度の培養液で細胞を培養したところ、タンパク質Nは核内に局在していた。しかし、物質Pは含むがカルシウムイオンを含まない培養液で細胞を培養したところ、タンパク質Nは核膜に局在していた。

実験3 細胞質基質に十分な量のATP分解酵素を注入した細胞を、細胞質基質と同じカルシウムイオン濃度の培養液で培養したところ、タンパク質Nは核膜に局在していた。

問4 下線部力に関して、マウスの神経細胞でみられるナトリウムイオンの輸送に関する記述として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

4

- ① ナトリウムポンプは、細胞外のナトリウムイオンを、濃度勾配にしたがって細胞内に輸送する。
- ② ナトリウムポンプは、細胞外のナトリウムイオンを、ATP のエネルギーを用いて細胞内に輸送する。
- ③ ナトリウムチャネルは、細胞外のナトリウムイオンを、濃度勾配にしたがって細胞内に輸送する。
- ④ ナトリウムチャネルは、細胞外のナトリウムイオンを、ATP のエネルギーを用いて細胞内に輸送する。

問5 実験1～3の結果から推察される、タンパク質Nの細胞質から核膜までの輸送、および、核膜から核内への輸送における、カルシウムイオンとATPの必要性に関する記述として最も適当なものを、次の①～④のうちからそれぞれ一つずつ選べ。

細胞質から核膜までの輸送 5 · 核膜から核内への輸送 6

- ① カルシウムイオンも、ATPのエネルギーも、ともに必要とする。
- ② カルシウムイオンを必要とし、ATPのエネルギーを必要としない。
- ③ カルシウムイオンを必要とせず、ATPのエネルギーを必要とする。
- ④ カルシウムイオンも、ATPのエネルギーも、ともに必要としない。

生物

第2問 酵素に関する次の文章(A・B)を読み、下の問い合わせ(問1～6)に答えよ。

(配点 20)

A 生物体内では様々な化学反応が起こっているが、その反応は細胞内でつくられる酵素のはたらきによって進められる。例えば、アは、代謝の過程で生じる有害な過酸化水素を水とイに分解する反応を促進する酵素である。酵素は主にタンパク質からなり、そのはたらきは温度やpHの影響を受ける。また、酵素には、その作用を現すためにウ補酵素を必要とするものもある。

問1 上の文章中のア・イに入る語の組合せとして最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。7

	ア	イ
①	カタラーゼ	水 素
②	カタラーゼ	酸 素
③	アミラーゼ	水 素
④	アミラーゼ	酸 素

問2 酵素に関する記述として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

8

- ① 酵素は化学反応の活性化エネルギーを上昇させることで、特定の反応を促進する。
- ② 酵素には基質特異性があり、特定の基質にのみ作用する。
- ③ 一般に、高温の条件下では酵素の活性は失われるが、その酵素を常温の条件下に戻すと活性が回復する。
- ④ 酸性の条件において活性をもつ酵素はあるが、アルカリ性の条件において活性をもつ酵素はない。

問3 下線部ウに関する記述として誤っているものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 9

- ① 補酵素は酵素のタンパク質部分と弱く結合しており、半透膜などを用いて分離できる場合が多い。
- ② ビタミン類は補酵素の成分となることがある。
- ③ 補酵素は酵素のタンパク質部分に比べて熱に強い。
- ④ NAD^+ は ATP 合成酵素の補酵素としてはたらく。

生物

B 温度や pH などの条件が適当で酵素濃度が一定のとき、酵素反応の速度は基質濃度の変化に対して図 1 のように変化する。反応速度は基質濃度の上昇とともに大きくなるが、ある基質濃度以上になると反応速度は一定になる。また、反応速度は、基質や酵素以外の物質を加えることで小さくなる場合があり、このような作用を示す物質を阻害物質という。阻害物質による酵素反応の阻害のうち、阻害物質が酵素に可逆的に結合して阻害するものとして、競争的阻害や非競争的阻害がある。

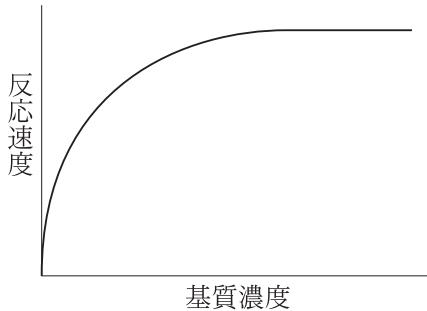


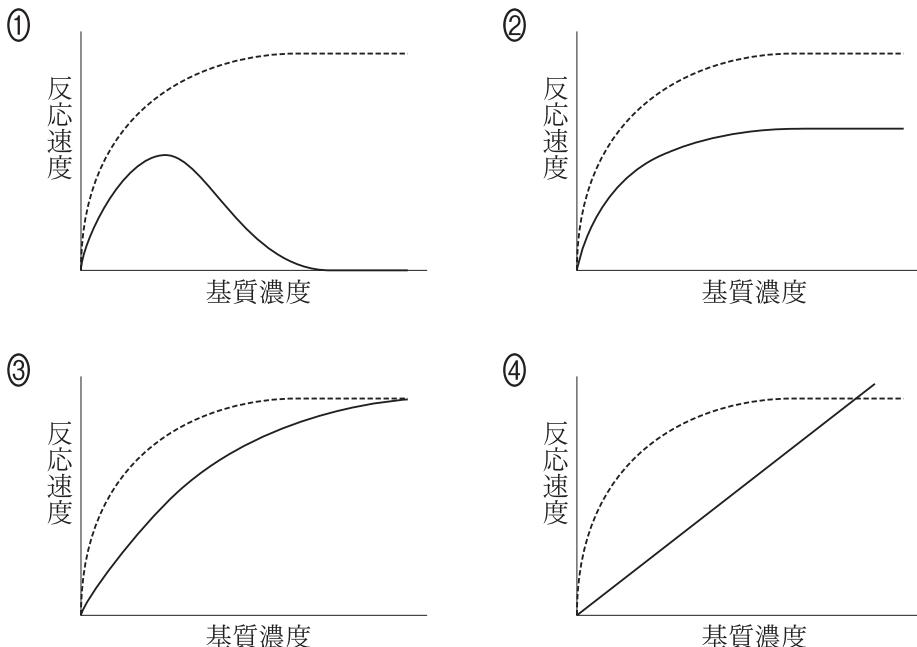
図 1

問 4 下線部工に関して、反応速度が一定になる理由として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 10

- ① 反応が進み、基質が消費されるため。
- ② 反応が進み、酵素の活性が低下するため。
- ③ すべての酵素が、常に基質と結合している状態になるため。
- ④ すべての基質が、常に酵素と結合している状態になるため。

問5 下線部才に関して、阻害物質Xはある酵素と基質との反応を競争的に阻害する。一定濃度の阻害物質Xを加えた場合における、基質濃度と反応速度の関係を示すグラフとして最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。ただし、酵素濃度、反応温度、反応液のpHは、阻害物質Xを加えない場合と同じであり、破線は阻害物質Xを加えないときの反応速度の変化を示すものとする。

11



生物

問6 下線部力に関して、次の表1は、ある酵素を非競争的に阻害する阻害物質Yを一定濃度加えた場合と加えない場合において、それぞれの酵素反応の速度を測定したものである。この結果について説明した下の文章中のキ・クに入る語句の組合せとして最も適当なものを、下の①～⑥のうちから一つ選べ。

12

表 1

基質濃度(相対値)		1	2	3	4	6
反応速度 (相対値)	阻害物質Yなし	18	27	31	33	37
	阻害物質Yあり	12	18	21	22	25

阻害物質Yによる阻害では競争的阻害とは異なり、酵素のキに阻害物質Yが結合する。一定濃度の阻害物質Yを加えた場合の阻害率を次のように表した場合、表1より、阻害率は基質濃度がク。

$$\text{阻害率}(\%) = \frac{Z - W}{Z} \times 100$$

W : 阻害物質Yを加えた場合の反応速度
Z : 阻害物質Yを加えない場合の反応速度

	キ	ク
①	活性部位	高くなるほど小さくなる
②	活性部位	高くなるほど大きくなる
③	活性部位	高くなつてもほとんど変化しない
④	活性部位以外	高くなるほど小さくなる
⑤	活性部位以外	高くなるほど大きくなる
⑥	活性部位以外	高くなつてもほとんど変化しない

生物

(下書き用紙)

生物の試験問題は次に続く。

生物

第3問 DNAに関する次の文章(A・B)を読み、下の問い合わせ(問1～6)に答えよ。 (配点 20)

A 生物は、アDNAを正確に複製するしくみをもっているので、遺伝情報を正確に子孫に伝えることができる。DNAの複製のしくみを利用して、短時間でDNAの特定の領域を大量に増幅する方法をPCR法(ポリメラーゼ連鎖反応法)とよぶ。PCR法では、増幅したい領域を含むDNA断片、イ2種類のプライマー、4種類のヌクレオチド、DNAポリメラーゼなど、反応に必要な成分を混合した溶液を用意する。まず、この混合液を約ウ°Cにして2本鎖DNAを1本鎖に解離させる。次に、約エ°Cに変化させて1本鎖DNAにプライマーを結合させる。続いて、約オ°Cに変化させてDNAのヌクレオチド鎖を伸長させる。以上の過程を1サイクルとして繰り返すことでDNAを増幅する。

問1 下線部アに関する記述として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。13

- ① アデニンとシトシン、グアニンとチミンが相補的に結合することで、もとのDNAと同じ塩基配列をもつ2本鎖DNAが合成される。
- ② DNAの複製の過程では、もとの2本鎖DNAのほかに、2本とも新しく合成されたヌクレオチド鎖からなる2本鎖DNAが生じる。
- ③ 岡崎フラグメントは、ラギング鎖ではみられないが、リーディング鎖ではみられる。
- ④ 岡崎フラグメントは、DNAリガーゼによって、すでに合成されたDNA鎖と連結される。

問2 下線部イに関して、図1に示したDNA断片の増幅したい領域を増幅するためには、I～IVのどの部分と相補的な塩基配列をもつプライマーを用いればよいか。最も適当なものを、下の①～⑥のうちから一つ選べ。 14

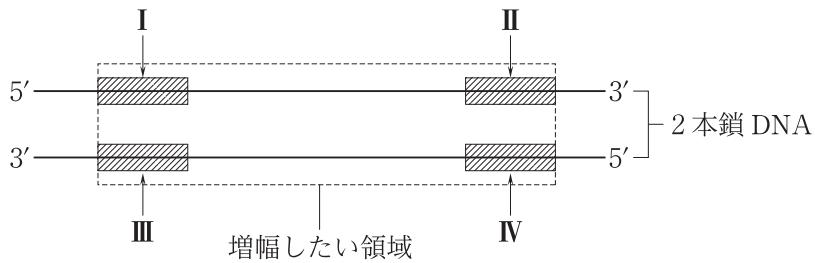


図 1

- | | | |
|------------|-----------|------------|
| ① I と II | ② I と III | ③ I と IV |
| ④ II と III | ⑤ II と IV | ⑥ III と IV |

問3 上の文章中のウ～オに入る数値の組合せとして最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 15

ウ	エ	オ	ウ	エ	オ
① 55	72	95	② 55	95	72
③ 72	55	95	④ 72	95	55
⑤ 95	55	72	⑥ 95	72	55

問4 PCR法で一連の温度変化のサイクルを20回繰り返した場合、2本鎖DNAは何倍に増幅されるか。最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

16 倍

- | | | | |
|------|-------------------|----------|------------|
| ① 20 | ② 2×10^2 | ③ 20^2 | ④ 2^{20} |
|------|-------------------|----------|------------|

生物

B 生物のDNAには、CACACA……のように、CとAの2塩基を単位とする反復配列が多数存在しており、これをCAリピートとよぶ。CAリピートが存在する染色体上の位置は生物種によって決まっており、CAリピートの反復回数は同じ染色体の同じ位置にあるものでも多様性がある。ある特定のCAリピートに着目すると、子は親と同じ反復回数のCAリピートを受け継ぐので、CAリピートは親子関係の推定に用いることができる。この場合、CAリピートを含む部分のDNAをPCR法を用いて增幅し、そのDNAを電気泳動法を用いて分析する。試料(DNA断片)を含む寒天ゲルに一定時間電流を流すと、DNAは負に帯電しているので、一方の電極の方向に移動する。その移動距離がDNA断片の長さによって異なることを利用して、CAリピートの回数を推定する。

また、ミトコンドリアのDNAにも塩基配列に多様性がある。子は母親からのみミトコンドリアを受け継ぐので、ミトコンドリアのDNAの塩基配列の分析も親子関係の推定に用いられる。

あるほ乳類の群れにいた幼個体Jの両親を調べるため、次の**実験1・実験2**を行った。

実験1 この群れの雌の成体(雌a～d)，雄の成体(雄e～h)，および，幼個体Jについて、核のDNAのうち、特定のCAリピートを含む部分を増幅して電気泳動したところ、図2の結果が得られた。図2の横線は検出されたDNA断片を示している。

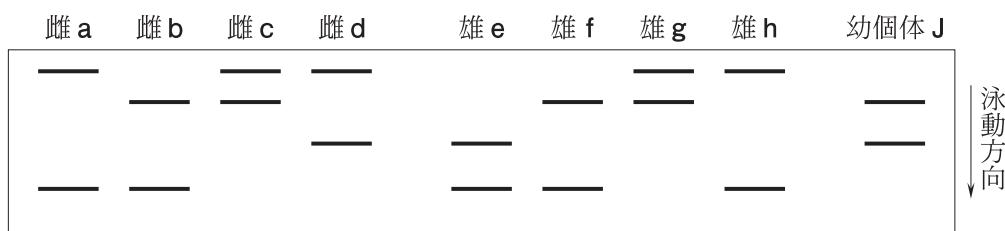


図 2

実験 2 雌 a ~ d と幼個体 J について、ミトコンドリアの DNA を調べたところ、塩基配列の違いによる D1~D3 の三つの型があることがわかった。雌 a ~ d と幼個体 J のミトコンドリアの DNA の型を表 1 に示した。

表 1

個体	雌 a	雌 b	雌 c	雌 d	幼個体 J
DNA の型	D1	D1	D2	D3	D1

問 5 下線部力について、電気泳動を行ったときの DNA の移動に関する記述として最も適当なものを、次の①~④のうちから一つ選べ。 17

- ① +極側から一極側に向かって移動し、ヌクレオチド数が多いものほど移動速度が大きい。
- ② +極側から一極側に向かって移動し、ヌクレオチド数が多いものほど移動速度が小さい。
- ③ 一極側から+極側に向かって移動し、ヌクレオチド数が多いものほど移動速度が大きい。
- ④ 一極側から+極側に向かって移動し、ヌクレオチド数が多いものほど移動速度が小さい。

問 6 実験 1・実験 2 の結果から推定される、幼個体 J の雌親と雄親として最も適当なものを、次の①~⑧のうちからそれぞれ一つずつ選べ。

雌親 18 ・ 雄親 19

- | | | | |
|-------|-------|-------|-------|
| ① 雌 a | ② 雌 b | ③ 雌 c | ④ 雌 d |
| ⑤ 雄 e | ⑥ 雄 f | ⑦ 雄 g | ⑧ 雄 h |

生物

第4問 動物の配偶子形成に関する次の文章(A・B)を読み、下の問い合わせ(問1～4)に答えよ。(配点 20)

A 動物では、発生初期に始原生殖細胞が生じ、やがて生殖巣の原基に移動する。生殖巣では、始原生殖細胞から生じた精原細胞や卵原細胞が体細胞分裂を繰り返して増殖する。その後、精巣では、精原細胞は一次精母細胞となり、一次精母細胞が減数分裂を行い、二次精母細胞を経て精細胞が生じる。精細胞は変態して精子となる。卵巢では、卵原細胞は一次卵母細胞となり、一次卵母細胞が減数分裂を行い、二次卵母細胞を経て卵が生じる。

減数分裂では、アに相同染色体のイが起こり、相同染色体はそれぞれ娘細胞に分配される。体細胞の染色体数が8本であるキイロショウジョウバエの場合、染色体間で乗換えが生じなければ、1個体から生じる配偶子における染色体の組合せにはウ通りの可能性がある。減数分裂で生じた精子と卵は受精し、受精卵が生じる。

問1 上の文章中のア～ウに入る語および数値の組合せとして最も適当なものを、次の①～⑧のうちから一つ選べ。 20

	ア	イ	ウ
①	第一分裂前期	複 製	8
②	第一分裂前期	複 製	16
③	第一分裂前期	対 合	8
④	第一分裂前期	対 合	16
⑤	第一分裂中期	複 製	8
⑥	第一分裂中期	複 製	16
⑦	第一分裂中期	対 合	8
⑧	第一分裂中期	対 合	16

問2 体細胞の染色体数を $2n$ としたとき、始原生殖細胞、二次精母細胞、精細胞の染色体数の組合せとして最も適当なものを、次の①～⑧のうちから一つ選べ。

21

	始原生殖細胞	二次精母細胞	精細胞
①	$4n$	$4n$	n
②	$4n$	$2n$	n
③	$4n$	n	n
④	$2n$	$4n$	$2n$
⑤	$2n$	$2n$	$2n$
⑥	$2n$	$2n$	n
⑦	$2n$	n	n
⑧	n	n	n

問3 精子と卵の形成過程に関する記述として誤っているものを、次の①～⑧のうちから二つ選べ。ただし、解答の順序は問わない。22・23

- ① 1個の精子の核に含まれるDNAの量は、第一分裂中期にある1個の一次精母細胞のすべての染色体に含まれるDNAの量の50%である。
- ② 精子の頭部には核と先体が含まれる。
- ③ 精子の中片部に存在するミトコンドリアでつくられるATPは、精子のペん毛を動かすために用いられる。
- ④ 精子の尾部のペん毛には微小管が規則正しく並んでいる。
- ⑤ 卵原細胞は不等分裂を行って細胞数を増加させる。
- ⑥ 第一極体は二次卵母細胞と比べて著しく小さい。
- ⑦ 第一極体と第二極体は、動物極側に形成される。
- ⑧ 第二極体は二次卵母細胞から放出される。

生物

B アフリカツメガエルの一次卵母細胞は、図1のように、卵形成の過程でろ胞細胞に囲まれるようになる。一次卵母細胞の卵核胞は一般的な体細胞の核に相当し、卵核胞の変化から卵成熟(減数分裂が進行すること)が起こったかどうかを判断することができる。卵成熟が起こるしくみを調べるために、下の実験1～3を行った。

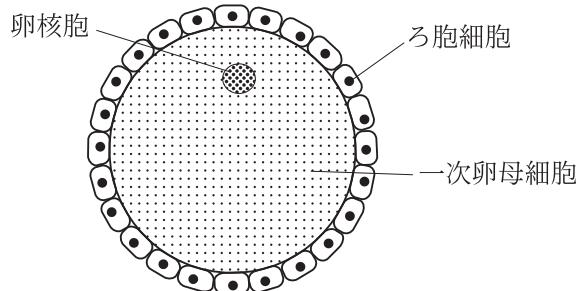


図 1

実験 1 ろ胞細胞に囲まれた一次卵母細胞と、ろ胞細胞を取り除いた一次卵母細胞をそれぞれ複数用意した。これらをリンガー液中、または、脳下垂体ホルモンを加えたリンガー液中で培養したところ、リンガー液中で培養した場合には、いずれの一次卵母細胞でも卵成熟は起こらなかった。一方、脳下垂体ホルモンを加えたリンガー液中で培養した場合には、ろ胞細胞に囲まれた一次卵母細胞の卵成熟は起こったが、ろ胞細胞を取り除いた一次卵母細胞の卵成熟は起こらなかった。

実験 2 ろ胞細胞を取り除いた一次卵母細胞と取り除いたろ胞細胞を脳下垂体ホルモンを加えたリンガー液中でいっしょに培養したところ、卵成熟が起こった。また、このリンガー液中からは物質Pが検出された。ろ胞細胞を取り除いた一次卵母細胞を脳下垂体ホルモンを加えたリンガー液中で培養したところ、物質Pは検出されなかった。

実験 3 物質 P は、微小な寒天片(細胞より大きく細胞膜を透過できない)の表面に吸着させることができる。この場合、一度寒天片に吸着した物質 P は寒天片から離れる事はない。**実験 1** と同様に、ろ胞細胞に囲まれた一次卵母細胞と、ろ胞細胞を取り除いた一次卵母細胞をそれぞれ複数用意し、物質 P が吸着していない寒天片を加えたリンガー液(溶液 I)，物質 P を加えたリンガー液(溶液 II)，物質 P が吸着した寒天片を加えたリンガー液(溶液 III)に入れて培養し、卵成熟が起こった一次卵母細胞の割合(%)を調べたところ、表 1 の結果が得られた。

表 1

	溶液 I	溶液 II	溶液 III
ろ胞細胞に囲まれた一次卵母細胞	0 %	86 %	0 %
ろ胞細胞を取り除いた一次卵母細胞	0 %	100 %	97 %

問 4 実験 1～3 から推察できることとして適当なものを、次の①～⑧のうちから二つ選べ。ただし、解答の順序は問わない。 24 · 25

- ① 脳下垂体ホルモンはろ胞細胞に作用し、物質 P の分泌を促進する。
- ② 脳下垂体ホルモンは一次卵母細胞に作用し、物質 P の分泌を促進する。
- ③ 脳下垂体ホルモンは一次卵母細胞に作用し、卵成熟を促進する。
- ④ 脳下垂体ホルモンは一次卵母細胞に作用し、卵成熟を抑制する。
- ⑤ 物質 P はろ胞細胞の層を通過できない。
- ⑥ 物質 P はろ胞細胞の細胞表面の受容体に作用し、卵成熟を促進する物質を分泌させる。
- ⑦ 物質 P は一次卵母細胞の細胞表面の受容体に作用し、卵成熟を促進する。
- ⑧ 物質 P は一次卵母細胞の細胞内の受容体に作用し、卵成熟を促進する。

生物

第5問 植物の器官とその分化に関する次の文章を読み、下の問い合わせ(問1～6)に答えよ。(配点 20)

被子植物の器官には、ア根、茎、葉、花などがある。花を真上からみると、外側から内側に向かって、同心円状にがく、花弁、おしべ、めしべが順に並んでいる。イシロイスナズナの研究から、これらの順序は、花の各構造がどの位置に形成されるかを決定するウ遺伝子である3種類の遺伝子(遺伝子A、遺伝子B、遺伝子C)のはたらきにより決定されると考えられており、これらの遺伝子により花が形成されるしくみはエABCモデルとして知られている。

ABCモデルでは、花が形成される領域は外側から内側にかけて領域1～4に分かれしており、領域1と2で遺伝子A、領域2と3で遺伝子B、領域3と4で遺伝子Cがそれぞれ発現し、各領域で発現した遺伝子の組合せによってどの構造ができるかが決まると説明されている。

問1 下線部アについて、双子葉植物の根、茎、葉に関する記述として誤っているものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 26

- ① 根は、土壤中の水や無機塩類を吸収する。
- ② 根は、茎と異なり細胞分裂を行う組織をもたない。
- ③ 茎は、根と葉の間の物質の連絡通路となる。
- ④ 茎は、伸長成長と肥大成長を行う。
- ⑤ 葉は、炭水化物やアミノ酸などの有機物を合成する。
- ⑥ 葉は、蒸散によって水分を放出する。

問2 下線部イに関して、シロイスナズナは実験材料として非常に優れており、様々な生物学の実験に用いられている。シロイスナズナがもつ実験生物としての利点として誤っているものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 27

- ① 小型の植物なので、実験室で大量に栽培できる。
- ② 突然変異によって生じた多様な形質が知られている。
- ③ DNA の全塩基配列が明らかになっている。
- ④ 一世代の期間が長い。

問3 上の文章中の ウ に入る語として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 28

- ① 母性効果 ② 初期化 ③ ホメオティック ④ ビコイド

問4 下線部工に関して、花の構造を決める遺伝子 A～C のうち、遺伝子 B のみが機能を失った変異体では、どのような花が形成されると考えられるか。領域 1～4 に生じる構造の組合せとして最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。ただし、遺伝子 B が機能を失っても、遺伝子 A と C の発現には影響しないものとする。 29

	領域 1	領域 2	領域 3	領域 4
①	花弁	花弁	花弁	花弁
②	花弁	花弁	おしべ	おしべ
③	がく	がく	めしべ	めしべ
④	花弁	おしべ	めしべ	がく
⑤	がく	おしべ	おしべ	がく

生物

問5 遺伝子A～Cのうち、遺伝子Aのみが機能を失った変異体と遺伝子Cのみが機能を失った変異体の花の構造を調べたところ、表1の結果が得られた。表1の結果から推察される、遺伝子A～Cの関係に関する下の記述オ～クのうち、正しい記述の組合せとして最も適当なものを、下の①～④のうちから一つ選べ。

30

表 1

	領域1	領域2	領域3	領域4
遺伝子Aのみが機能を失った変異体	めしへ	おしへ	おしへ	めしへ
遺伝子Cのみが機能を失った変異体	がく	花弁	花弁	がく

- オ 遺伝子Aが発現しなくなった領域で、遺伝子Bが発現するようになる。
カ 遺伝子Aが発現しなくなった領域で、遺伝子Cが発現するようになる。
キ 遺伝子Cが発現しなくなった領域で、遺伝子Aが発現するようになる。
ク 遺伝子Cが発現しなくなった領域で、遺伝子Bが発現するようになる。

- ① オ, キ ② オ, ク ③ カ, キ ④ カ, ク

問6 遺伝子 A～C のうち、遺伝子 A のみが機能を失った純系の変異体と、遺伝子 B のみが機能を失った純系の変異体を交配したところ、雑種第一代(F_1)はすべて正常な花をつけた。次に、 F_1 どうしを交配して F_2 を得たところ、花の型について 4 種類の個体が生じた。このとき得られた F_2 のうち、正常な花をつける個体と、遺伝子 B のみが機能を失った変異体と同じ型の花をつける個体は、それぞれ全体の何 % になるか。その組合せとして最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。ただし、遺伝子 A～C は互いに異なる染色体に存在するものとする。

31

	正常な花	遺伝子 B のみが機能を失った変異体と同じ型の花
①	6.25 %	18.75 %
②	6.25 %	56.25 %
③	18.75 %	6.25 %
④	18.75 %	56.25 %
⑤	56.25 %	6.25 %
⑥	56.25 %	18.75 %

地 学

(解答番号 ~)

第1問 固体地球に関する次の問い合わせ(A・B)に答えよ。(配点 20)

A 重力加速度の測定と地球の形に関する次の文章を読み、下の問い合わせ(問1~3)に答えよ。

振り子の振動周期から、重力加速度を求めることができる。このことを利用して、東北地方のS町で、振り子の長さを変えて振り子の振動周期を測定したところ、次の表1のような結果が得られた。

このような手法を用いて地球上のさまざまな地点で重力加速度の測定を行うと、その値が異なることが知られている。いろいろな要因によってこの違いが生じるが、そのうちの一つに地球の形状がある。

表1 振り子の長さと振動周期

振り子の長さ(m)	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	8.0
振動周期 (秒)	2.84	3.48	4.02	4.49	4.92	5.68

問1 表1に関連して、長さが L m の振り子の振動周期は A 秒であったとする。

長さが $2L$ m の振り子の振動周期を表す式として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 秒

- ① $\sqrt{2A}$ ② $\sqrt{2}A$ ③ $\sqrt{3A}$ ④ $\sqrt{3}A$

問2 同一の振り子を南極と赤道で振らせた場合、その振動周期について述べた文として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 2

- ① 赤道の方が南極よりも重力が大きいので、振り子の振動周期は長くなる。
- ② 赤道の方が南極よりも重力が大きいので、振り子の振動周期は短くなる。
- ③ 赤道の方が南極よりも重力が小さいので、振り子の振動周期は長くなる。
- ④ 赤道の方が南極よりも重力が小さいので、振り子の振動周期は短くなる。

問3 文章中の下線部に関連して、地球橍円体とジオイドについて述べた文として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 3

- ① 地球橍円体とジオイドとのずれは、最大でも数mの範囲内におさまっている。
- ② 地球橍円体の偏平率は、約0.03である。
- ③ 地球橍円体は回転橍円体であるため、赤道に沿った断面は円である。
- ④ 地球自転による遠心力は、地球橍円体上のどこでも地球中心から外向きにはたらく。

地学

B 地球表層部の構造に関する次の文章を読み、下の問い合わせ(問4～6)に答えよ。

地球表層部は、岩石の種類によって地殻とマントルに区分される。その境界はモホロビチッヂ不連続面(モホ不連続面)と呼ばれ、大陸と海洋ではその深さが異なる。地表からモホロビチッヂ不連続面までの深さは、地震波の走時曲線を解析することによって求めることができる。次の図1は、ある地域で観測されたP波の走時曲線であり、地殻中を伝わるP波の速度は km/秒、マントル中を伝わるP波の速度は km/秒である。

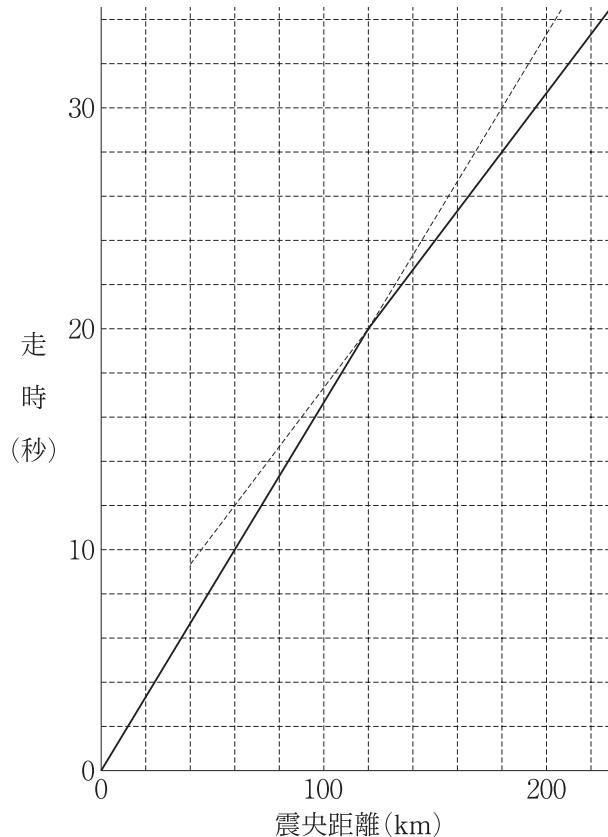


図1 走時曲線

問4 文章中の **ア**・**イ** に入る数値の組合せとして最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 **4**

	ア	イ
①	5.0	6.0
②	5.0	6.4
③	5.0	7.5
④	6.0	6.4
⑤	6.0	7.5
⑥	6.0	8.0

問5 地震波の性質について述べた文として適当でないものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 **5**

- ① 観測点に S 波が届くと初期微動が始まり、 P 波が届くと主要動が始まる。
- ② P 波は、伝わる方向と振動方向が平行な縦波である。
- ③ P 波は海水中を伝わるが、 S 波は海水中を伝わらない。
- ④ P 波の振幅は、震源で同時に発生した S 波の振幅よりも小さい。

地学

問6 地殻とマントルについて述べた次の文a～cの正誤の組合せとして最も適当なものを、下の①～⑧のうちから一つ選べ。 6

- a 海洋地殻の下にあるマントルは、ケイ酸塩鉱物からなる岩石でできている。
- b 大陸地殻の平均密度は、海洋地殻の平均密度よりも大きい。
- c 地殻の平均化学組成の50重量%以上をSiO₂とAl₂O₃が占める。

	a	b	c
①	正	正	正
②	正	正	誤
③	正	誤	正
④	正	誤	誤
⑤	誤	正	正
⑥	誤	正	誤
⑦	誤	誤	正
⑧	誤	誤	誤

(下書き用紙)

地学の試験問題は次に続く。

地学

第2問 火山と変成作用に関する次の問い合わせ(A・B)に答えよ。(配点 20)

A 火山に関する次の文章を読み、下の問い合わせ(問1～4)に答えよ。

地球上で(a)火山が分布しているところは、日本列島のようなプレートが沈み込む地域や中央海嶺のようなプレートの拡大(生産)境界、そしてハワイ島のような(b)ホットスポットである。これらの場所の地下ではマントル物質が融けてマグマが発生している。その原因としては、マントル物質が浅いところへ上昇して圧力が **ア** ことや、水のはたらきでマントル物質の融点が **イ** ことが考えられる。

発生したマグマは、周囲の岩石よりも密度が小さいために上昇してマグマ溜りだまをつくり、揮発性成分の発泡によって地表に噴出し、火山噴火が起こる。噴火によって形成される火山地形は、溶岩の性質や噴火の形式によって異なる。

問1 文章中の **ア**・**イ** に入る語の組合せとして最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。**7**

	ア	イ
①	高まる	上がる
②	高まる	下がる
③	低下する	上がる
④	低下する	下がる

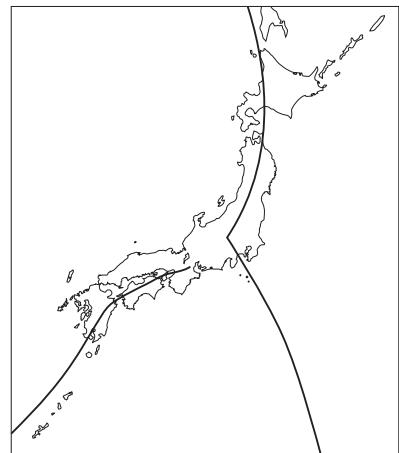
問2 文章中の下線部(a)に関連して、日本列島における火山前線(火山フロント)を示した図として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

8

①



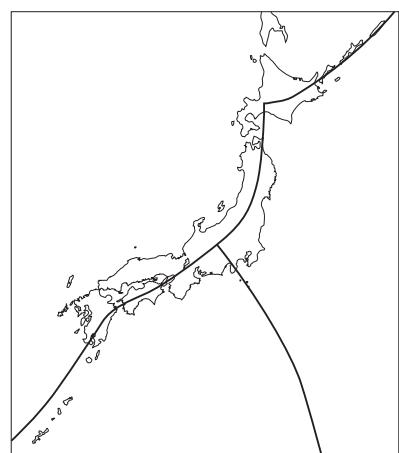
②



③



④



地学

問3 文章中の下線部(b)のホットスポットについて述べた文として誤っているものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 9

- ① ホットスポットは、液体の外核内部から立ち昇るプルームの湧き出し口と考えられている。
- ② ハワイ島のホットスポットでは、玄武岩質マグマによる火山活動が見られる。
- ③ ホットスポットから続く火山島や海山が並ぶ方向や年代から、プレートの移動方向や移動速度を推定することができる。
- ④ ホットスポットの火山は、ハワイ島のような海域だけでなく、大陸内部にも存在している。

問4 火山地形について述べた文として誤っているものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 10

- ① ^{たて}盾状火山は、粘性の小さい溶岩が流れ出してできた傾斜のゆるやかな山体である。
- ② 溶岩ドーム(溶岩円頂丘)は、マグマから抜け出せなかった揮発性成分によって大きく膨らんだ空洞をもつ火山体である。
- ③ 成層火山は、溶岩と火山碎屑物の噴出が交互にくり返され、それらが積み重なった円錐形の火山である。
- ④ カルデラは、大量の溶岩や火山碎屑物の噴出によって、山体が陥没してきた地形である。

B 変成作用に関する次の文章を読み、下の問い合わせ(問5・問6)に答えよ。

次の図1は、 Al_2SiO_5 の化学組成をもつ3種類の鉱物の安定領域を示している。日本列島の高温低圧型の変成帯に分布している泥岩起源の変成岩は片麻岩であり、図1中の鉱物のうち、片麻岩に含まれるのは **ウ** である。片麻岩の形成時の温度が比較的低温の場合は、**エ** を含む。

また、このような変成帯の周辺には、貫入した花こう岩が分布することが多い。花こう岩の貫入によってその周辺の泥岩が地下浅所で **オ** 変成作用を受けると、**カ** に変化する。

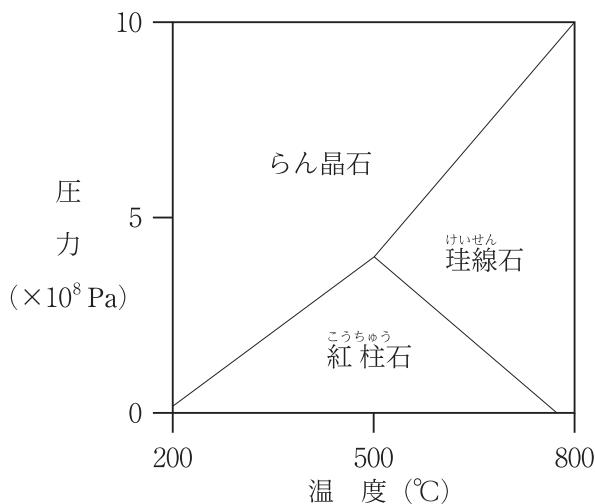


図1 Al_2SiO_5 の化学組成をもつ鉱物の安定領域

地学

問5 文章中の **ウ**・**工** に入る語句の組合せとして最も適当なものを,
次の①～④のうちから一つ選べ。 **11**

	ウ	工
①	紅柱石や珪線石	珪線石
②	紅柱石や珪線石	紅柱石
③	らん晶石や紅柱石	紅柱石
④	らん晶石や紅柱石	らん晶石

問6 文章中の **オ**・**カ** に入る語句の組合せとして最も適当なものを,
次の①～④のうちから一つ選べ。 **12**

	オ	カ
①	広域	珪線石を含むホルンフェルス
②	広域	らん晶石を含む結晶片岩
③	接觸	珪線石を含むホルンフェルス
④	接觸	らん晶石を含む結晶片岩

(下書き用紙)

地学の試験問題は次に続く。

地学

第3問 地質・地史に関する次の問い合わせ(A・B)に答えよ。(配点 20)

A 地質図に関する次の文章を読み、下の問い合わせ(問1～3)に答えよ。

次の図1は、断層Fが存在するある地域の地質平面図である。断層Fの南東側では南向きの斜面がほぼ平面状になっている。図中のA層は砂岩、B層は放散虫チャート、C層は泥岩、D層は造礁サンゴの化石を含んだ石灰岩からなっている。また、B・C・D層の走向・傾斜はこの地域内で同一であるが、A層とは傾斜が異なっている。B・C・D層の走向はほぼ ア で、傾斜方向は イ である。このことから、A層はその他の地層と ウ の関係にあることがわかる。

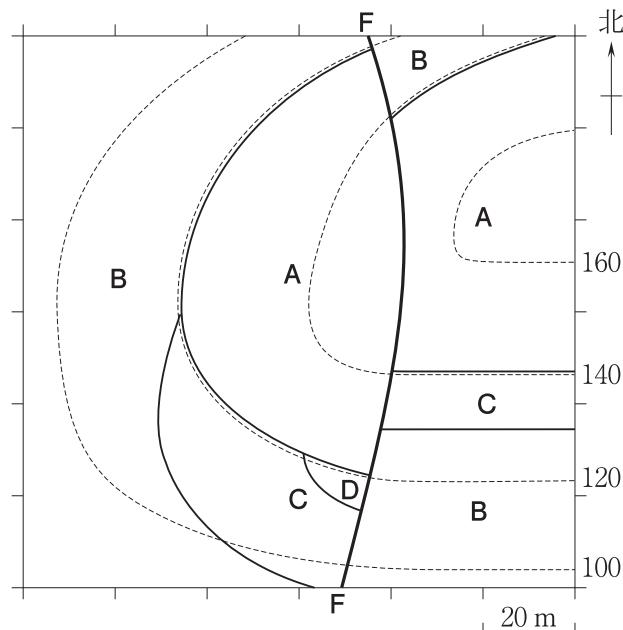


図1 ある地域の地質平面図

破線は等高線(m)、細い実線は地層境界線、太い実線は断層線である。

問1 文章中の **ア** ~ **ウ** に入る語の組合せとして最も適当なものを、次の①~④のうちから一つ選べ。 **13**

	ア	イ	ウ
①	E-W	北	整合
②	E-W	南	不整合
③	N-S	西	整合
④	N-S	東	不整合

問2 断層Fについて述べた文として最も適当なものを、次の①~④のうちから一つ選べ。 **14**

- ① 傾斜角が約25°で、西側の岩盤が下がった逆断層
- ② 傾斜角が約25°で、東側の岩盤が下がった正断層
- ③ 傾斜角が約75°で、西側の岩盤が下がった正断層
- ④ 傾斜角が約75°で、東側の岩盤が下がった逆断層

問3 **B・C・D**層の堆積環境について述べた文として最も適当なものを、次の①~④のうちから一つ選べ。 **15**

- ① 浅海で**B・C**層が堆積した後、深海で**D**層が堆積した。
- ② 深海で**B・C**層が堆積した後、浅海で**D**層が堆積した。
- ③ **B・C・D**層はすべて深海で堆積した。
- ④ **B・C・D**層はすべて浅海で堆積した。

地学

B 日本列島に関する次の文章を読み、下の問い合わせ(問4～6)に答えよ。

日本列島はかつては大陸の一部であったが、**工**に日本海が形成された結果、現在のような中央部に**オ**が位置している島弧となった。日本列島の地質構造を見ると、西南日本では、図2に示すような帯状の構造が特徴的である。この帯状構造は直線状の中央構造線にはほぼ平行にのびているが、静岡県付近ではハの字型に曲がっていることがわかる。



図2 日本列島の地質構造

太線は構造線、細線・破線・点線はおもな地質区の境界線である。

問4 文章中の**工**・**オ**に入る語の組合せとして最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。**16**

	工	オ
①	新第三紀	さがみ 相模トラフ
②	新第三紀	フォッサマグナ
③	白亜紀	相模トラフ
④	白亜紀	フォッサマグナ

問5 西南日本の帯状の地質構造のうち、最も新しい四万十帯の形成や分布について述べた文として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

17

- ① 水平に堆積していた地層群が、日本海の拡大開始に伴って垂直に切られ、斜めに侵食されて地表に現れた。
- ② 水平に堆積していた地層群が、陥没による日本海の形成によって日本海方向に傾斜し、それが侵食されて地表に現れた。
- ③ 海溝やトラフに沿って火山が形成された結果、火山噴出物が帯状に分布した。
- ④ 海洋プレートが大陸プレートの下に沈み込んでいくとき、プレート上や海溝内の堆積物が大陸プレートに付加された。

問6 文章中の下線部に関連して、帯状構造が曲がっている原因として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

18

- ① 元は離れていた東北日本と西南日本が衝突して、圧力がかかったため。
- ② 富士山の形成に伴うマグマの上昇によって、地表付近の岩石が北に押しやられたため。
- ③ フィリピン海プレート上の地塊が北上して、日本列島に衝突したため。
- ④ 糸魚川-静岡構造線の断層運動によって、帯状構造全体が北にずれたため。

第4問 大気と海洋に関する次の問い合わせ(A・B)に答えよ。(配点 20)

A 地球のエネルギー収支と大気の大循環に関する次の文章を読み、下の問い合わせ(問1～3)に答えよ。

地球には絶えずほぼ一定の太陽放射エネルギーが到達している。(a) 地球のエネルギー収支を見ると、地球全体ではつり合っており、太陽から受け取るエネルギー量と等しいエネルギー量が地球から宇宙空間へ放射されている。

(b) 地表の単位面積が単位時間に吸収する太陽放射エネルギーは、一般的に低緯度で大きく高緯度で小さい。そのため、大気の大循環などによってエネルギーが低緯度側から高緯度側へと輸送される。

大気の大循環による熱輸送の形態は、低緯度域と中・高緯度域では異なる。低緯度域では、(c)亜熱帯高圧帯と熱帯収束帯との間の南北循環が見られる。一方、中・高緯度域では、偏西風波動とそれに伴う高気圧や低気圧の渦によって熱の輸送が行われている。

問1 文章中の下線部(a)に関連して、地球のエネルギー収支について述べた文として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 19

- ① 入射した太陽放射のうち、地表の吸収量よりも、地表や大気・雲の反射・散乱によって宇宙空間へ出て行く量の方が大きい。
- ② 地表からの放射のうち、大気に吸収される量よりも、直接宇宙空間に放出される量の方が大きい。
- ③ 大気全体による放射のうち、宇宙空間に放出される量よりも、地表に放出される量の方が大きい。
- ④ 地表から放出されるエネルギーのうち、およそ70%は水蒸気によって大気へと輸送される。

問2 文章中の下線部(b)に関連して、次の図1は、秋分の日の正午におけるA～D地点の地表に入射する太陽光線を示した模式図である。図1について述べた文として最も適当なものを、下の①～④のうちから一つ選べ。ただし、大気の影響はないものとする。

20

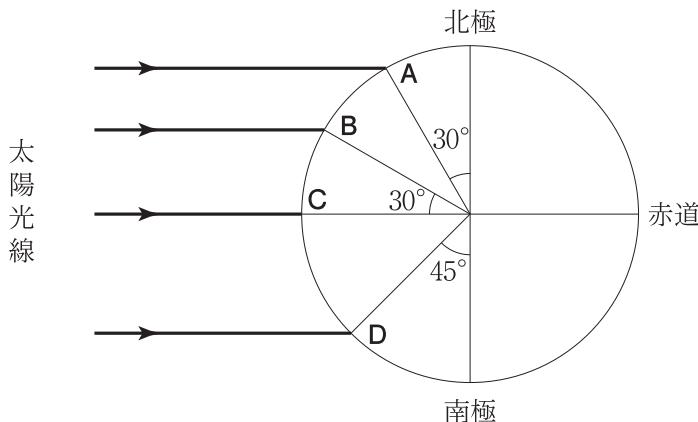


図1 地表に入射する太陽光線の模式図

- ① A地点の単位面積に入射する太陽放射エネルギー量は、B地点の $\frac{1}{2}$ 倍である。
- ② B地点の単位面積に入射する太陽放射エネルギー量は、C地点の $\frac{1}{2}$ 倍である。
- ③ C地点の単位面積に入射する太陽放射エネルギー量は、D地点の $\sqrt{3}$ 倍である。
- ④ D地点の単位面積に入射する太陽放射エネルギー量は、A地点の $\sqrt{2}$ 倍である。

地学

問3 文章中の下線部(c)に関連して、低緯度域の大気大循環について述べた次の文a～cの正誤の組合せとして最も適当なものを、下の①～⑧のうちから一つ選べ。 21

- a 亜熱帯高圧帯では下降気流が卓越し、積乱雲が形成されやすい。
- b 赤道付近の圏界面付近では、上昇してきた気流が、南向きと北向きに分かれていく。
- c 热帯収束帯と亜熱帯高圧帯の間の循環は、ハドレー循環と呼ばれる。

	a	b	c
①	正	正	正
②	正	正	誤
③	正	誤	正
④	正	誤	誤
⑤	誤	正	正
⑥	誤	正	誤
⑦	誤	誤	正
⑧	誤	誤	誤

B 海洋の構造に関する次の文章を読み、下の問い合わせ(問4～6)に答えよ。

海洋の表層部分は水温が一様となっており、表層混合層(混合層)と呼ばれる。季節による気温差が大きい中緯度では、一般的に表層混合層の厚さが夏季にア、冬季にイなる。

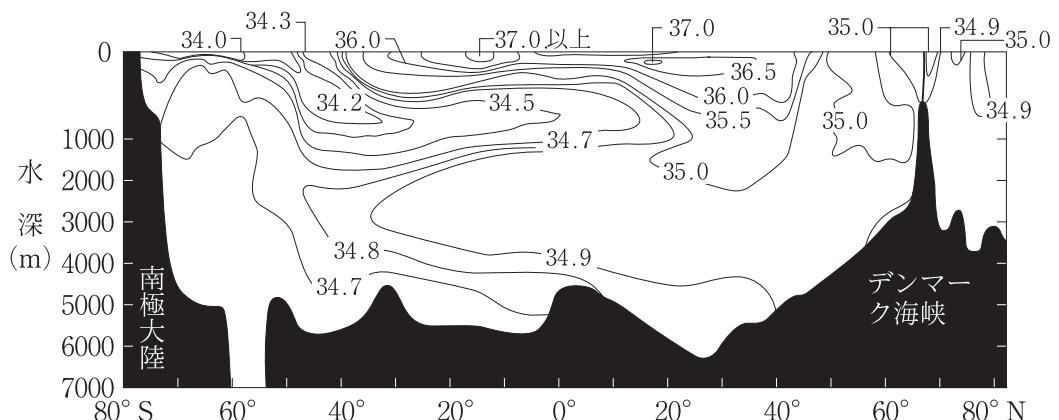
表層混合層の下には、水温が急変する主水温躍層(水温躍層)^{やくそう}が見られることが多い、その下に水温がほぼ一定の深層がある。ただし、ウの海域では主水温躍層を明瞭に確認することができない。

表層の塩分は、降水量や蒸発量、海水の結氷や融氷水の流入などによって変化し、深層にも影響を及ぼしている。

次の図2は、大西洋の塩分の南北鉛直分布を示したもので、水深が浅い領域の塩分の変化を見やすくするために、水深0～1000mの領域を広くとっている。

(d) 図2より、塩分の分布は緯度や水深によって異なることがわかる。

このような水温や塩分の分布は、海洋の深層循環を引き起こす原因となっている。



黒い部分は海底の地形を表している。図中の数値の単位は‰。

図2 大西洋の塩分の南北鉛直分布

地学

問4 海水中のイオン存在量を多い方から順に並べたものとして最も適当なもの
を、次の①～④のうちから一つ選べ。 22

多い ←————→ 少ない

- ① Na^+ , Cl^- , SO_4^{2-} , Mg^{2+}
- ② Na^+ , Cl^- , Ca^{2+} , SO_4^{2-}
- ③ Cl^- , Na^+ , SO_4^{2-} , Mg^{2+}
- ④ Cl^- , Na^+ , Ca^{2+} , SO_4^{2-}

問5 文章中の [ア] ~ [ウ] に入る語の組合せとして最も適当なものを、
次の①～④のうちから一つ選べ。 23

	ア	イ	ウ
①	薄く	厚く	低緯度
②	薄く	厚く	高緯度
③	厚く	薄く	低緯度
④	厚く	薄く	高緯度

問6 文章中の下線部(d)に関連して、図2に示した海域について述べた文として
適当でないものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 24

- ① 北緯 30° 付近の表層部分で塩分が高いのは、気温が高く、蒸発量が降水量を上回るためである。
- ② 南緯 50° 付近の表層部分で塩分が低いのは、気温が低く、海水の結氷が起こるためである。
- ③ 南緯 30° 付近の水深約 1000 m で塩分が低いのは、南緯 50° 付近の表層から海水が沈み込んでいるためである。
- ④ 南緯 30° 付近の水深約 3000 m の高塩分の海水は、北緯 60° 付近の表層の海水が沈み込んできたものである。

地学

第5問 宇宙に関する次の問い合わせ(A・B)に答えよ。(配点 20)

A 太陽系に関する次の文章を読み、下の問い合わせ(問1～3)に答えよ。

ケプラーは、惑星の観測データをもとにして、惑星の軌道運動に関する三つの法則を発見した。第一法則は橢円軌道の法則とも呼ばれ、惑星は、太陽を焦点の一つとする橢円軌道を描く、というものである。第二法則は面積速度一定の法則とも呼ばれ、惑星と太陽を結ぶ線分(動径)が一定時間に描く面積は惑星ごとに一定である、というものである。第三法則は調和の法則とも呼ばれ、惑星の太陽からの平均距離の **ア** 乗は、惑星の公転周期の **イ** 乗に比例する、というものである。ケプラーの第三法則は、その後、ニュートンの万有引力の法則によって理論的に説明された。

問1 文章中の **ア**・**イ** に入る数値の組合せとして最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 **25**

	ア	イ
①	2	3
②	2	5
③	3	2
④	3	5

問2 太陽系の天体の運動について述べた次の文a～cの正誤の組合せとして最も適當なものを、下の①～⑧のうちから一つ選べ。 26

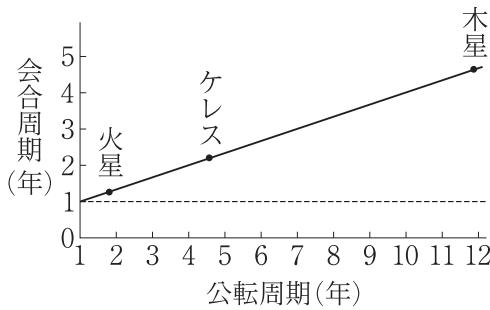
- a 惑星の太陽からの平均距離は、惑星の公転軌道の長半径に等しい。
- b 太陽からの平均距離が小さい惑星ほど、公転速度は大きい。
- c 太陽系外縁天体や周期彗星には、ケプラーの法則は適用できない。^{すいせい}

	a	b	c
①	正	正	正
②	正	正	誤
③	正	誤	正
④	正	誤	誤
⑤	誤	正	正
⑥	誤	正	誤
⑦	誤	誤	正
⑧	誤	誤	誤

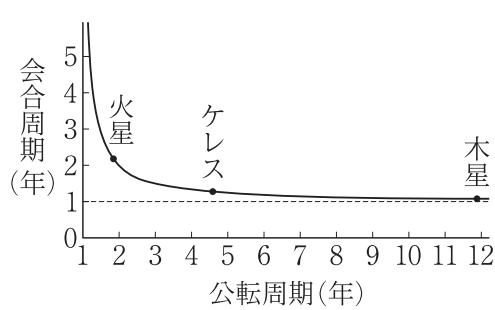
問3 地球から観測したときの火星・小惑星ケレス(セレス)・木星の各天体の会合周期と公転周期との関係を示した図として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。ただし、図中の直線および曲線は各天体の会合周期に合うように結んだものである。

27

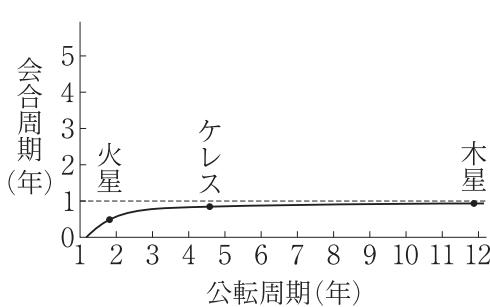
①



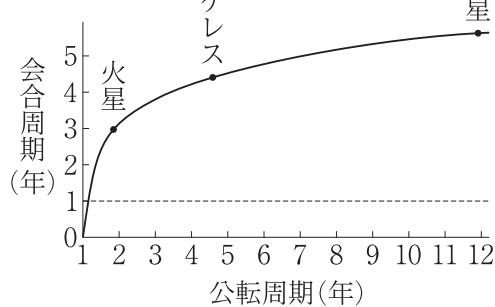
②



③



④



B 恒星に関する次の文章を読み、下の問い合わせ(問4～6)に答えよ。

次の図1は、五つの恒星A～EをHR図上にプロットしたものである。HR図上の恒星は三つのグループ(主系列星・白色矮星・巨星(赤色巨星))に分類され、図1の五つの恒星について分類すると、A・C・Eが主系列星、Bが白色矮星、Dが巨星である。これらの恒星のうち、最も光度(全放射エネルギー)が大きい恒星は **ウ** であり、太陽に最も性質の近い恒星は **エ** である。

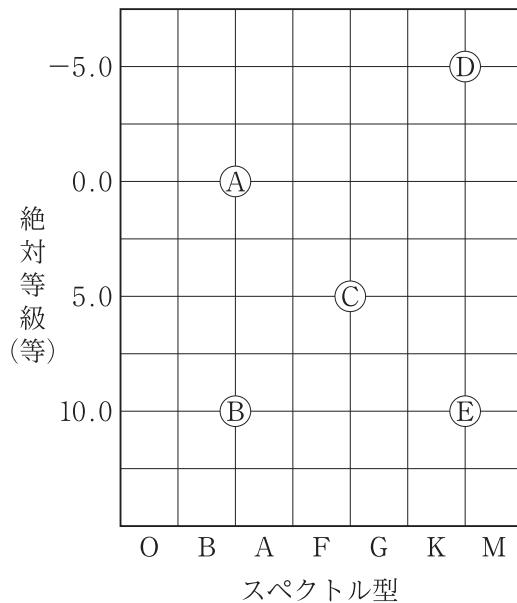


図1 HR図

地学

問4 文章中の **ウ**・**エ** に入る図1中の恒星 A～E の組合せとして最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 **28**

	ウ	エ
①	A	B
②	A	D
③	B	C
④	B	D
⑤	C	A
⑥	D	C

問5 恒星の光度(全放射エネルギー)は、恒星の表面温度の4乗と恒星の半径の2乗の積に比例する。図1中の恒星Dの半径は恒星Eの半径の何倍か。最も適当な数値を、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 **29** 倍

- ① 0.01 ② 0.1 ③ 10 ④ 100 ⑤ 1000 ⑥ 10000

問6 恒星について述べた文として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 **30**

- ① 主系列星はすべて、主系列の段階を終えると超新星爆発を起こして白色矮星になる。
- ② 主系列星としての寿命は、表面温度が高いほど短い。
- ③ 白色矮星の内部では、ヘリウムの核融合反応が起きている。
- ④ 巨星の平均密度は、白色矮星の平均密度よりも大きい。

(下書き用紙)

「旧教育課程履修者」だけが選択できる科目です。

「新教育課程履修者」は、選択してはいけません。

物 理 I

(解答番号 ~)

第1問 次の問い合わせ(問1~6)に答えよ。(配点 30)

問1 図1のように、なめらかな水平面上に一様な厚さの質量 M の板を置き、板の上に質量 m の物体をのせてある。板と物体との間には摩擦力がはたらくが、板と床との間には摩擦力ははたらかないものとする。ここで、板と物体がともに静止している状態から、板に水平方向右向きで一定の大きさの外力を加えると、物体は板上ですべることなく、板と一緒に運動した。このとき、物体が板から受ける摩擦力の大きさは、板に加えた外力の大きさの何倍か。正しいものを、下の①~⑥のうちから一つ選べ。ただし、空気による抵抗は考えないものとする。 倍

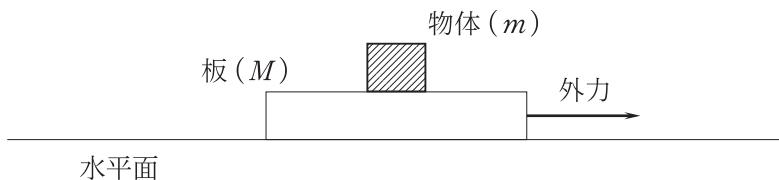


図 1

① 1

② $\frac{m}{M}$

③ $\frac{m}{M+m}$

④ $\frac{M}{M+m}$

⑤ $\frac{Mm}{M+m}$

⑥ $\frac{M+m}{Mm}$

問 2 図 2 は、ダム式水力発電の模式的な図である。水力発電では発電機のタービンの回転を介して、水の位置エネルギーの一部を電気エネルギーに変換する。発電機と取水口との高度差は $1.00 \times 10^2 \text{ m}$ であり、1 時間に、質量 $3.60 \times 10^6 \text{ kg}$ の水が発電のために利用されているとする。この発電で平均 $7.84 \times 10^5 \text{ W}$ の電力が得られた。このとき、水の位置エネルギーの何%が電気エネルギーに変換されたことになるか。最も適当な数値を、下の①～⑧のうちから一つ選べ。ただし、重力加速度の大きさを 9.80 m/s^2 とし、取水口での水の運動エネルギーは無視できるものとする。 2 %

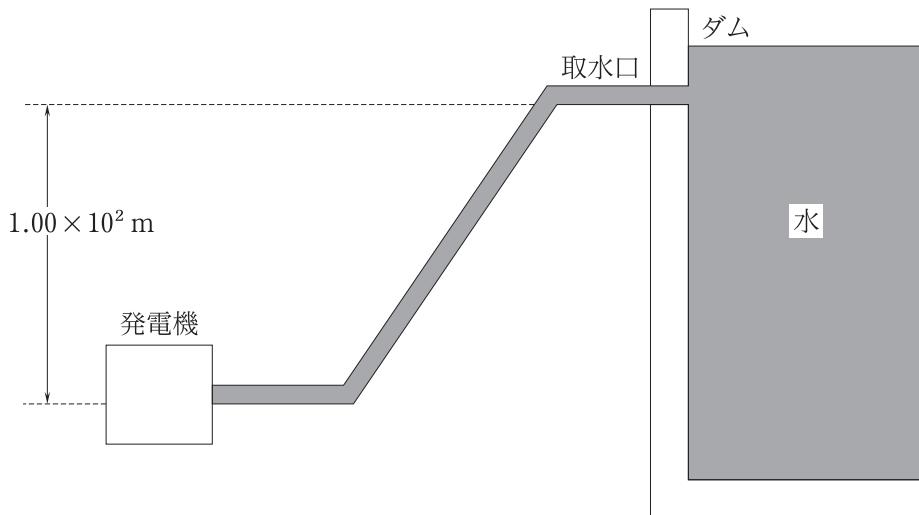


図 2

① 20

② 30

③ 40

④ 50

⑤ 60

⑥ 70

⑦ 80

⑧ 90

物理 I

問3 図3のように、 xyz の直交座標軸をとり、十分な長さをもつ3本の導線が z 軸方向に張られている。3本の導線と xy 平面との交点をそれぞれP, Q, Rとする。三角形PQRは正三角形をしており、PQは x 軸に平行である。3本の導線にはいずれも z 軸の正の向き(図3の矢印の向き)に等しい強さの電流が流れている。このとき、点Rでの磁場(磁界)の向きと点Rを通る導線の電流が磁場から受ける力の向きの組合せとして最も適当なものを、下の①~⑧のうちから一つ選べ。ただし、地磁気の影響は無視できるものとする。 3

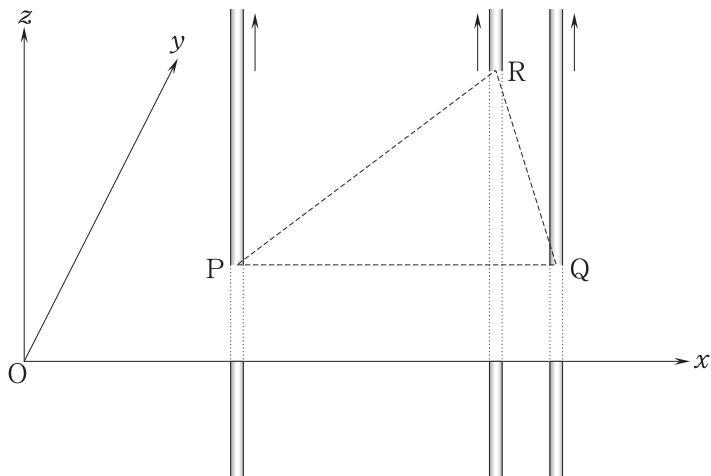


図 3

	磁場の向き	力の向き
①	x 軸の正の向き	x 軸の正の向き
②	x 軸の正の向き	x 軸の負の向き
③	x 軸の正の向き	y 軸の正の向き
④	x 軸の正の向き	y 軸の負の向き
⑤	x 軸の負の向き	x 軸の正の向き
⑥	x 軸の負の向き	x 軸の負の向き
⑦	x 軸の負の向き	y 軸の正の向き
⑧	x 軸の負の向き	y 軸の負の向き

問 4 均質で一様な厚さの正三角形 ABC のうすい板がある。図 4 のように、B 端を水平な地面上に接地したまま、辺 AC に垂直方向の外力を C 端に加え、引き上げたところ、板は辺 AB が地面と垂直になり静止した。このとき、板の C 端に加えた外力の大きさは、板の重さの何倍か。正しいものを下の①～⑥のうちから一つ選べ。

4 倍

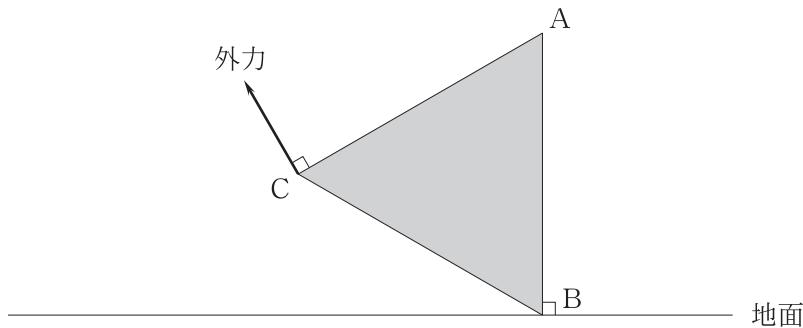


図 4

① $\frac{1}{2}$

② $\frac{\sqrt{3}}{3}$

③ $\frac{\sqrt{3}}{2}$

④ 1

⑤ $\sqrt{3}$

⑥ 2

物理 I

問 5 図 5 のように、中心を O 、焦点を F 、 F' とする凹レンズに光軸に平行でない光線が左方からレンズの点 P に入射している。レンズを通過した後の光線(実線の太い矢印)を表したものとして最も適当な図を、下の①～④のうちから一つ選べ。

5

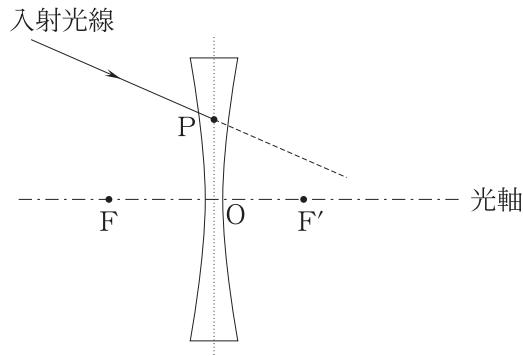
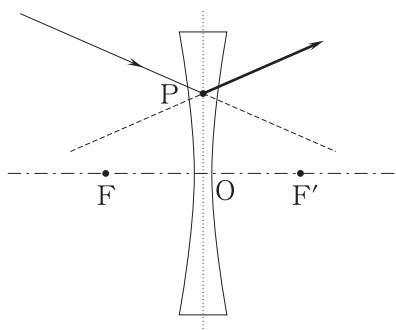
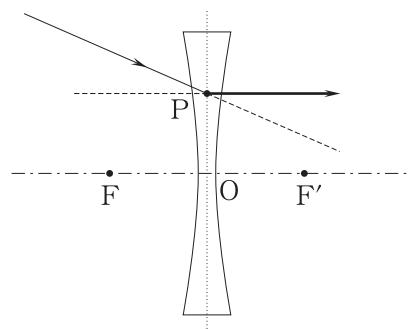


図 5

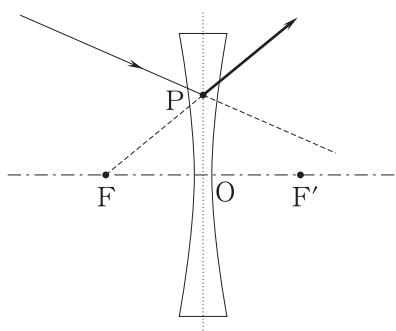
①



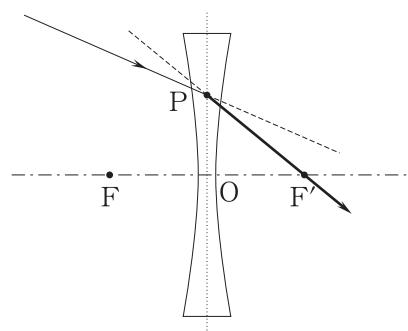
②



③



④



問 6 図 6 のように、両端を密閉したシリンダーを、なめらかに動くピストンで 2 つの部分 A, B に分け、それぞれに気体を閉じ込める。シリンダーもピストンも断熱材でつくってあり、B 内には気体を加熱するための小さなヒーターがある。最初、ピストンは中央にあり、閉じ込められた気体はどちらも絶対温度 T_0 で圧力と体積も等しかった。次に、B 内の気体をゆっくり加熱したところ、ピストンは A 側へ移動し、A 内の気体の体積がはじめの $\frac{4}{5}$ 倍になったとき加熱をやめた。このときの A, B 内の気体の絶対温度は T_A , T_B となっていた。 T_A と T_0 の大小関係、および、 T_A と T_B の関係式の組合せとして正しいものを、下の①～⑥のうちから一つ選べ。

6

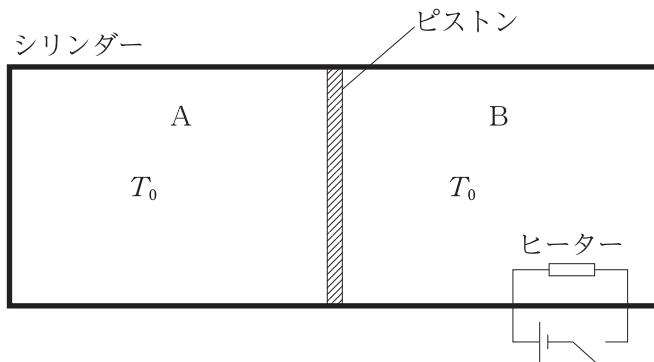


図 6

	T_A と T_0 の大小関係	T_A と T_B の関係式
①	$T_A < T_0$	$T_B = \frac{1}{2} T_A$
②	$T_A < T_0$	$T_B = T_A$
③	$T_A < T_0$	$T_B = \frac{3}{2} T_A$
④	$T_A > T_0$	$T_B = \frac{1}{2} T_A$
⑤	$T_A > T_0$	$T_B = T_A$
⑥	$T_A > T_0$	$T_B = \frac{3}{2} T_A$

物理 I

第 2 問 次の文章(A・B)を読み、下の問い合わせ(問 1 ~ 5)に答えよ。(配点 20)

A 電気抵抗値 R の抵抗 R がある。オームの法則からこの抵抗値を求めるために、電圧一定の電池、計器 X および Y を用いて、図 1(a), (b)の回路を組んだ。計器 X と Y は電流計か電圧計のいずれかであり、どちらも内部抵抗とよばれる抵抗をもっている。図 1(a)と図 1(b)での電流計と電圧計の指示値は、それぞれ、 I_1 , V_1 と I_2 , V_2 であった。この指示値により求まる抵抗の値を抵抗の実測値とよび、図 1(a), 図 1(b)での実測値をそれぞれ、 R_1 , R_2 とすると、 $R_1 = \frac{V_1}{I_1}$, $R_2 = \frac{V_2}{I_2}$ となる。

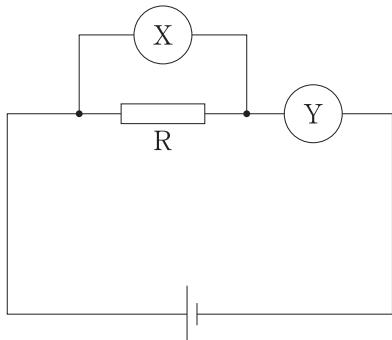


図 1 (a)

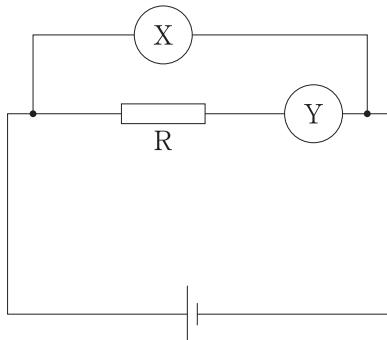


図 1 (b)

問 1 次の文章中の空欄 **ア** ~ **ウ** に入る語句の組合せとして最も適当なものを、下の①~⑧のうちから一つ選べ。 **7**

図 1(a), (b)で用いた計器 X と Y は、X が **ア**、Y が **イ** である。
 また、それぞれから得られる抵抗の実測値を正しい値に近いものとするには、
 X と Y の内部抵抗は **ウ** ほうがよい。

	ア	イ	ウ
①	電流計	電圧計	X, Y ともに大きい
②	電流計	電圧計	X, Y ともに小さい
③	電流計	電圧計	X は大きく、Y は小さい
④	電流計	電圧計	X は小さく、Y は大きい
⑤	電圧計	電流計	X, Y ともに大きい
⑥	電圧計	電流計	X, Y ともに小さい
⑦	電圧計	電流計	X は大きく、Y は小さい
⑧	電圧計	電流計	X は小さく、Y は大きい

問 2 抵抗値 R と実測値 R_1 および R_2 の大小関係を表すものとして正しいものを、次の①~⑥のうちから一つ選べ。 **8**

- | | | |
|-------------------|-------------------|-------------------|
| ① $R_1 < R < R_2$ | ② $R_1 < R_2 < R$ | ③ $R_2 < R < R_1$ |
| ④ $R_2 < R_1 < R$ | ⑤ $R < R_1 < R_2$ | ⑥ $R < R_2 < R_1$ |

物理 I

B 図 2 のように、円柱状の筒に導線を密に巻いたコイルを固定し、コイルの右側に自由に回転させることができる棒磁石を用意する。棒磁石を回転させ、コイルを貫く磁場(磁界)が周期的に変化しているときにコイルに生じる電圧をオシロスコープで測定した。棒磁石は中心を回転軸とし、反時計回りに回転するものとする。

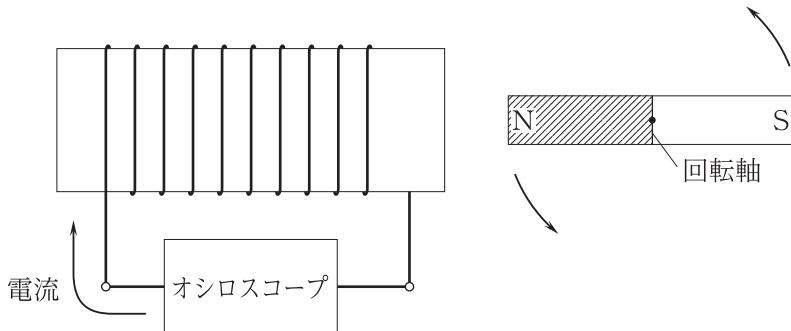


図 2

問 3 次の文章中の **工**・**オ** に入る語句の組合せとして最も適当なもの
を下の①～④のうちから一つ選べ。 **9**

図 2 のように、棒磁石を回転させることによって交流電圧を得ることができる。このとき、電圧を大きくするためには、コイルの巻き数は変えず、棒磁石の回転する速さを **工** したり、棒磁石の回転する速さを変えず、コイルの巻き数を **オ** などの方法がある。

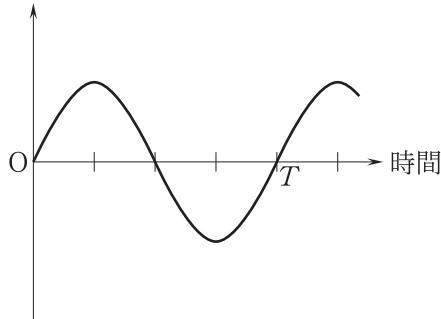
	工	オ
①	小さく	減らす
②	小さく	増やす
③	大きく	減らす
④	大きく	増やす

問 4 棒磁石は周期(棒磁石が 1 回転する時間) T で、図 2 の状態から一定の速さで回転を始めた。このとき、コイルの両端に生じる電圧の時間変化を表すグラフとして最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。ただし、図 2 の矢印の向きに電流が流れたときの測定電圧を正とする。

10

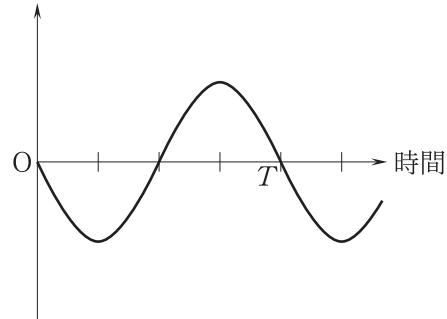
①

電圧



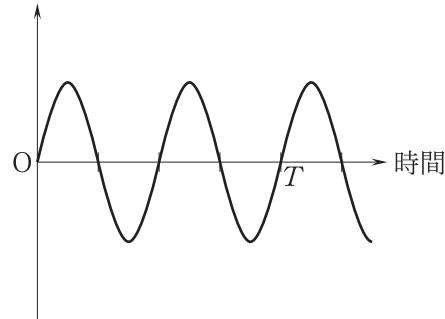
②

電圧



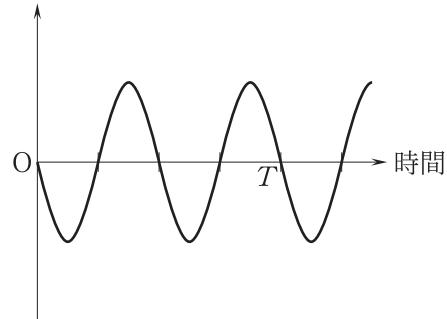
③

電圧



④

電圧



物理 I

問5 図3のように、交流電圧は変圧器を用いることで電圧の大きさを変えることができる。1次、2次コイルの巻き数をそれぞれ100回、500回とする。1次コイル側に電圧100Vの交流電源を接続し、2次コイル側に 250Ω の抵抗を接続する。このとき、1次コイルに流れる電流の大きさとして正しいものを、下の①～⑧のうちから一つ選べ。ただし、1次と2次コイルの間でのエネルギーの損失はないものとする。 11 A

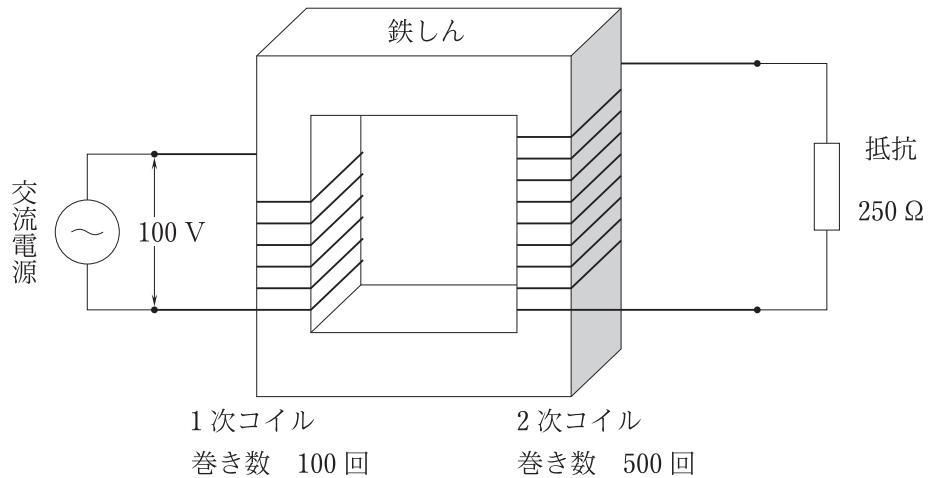


図 3

- ① 0.1 ② 0.2 ③ 1 ④ 2
⑤ 10 ⑥ 20 ⑦ 100 ⑧ 200

(下書き用紙)

物理 I の試験問題は次に続く。

物理 I

第3問 次の文章(A・B)を読み、下の問い合わせ(問1～5)に答えよ。(配点 18)

A x 軸上を正の方向に速さ 2 m/s で進む正弦波がある。図 1 は、 x 軸上での原点 O ($x = 0 \text{ [m]}$) における波の変位 $y \text{ [cm]}$ と時刻 $t \text{ [s]}$ との関係を表すグラフである。

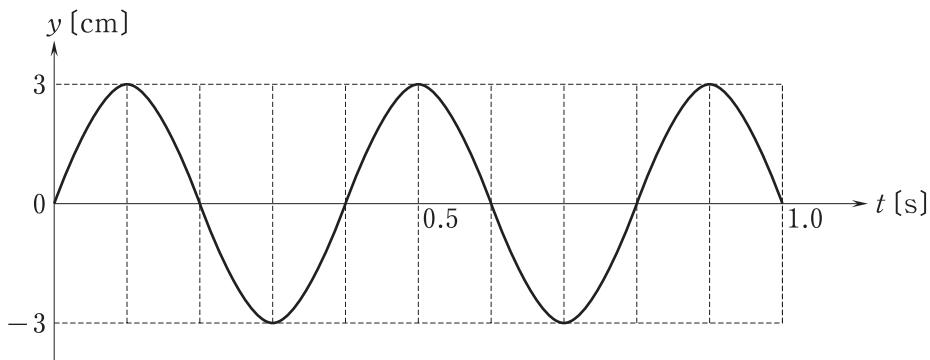


図 1

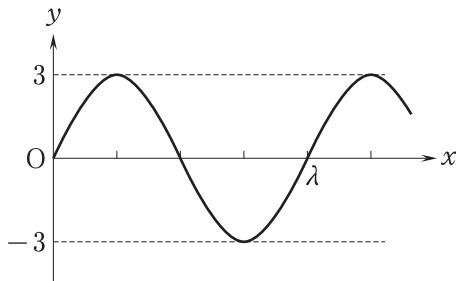
問1 正弦波の振幅を $A \text{ [cm]}$ 、振動数を $f \text{ [Hz]}$ 、波長を $\lambda \text{ [cm]}$ とし、これらの物理量を (A, f, λ) の順に表すものとする。この正弦波について、 (A, f, λ) を表すものとして正しいものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。12

- ① (3, 2.5, 40) ② (3, 2.5, 80) ③ (6, 2.5, 40)
④ (3, 5, 80) ⑤ (6, 5, 40) ⑥ (6, 5, 80)

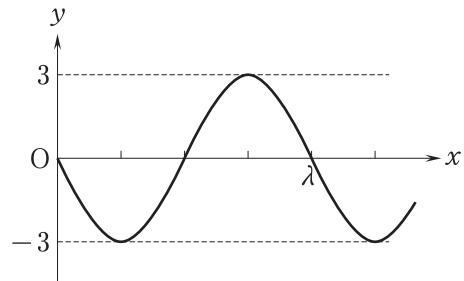
問 2 この正弦波の時刻 0.2 s における波形(変位 y [cm] と位置 x [m] との関係)を表すグラフとして最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

13

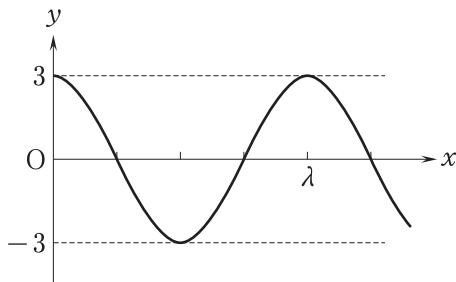
①



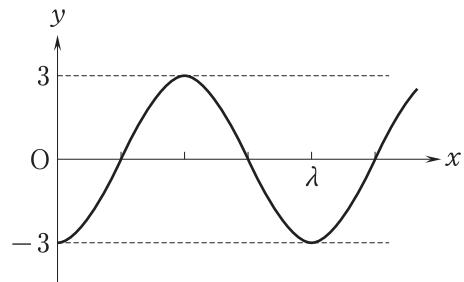
②



③



④



物理 I

B レーザー光源から出てきた位相のそろった波長 λ の平行光線が、図2のように、間隔 $2d$ のスリットA, Bを通って距離 L 離れたスクリーンに達し、そこに明暗のしまをつくる。A, Bの中点からスクリーンに下ろした垂線の足を点Oとする。また、点Oから距離 x だけ離れたスクリーン上に点Pをとる。ここで、 L は d や x に比べて十分に大きく、 $|BP - AP| \approx \frac{2dx}{L}$ と表せる。

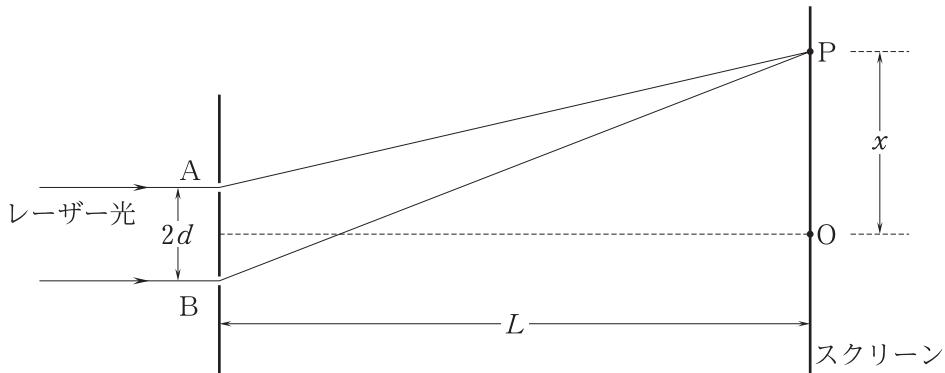


図 2

問3 スクリーン上の点Pの位置が暗線となるための条件を表す式として正しいものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。ただし、 $m = 0, 1, 2, \dots$ とする。

14

① $|BP - AP| = m\left(\frac{\lambda}{2}\right)$

② $|BP - AP| = m\lambda$

③ $|BP - AP| = 2m\lambda$

④ $|BP - AP| = \left(m + \frac{1}{2}\right)\left(\frac{\lambda}{2}\right)$

⑤ $|BP - AP| = \left(m + \frac{1}{2}\right)\lambda$

⑥ $|BP - AP| = (2m + 1)\lambda$

問 4 スクリーン上の暗線のうち，点 O から最も近い暗線までの距離はいくらくか。正しいものを，次の①～⑧のうちから一つ選べ。 15

① $\frac{L\lambda}{8d}$

② $\frac{L\lambda}{4d}$

③ $\frac{L\lambda}{2d}$

④ $\frac{L\lambda}{d}$

⑤ $\frac{d\lambda}{8L}$

⑥ $\frac{d\lambda}{4L}$

⑦ d

⑧ $2d$

問 5 次に，図 3 のように，2つのスリット A，B の中点と点 O の間に平面鏡を置き，スリット B は閉じた。そこで同様にレーザー光を当てたところ，スクリーン上に明暗のしまが観測された。これは，A を通って直接スクリーンに達した光と，A を通った後，鏡で反射してスクリーンに達した光との干渉によるものである。このとき，スクリーン上の暗線のうち点 O に最も近い暗線の位置は，問 4 のときと比べてどれだけの距離ずれているか。正しいものを，下の①～⑧のうちから一つ選べ。ただし，光が鏡で反射する際，固定端型の反射をし，位相が逆転するものとする。 16

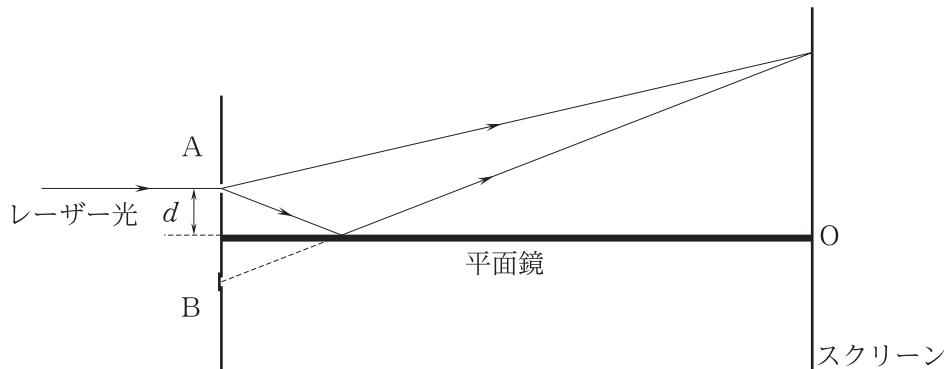


図 3

① $\frac{L\lambda}{8d}$

② $\frac{L\lambda}{4d}$

③ $\frac{L\lambda}{2d}$

④ $\frac{L\lambda}{d}$

⑤ $\frac{d\lambda}{8L}$

⑥ $\frac{d\lambda}{4L}$

⑦ $\frac{d}{2}$

⑧ 0

物理 I

第4問 次の文章(A～C)を読み、下の問い合わせ(問1～8)に答えよ。(配点 32)

A 図1のように、一定の速さで鉛直方向に上昇している気球がある。気球が地面から高さ30mの位置に達した瞬間に、積んでいた小球を静かに手放した。その後、小球は3秒後に地面に達した。重力加速度の大きさを 10 m/s^2 とし、気球および小球の大きさは考えないものとする。また、小球を落下させても気球の速度は変化しないものとする。ただし、速度、加速度は鉛直方向上向きを正とし、空気による抵抗力は無視できるものとする。

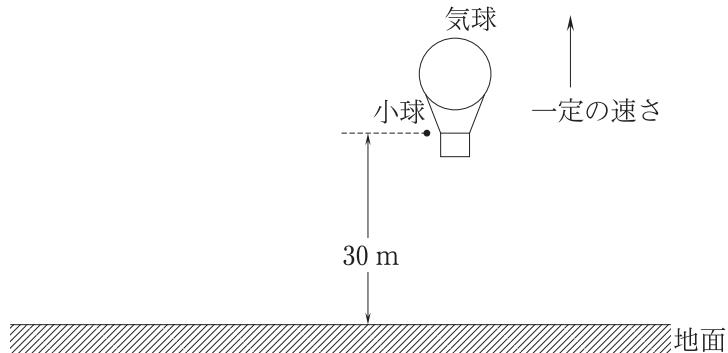


図 1

問 1 次の文章中の空欄 **ア**・**イ** に入れる数値の組合せとして最も適当なものを、下の①～⑥のうちから一つ選べ。 **17**

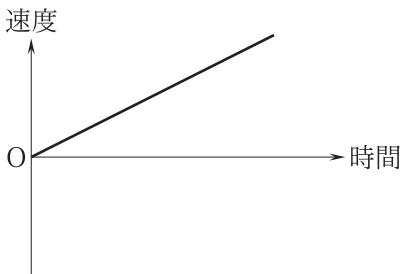
気球の速さを v_0 [m/s] とすれば、手放された後の小球の運動を地上から見ると、初速度 v_0 [m/s]、加速度 **ア** m/s² の等加速度直線運動となる。3 秒後に小球が地面に達したことから、気球の速さは $v_0 =$ **イ** m/s であったことがわかる。

	ア	イ
①	-10	5
②	-10	10
③	-10	15
④	10	5
⑤	10	10
⑥	10	15

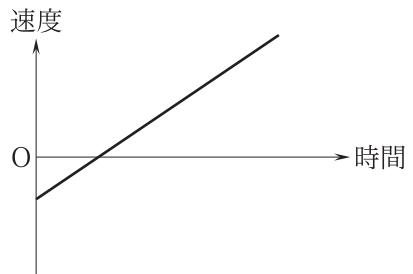
物理 I

問2 地上から見た小球の運動について、気球から手放されてからの時間と小球の速度の関係を表すグラフとして最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 18

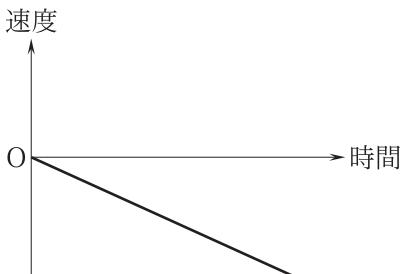
①



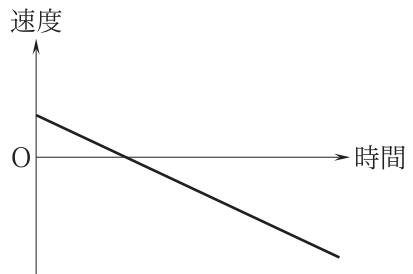
②



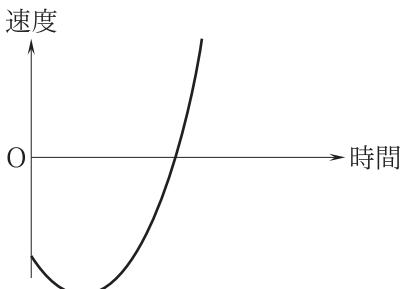
③



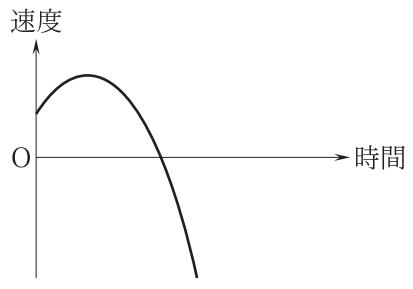
④



⑤



⑥



問3 今度は、速さ 4 m/s で上昇している気球が、地上から高さ 30 m の位置に達した瞬間に、気球から真上に小球を投げ上げたとする。その後、 5 秒後に小球が地面に達するには、小球を気球に対していくらの速さで投げ上げればよいか。最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 19 m/s

① 4

② 9

③ 15

④ 19

⑤ 21

⑥ 25

物理 I

B 水平面と角度 θ をなす^{あら}粗い斜面上に、ばね定数 k のばねの上端を固定し、その下端に質量 m の小物体を取り付けた。ばねが自然の長さのときの小物体の位置を点 O とする。はじめ小物体を手で支えて、点 O に静止させておいた。小物体から手を静かに放すと、図 2 のように小物体は点 O から斜面に沿って下方にすべり出し、ばねの伸びが最大となる点 P で静止した。ただし、小物体と斜面との間の静止摩擦係数と動摩擦係数をそれぞれ μ , μ' とする。また、ばねの質量は無視できるものとし、重力加速度の大きさを g とする。

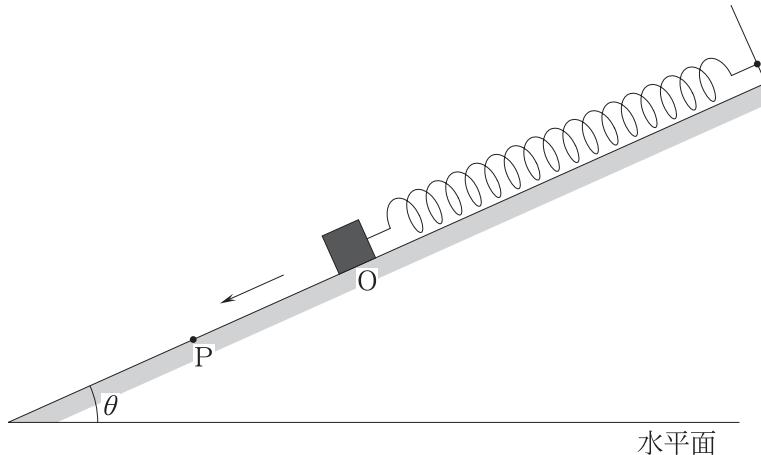


図 2

問 4 小物体から手を放した後、小物体が斜面に沿って下方にすべり出したことから、静止摩擦係数 μ と θ の関係を表す式として最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 20

- ① $\mu < \sin \theta$ ② $\mu < \cos \theta$ ③ $\mu < \tan \theta$
④ $\mu > \sin \theta$ ⑤ $\mu > \cos \theta$ ⑥ $\mu > \tan \theta$

問 5 小物体が点 O からすべり始め、点 P に達する途中において、ばねの伸びが x となる位置を通過するまでの間について考える。この間において、動摩擦力が小物体にした仕事を表す式として正しいものを、次の①～⑧のうちから一つ選べ。

21

- | | | |
|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| ① $\mu' mgx$ | ② $\mu' mgx \sin \theta$ | ③ $\mu' mgx \cos \theta$ |
| ④ $\mu' mgx \tan \theta$ | ⑤ $-\mu' mgx$ | ⑥ $-\mu' mgx \sin \theta$ |
| ⑦ $-\mu' mgx \cos \theta$ | ⑧ $-\mu' mgx \tan \theta$ | |

問 6 小物体が点 P に達したときのばねの伸びを表す式として正しいものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。

22

- | | |
|---|--|
| ① $\frac{mg}{k} \sin \theta$ | ② $\frac{\mu' mg}{k} \cos \theta$ |
| ③ $\frac{mg}{k} (\sin \theta + \mu' \cos \theta)$ | ④ $\frac{2mg}{k} (\sin \theta + \mu' \cos \theta)$ |
| ⑤ $\frac{mg}{k} (\sin \theta - \mu' \cos \theta)$ | ⑥ $\frac{2mg}{k} (\sin \theta - \mu' \cos \theta)$ |

物理 I

C 図 3 のような水熱量計を用いて、金属の比熱を測定する実験を行った。はじめに、断熱材で囲まれた銅製容器に質量 m の水を入れ、全体の温度を測定すると、 T_0 であった。次に、この水の中に温度 $T_1 (> T_0)$ 、質量 M 、比熱がわからぬい金属を入れてよくかくはんし、そのときの全体の温度を測定すると、 T になった。水の比熱を c 、銅製容器とかくはん棒と温度計の熱容量の合計を C とする。また、容器の外との熱の出入りはなく、水の蒸発もないものとする。

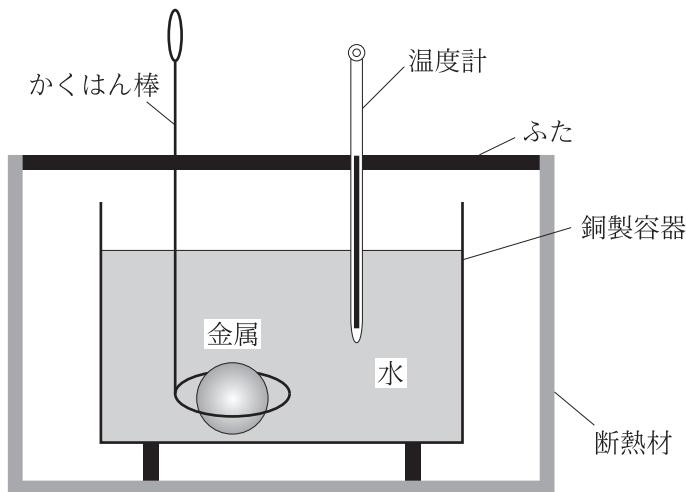


図 3

問 7 金属の比熱を説明した記述として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 23

- ① 金属全体を温度 1 K 上昇させるための熱量で、単位は [J/K] である。
- ② 金属と同じ質量の水を温度 1 K 上昇させるための熱量で、単位は [J/g] である。
- ③ 金属 1 g を温度 1 K 上昇させるための熱量で、単位は [J/(g·K)] である。
- ④ 金属が得る熱量で、単位は [J] である。

問 8 この金属の比熱はいくらか。正しいものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

24

$$\textcircled{1} \quad \frac{mc}{M(T_1 - T)}$$

$$\textcircled{2} \quad \frac{(mc + C)(T - T_0)}{M(T_1 - T)}$$

$$\textcircled{3} \quad \frac{(Mc + C)(T_1 - T_0)}{m(T - T_0)}$$

$$\textcircled{4} \quad \frac{Mc}{m(T - T_0)}$$

$$\textcircled{5} \quad \frac{Mc(T - T_0)}{m(T_1 - T)}$$

「旧教育課程履修者」だけが選択できる科目です。
「新教育課程履修者」は、選択してはいけません。

化 学 I

(解答番号 1 ~ 28)

必要があれば、原子量は次の値を使うこと。

H 1.0	C 12	N 14	O 16	Na 23
Cl 35.5	Cu 64	Ag 108		

第1問 次の問い合わせ(問1~6)に答えよ。(配点 25)

問1 次のa・bに当てはまるものを、それぞれの解答群の①~⑥のうちから一つずつ選べ。

a 総電子数が最も多い分子 1

- | | | |
|------------------|---------------------------------|--------------------|
| ① NO | ② H ₂ O ₂ | ③ CO ₂ |
| ④ F ₂ | ⑤ CH ₄ | ⑥ H ₂ S |

b アルミニウムイオンと物質量の比1:3で化合物をつくるイオン 2

- | | | |
|----------|----------|-------------|
| ① 酸化物イオン | ② 硫化物イオン | ③ アンモニウムイオン |
| ④ 硫酸イオン | ⑤ 炭酸イオン | ⑥ 硝酸イオン |

問 2 水素原子の 2 種類の同位体(^1H , ^2H)と酸素原子の 2 種類の同位体(^{16}O , ^{18}O)からつくられる水分子の種類の数として最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 3

① 2

② 4

③ 6

④ 8

⑤ 10

問 3 図 1 のグラフは、原子番号 n から $n+13$ の原子のイオン化工エネルギー(第一イオン化工エネルギー)を示したものである。グラフ中の **a** ~ **g** の元素に関する記述として誤りを含むものを、下の①～⑤のうちから一つ選べ。ただし、**a** ~ **g** は、いずれも原子番号 20 以下の元素である。 4

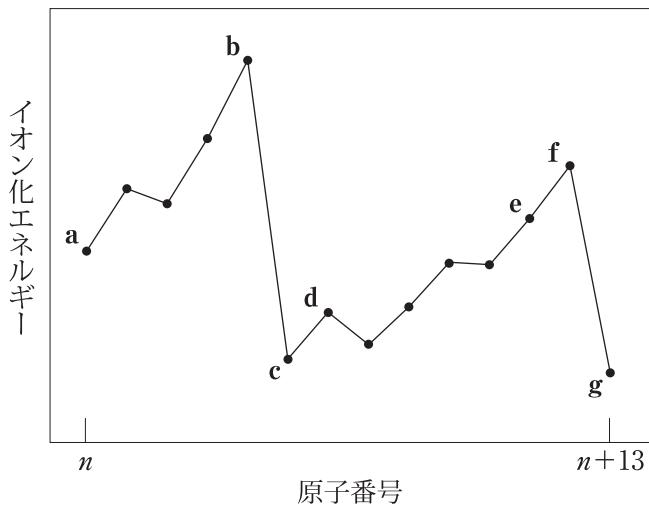


図 1

- ① **a** ~ **g** の原子のうち、**b** の原子が最も陽イオンになりにくい。
- ② **b**, **f** は、周期表において 18 族に属する元素である。
- ③ **c**, **g** は、アルカリ金属元素である。
- ④ **c** ~ **f** の原子のうち、電子親和力が最も大きいのは **e** の原子である。
- ⑤ **a** の原子と **e** の原子が結びつくときの結合は、イオン結合である。

化学 I

問 4 40 mL の水(密度 1.00 g/cm^3)と 60 mL のエタノール(密度 0.79 g/cm^3)を混合した溶液の密度は 0.90 g/cm^3 であった。この溶液の体積は何 mL か。最も適当な数値を、次の①～⑤のうちから一つ選べ。⑤ mL

① 87

② 92

③ 97

④ 100

⑤ 102

問 5 密閉容器に、ある量の酸素と 12.0 g の炭素を封入し点火したところ、炭素と酸素がすべて反応し、容器内には一酸化炭素と二酸化炭素のみが存在した。反応前の酸素の体積と反応後の混合気体の体積を比べると、標準状態で 2.24 L 増加していた。生じた二酸化炭素の物質量は何 mol か。最も適当な数値を、次の①～⑤のうちから一つ選べ。⑥ mol

① 0.20

② 0.40

③ 0.60

④ 0.80

⑤ 1.0

問 6 身のまわりの物質に関する記述として下線部に誤りを含むものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 7

- ① アルゴンは化学的に安定で、電球の封入ガスに使われる。
- ② 水銀は常温で液体の金属で、温度計に利用される。
- ③ 鉄粉を用いた使い捨てカイロでは、鉄が酸素で酸化される反応が利用されている。
- ④ ポリエチレンはエチレンの縮合重合により得られ、包装用フィルム、容器などに使われる。
- ⑤ 酢酸エチルは酢酸とエタノールから得られるエステルであり、香料や溶媒として使われる。

化学 I

第2問 次の問い合わせ(問1～8)に答えよ。(配点 30)

問1 化学変化および状態変化と熱に関する記述として、下線部に誤りを含むものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 8

- ① 黒鉛の燃焼熱を 394 kJ/mol 、ダイヤモンドの燃焼熱を 396 kJ/mol とすると、黒鉛 1 mol がダイヤモンド 1 mol に変化するとき、 2 kJ の熱が放出される。
- ② 二酸化硫黄の生成熱を 297 kJ/mol 、三酸化硫黄の生成熱を 395 kJ/mol とすると、二酸化硫黄と酸素から三酸化硫黄 1 mol が生成するとき、 98 kJ の熱が放出される。
- ③ 水の蒸発熱を 44 kJ/mol 、水の融解熱を 6 kJ/mol とすると、水 1 mol が固体から直接気体に変化するとき、 50 kJ の熱が吸収される。
- ④ メタンの燃焼熱を 891 kJ/mol 、プロパンの燃焼熱を 2220 kJ/mol とすると、それぞれを完全燃焼させて 100 kJ の熱量を得るときに発生する二酸化炭素の物質量は、プロパンの方が大きい。
- ⑤ 塩酸と水酸化ナトリウム水溶液の中和熱を 56 kJ/mol とすると、硫酸 1 mol を含む希硫酸を水酸化ナトリウム水溶液で完全に中和するときの発熱量は、 56 kJ より大きい。

問 2 硝酸アンモニウム NH_4NO_3 の水に対する溶解熱を求めるために、次の実験を行った。実験の結果から求められる硝酸アンモニウムの溶解熱 [kJ/mol] として最も適当な数値を、下の①～⑥のうちから一つ選べ。ただし、溶液 1 g の温度が 1 °C 下がるときに放出される熱量は 4.2 J とする。9 kJ/mol

発泡スチロールで断熱した容器に、水 46 g を入れ、あらかじめ温度を測った。この中に、硝酸アンモニウムの固体 4.0 g を加え、すばやく溶かした。再び水溶液の温度を測定したところ、温度は 6.2 °C 下降したと見積もられた。

① -52

② -26

③ -13

④ 13

⑤ 26

⑥ 52

化学 I

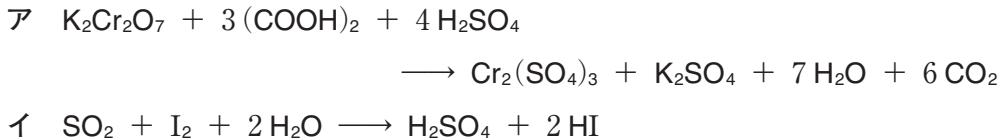
問3 塩基性酸化物としてはたらかず、酸性酸化物としてはたらくものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 10



問4 次の塩 a～c を水に溶かしたとき、それぞれの水溶液の pH の大小関係を正しく示しているものはどれか。下の①～⑥のうちから一つ選べ。 11



問 5 次の反応(ア・イ)に関する記述として誤りを含むものを、下の①～⑥のうちから一つ選べ。 12



- ① アでは、シュウ酸は酸化されている。
- ② アでは、クロム原子の酸化数が +6 から +3 に変化している。
- ③ アでは、硫黄原子の酸化数は、反応前後で変化していない。
- ④ イでは、ヨウ素原子の酸化数が 0 から -1 に変化している。
- ⑤ イでは、二酸化硫黄が酸化剤としてはたらいている。

問 6 1.00 mol/L の硝酸銀水溶液 200 mL に銅 100.0 g を浸したところ、銅の表面に銀が析出した。水溶液中の銀イオンのモル濃度が 0.75 mol/L になったとき、残っている銅と析出した銀の質量の合計は何 g か。最も適当な数値を、次の①～⑥のうちから一つ選べ。ただし、水溶液の体積は変化しないものとする。

13 g

- | | | |
|---------|---------|---------|
| ① 94.6 | ② 96.2 | ③ 99.2 |
| ④ 102.2 | ⑤ 103.8 | ⑥ 105.4 |

化学 I

問7 図1に示すように、豆電球を導線でつなぎ、ダニエル電池を放電させた。これに関する記述として誤りを含むものを、下の①～⑤のうちから一つ選べ。

14

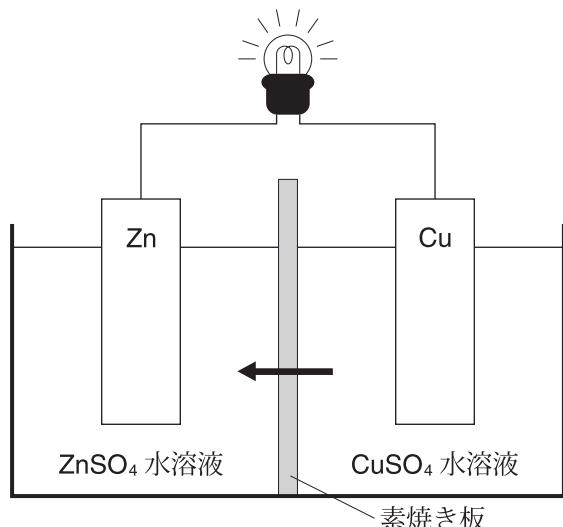


図 1

- ① 亜鉛板では、亜鉛が酸化される。
- ② 電子は、導線中を亜鉛板から銅板の方向に流れる。
- ③ 亜鉛板の質量は減少し、銅板の質量は増加する。
- ④ 電解液中の硫酸イオンは、図中の矢印(←)の方向に素焼き板を通って移動する。
- ⑤ 亜鉛板をニッケル板に、硫酸亜鉛水溶液を硫酸ニッケル水溶液に替えると、電流は、導線中をニッケル板から銅板の方向に流れる。

問 8 図 2 に示すように、二つの白金電極を用いた電気分解装置に 0.10 mol/L の希硫酸 500 mL を入れ、一定の電流を 1930 秒 間流して電気分解した。このとき、陽極と陰極で発生した気体の物質量の合計は 0.060 mol であった。この電気分解で流した電流は何 A か。最も適当な数値を、下の①～⑥のうちから一つ選べ。ただし、ファラデー定数は $9.65 \times 10^4\text{ C/mol}$ とする。 15 A

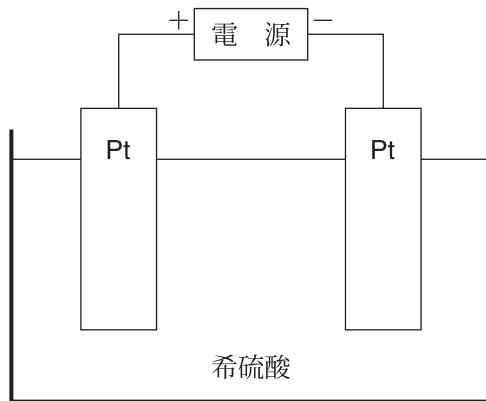


図 2

① 3.0

② 4.0

③ 5.0

④ 6.0

⑤ 7.0

⑥ 8.0

化学 I

第3問 次の問い合わせ(問1～6)に答えよ。(配点 20)

問1 図1は、実験室におけるアンモニアの製法を示している。図1の化合物A、乾燥剤B、捕集方式Cの組合せとして最も適当なものを、下の①～⑧のうちから一つ選べ。16

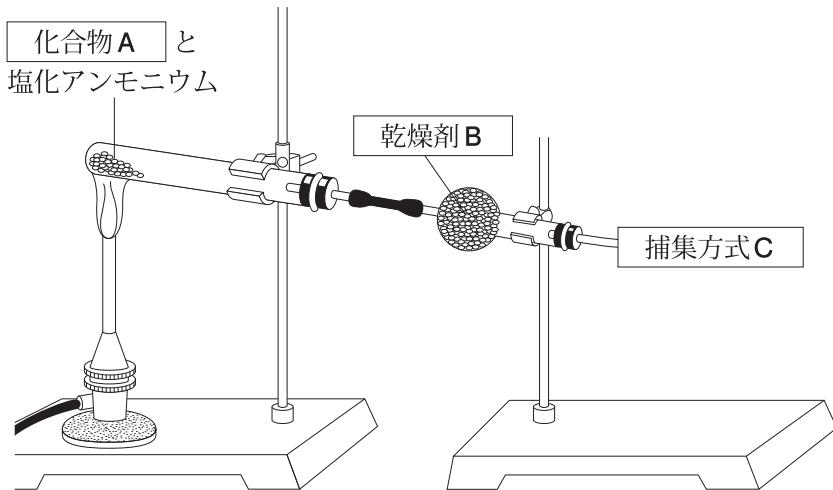


図 1

	化合物A	乾燥剤B	捕集方式C
①	水酸化カルシウム	塩化カルシウム	上方置換
②	水酸化カルシウム	塩化カルシウム	下方置換
③	水酸化カルシウム	ソーダ石灰	水上置換
④	水酸化カルシウム	ソーダ石灰	上方置換
⑤	硫酸ナトリウム	塩化カルシウム	上方置換
⑥	硫酸ナトリウム	塩化カルシウム	下方置換
⑦	硫酸ナトリウム	ソーダ石灰	水上置換
⑧	硫酸ナトリウム	ソーダ石灰	下方置換

問2 ハロゲンに関する記述として誤りを含むものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 17

- ① 塩素は、さらし粉に塩酸を加えると得られる。
- ② 塩素水には、漂白・殺菌作用がある。
- ③ 臭素を塩化カリウム水溶液に加えると、塩素が生じる。
- ④ フッ素と水素を混合すると、爆発的に反応する。
- ⑤ ヨウ素は、ヨウ化カリウム水溶液によく溶ける。

問3 アルミニウムに関する記述として誤りを含むものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 18

- ① アルミニウムの单体は、アルミニウムイオンを含む水溶液の電気分解で得られる。
- ② アルミニウムの单体は、高温の水蒸気と反応し、水素を発生する。
- ③ アルミニウムの单体と酸化鉄(Ⅲ)の粉末混合物に点火すると、鉄の单体が生じる。
- ④ アルミニウムの单体は、濃い水酸化ナトリウム水溶液と反応し、水素を発生する。
- ⑤ ジュラルミンは、アルミニウムを含む合金であり、軽量で強度が高い。

化学 I

問 4 炭酸ナトリウムの工業的製法であるアンモニアソーダ法には、次の過程 1, 2 が含まれる。

過程 1 塩化ナトリウムの飽和水溶液にアンモニアを十分に吸収させてから二酸化炭素を吹き込むと、炭酸水素ナトリウムが沈殿する。



過程 2 炭酸水素ナトリウムの沈殿を分離して加熱すると、炭酸ナトリウムが得られる。



過程 1, 2 の反応により、塩化ナトリウム 117 kg から得られる炭酸ナトリウムは何 kg か。最も適当な数値を、次の①～⑥のうちから一つ選べ。ただし、アンモニア、水および二酸化炭素は十分に存在し、反応は完全に進行するものとする。19 kg

① 42

② 53

③ 84

④ 106

⑤ 168

⑥ 212

問5 次の **a** ~ **d** のうち、鉄と銅の両方に当てはまる記述の組合せとして正しいものを、下の①~⑥のうちから一つ選べ。 20

- a** 単体は濃硝酸に溶解する。
- b** 単体は希塩酸に溶解する。
- c** 化合物には有色のものが存在する。
- d** 酸化数の異なる化合物が存在する。

① **a** + **b**
④ **b** + **c**

② **a** + **c**
⑤ **b** + **d**

③ **a** + **d**
⑥ **c** + **d**

問6 **A**, **B** に示した化合物の水溶液を混合した際に生じる沈殿について、**C** に示した沈殿の色が誤っているものを、次の①~⑤のうちから一つ選べ。 21

	A	B	C
①	硝酸銀	水酸化ナトリウム	褐色
②	硫酸銅(II)	硫化水素	黒色
③	塩化鉄(III)	アンモニア	緑白色
④	酢酸鉛(II)	クロム酸カリウム	黄色
⑤	塩化バリウム	硫酸マグネシウム	白色

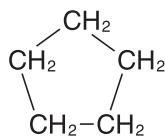
化学 I

第4問 次の問い合わせ(問1~7)に答えよ。(配点 25)

問1 幾何異性体(シス-トランス異性体)が存在する化合物を、次の①~⑤のうちから一つ選べ。 22

- | | | |
|---------|---------|-------------------|
| ① 乳 酸 | ② マレイン酸 | ③ <i>o</i> -クレゾール |
| ④ 1-ブテン | ⑤ 塩化ビニル | |

問2 a欄に示す2種類の化合物を区別するための試薬(b欄)として不適当なものを見、次の①~⑤のうちから一つ選べ。 23

	a	b
①	$\begin{array}{c} \text{CH}_3-\underset{\text{O}}{\overset{ }{\text{C}}}-\text{CH}_3 \\ \text{CH}_3-\underset{\text{O}}{\overset{ }{\text{C}}}-\text{CH}_2-\text{H} \end{array}$	アンモニア性硝酸銀溶液
②	$\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{O}-\text{CH}_3 \\ \text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{OH} \end{array}$	ナトリウム
③	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}_2$ 	臭素水
④	$\begin{array}{c} \text{CH}_3-\underset{\text{O}}{\overset{ }{\text{C}}}-\text{O}-\text{CH}_3 \\ \text{CH}_3-\underset{\text{O}}{\overset{ }{\text{C}}}-\text{CH}_2-\text{OH} \end{array}$	フェーリング液
⑤	$\begin{array}{c} \text{CH}_3-\underset{\text{OH}}{\overset{ }{\text{CH}}}-\text{CH}_3 \\ \text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{OH} \end{array}$	ヨウ素と 水酸化ナトリウム水溶液

問3 ベンゼンに関する記述として誤りを含むものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 24

- ① ベンゼンは、アセチレン3分子が重合すると生じる。
- ② ベンゼンは、常温・常圧で液体である。
- ③ ベンゼンは、炭素間の単結合と二重結合が交互に連なった構造をもつ。
- ④ ベンゼンの分子を構成するすべての原子は、同一平面上に存在する。
- ⑤ ベンゼンに水素を付加すると、シクロヘキサンが生じる。

問4 化合物Aを原料として化合物Bを合成する反応について、Cに示した反応の種類が誤っているものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 25

	A	B	C
①	クロロベンゼン	<i>p</i> -ジクロロベンゼン	付 加
②	ニトロベンゼン	アニリン	還 元
③	<i>o</i> -キシレン	フタル酸	酸 化
④	サリチル酸	サリチル酸メチル	縮 合
⑤	トルエン	2,4,6-トリニトロトルエン	置 換

化学 I

問5 図1は、フェノールを合成する経路を示したものである。〔ア〕～〔ウ〕に当てはまる化合物の組合せとして最も適当なものを、下の①～⑧のうちから一つ選べ。〔26〕

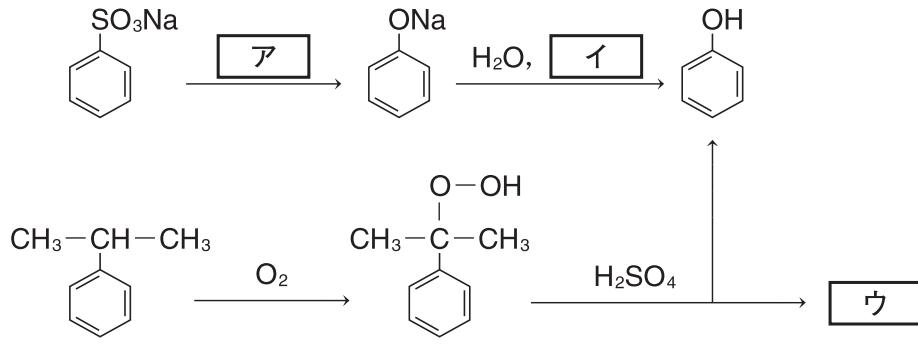


図 1

	ア	イ	ウ
①	H ₂ SO ₄	CO ₂	CH ₃ COCH ₃
②	H ₂ SO ₄	CO ₂	CH ₃ CH ₂ COOH
③	H ₂ SO ₄	NH ₃	CH ₃ COCH ₃
④	H ₂ SO ₄	NH ₃	CH ₃ CH ₂ COOH
⑤	NaOH	CO ₂	CH ₃ COCH ₃
⑥	NaOH	CO ₂	CH ₃ CH ₂ COOH
⑦	NaOH	NH ₃	CH ₃ COCH ₃
⑧	NaOH	NH ₃	CH ₃ CH ₂ COOH

問 6 窒素を含む芳香族化合物に関する記述として誤りを含むものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 27

- ① アニリンを塩酸に加えると、アニリン塩酸塩となって溶解する。
- ② アセトアニリドは、アミド結合を含む化合物である。
- ③ 塩化ベンゼンジアゾニウムの水溶液を加熱すると、酸素が発生する。
- ④ ニトロベンゼンは、水より重い油状の化合物である。
- ⑤ メチルオレンジは、pH 指示薬として用いられるアゾ化合物である。

問 7 炭素、水素、酸素のみからなり、分子量 122 のベンゼン環をもつエステル 6.10 g を完全燃焼したところ、二酸化炭素 15.4 g と水 2.70 g が生じた。このエステル 1.0 mol に過剰の水酸化ナトリウム水溶液を加えて加熱し、完全に加水分解した。このとき消費された水酸化ナトリウムの物質量は何 mol か。最も適当な数値を、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 28 mol

- ① 0.50
- ② 1.0
- ③ 1.5
- ④ 2.0
- ⑤ 2.5
- ⑥ 3.0

「旧教育課程履修者」だけが選択できる科目です。
「新教育課程履修者」は、選択してはいけません。

生 物 I

(解答番号 ~)

第1問 細胞分裂に関する次の文章(A・B)を読み、下の問い合わせ(問1~6)に答えよ。

(配点 20)

A 体細胞分裂の過程では、まず核分裂が起こる。核分裂の過程は、前期、中期、後期、終期に分けられ、核分裂が終わってから次の核分裂が始まるまでの期間をア間期とよぶ。核分裂に続いて細胞質分裂が起こる。動物細胞ではイが形成されて細胞質が二分されるが、植物細胞ではウが形成されて細胞質が二分される。また、エが行う分裂のように、核分裂後に細胞質分裂が起こらずに、次の核分裂が起こる場合もある。

図1は、ある培養細胞を十分な栄養分を含む培地で培養し、その後、時間tの時点で栄養分の少ない培地に移して培養を続けたときの、時間経過とともに細胞1個あたりの体積の変化を調べた結果を示している。なお、培養は温度を25°Cに保って行った。

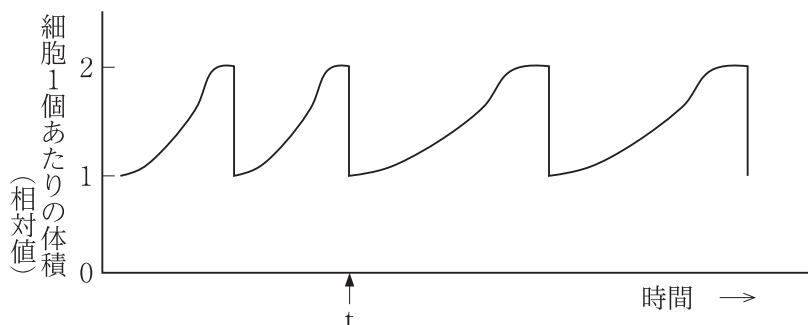


図 1

問 1 下線部アに関して、間期の動物細胞にはみられない構造として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。[1]

- ① 核 膜 ② 核小体 ③ 動原体 ④ 中心体

問 2 上の文章中の [イ] ~ [エ] に入る語の組合せとして最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。[2]

	イ	ウ	エ
①	細胞板	くびれ	胚のう細胞
②	くびれ	細胞板	胚のう細胞
③	細胞板	くびれ	二次卵母細胞
④	くびれ	細胞板	二次卵母細胞

問 3 図 1 から推論されることとして最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。[3]

- ① 栄養分が少ないと、培養細胞は分裂を停止する。
- ② 栄養分が少ないと、成長が遅れるので、培養細胞は小さくなる。
- ③ 栄養分の量に関わらず、培養細胞は分裂後に一定の時間が経過すると分裂する。
- ④ 栄養分の量に関わらず、培養細胞は分裂後に一定の体積まで成長すると分裂する。

生物 I

問4 図1の培養細胞は、25℃ではDNA合成を開始することができるが、39℃ではDNA合成を開始することができない。DNA合成の開始以外の過程は、25℃でも39℃でも同様に進行し、培養温度を25℃から39℃に変えた時点でDNAを合成中の培養細胞はDNA合成を継続できる。培養温度を25℃から39℃に変え、細胞周期(分裂が終了してから次の分裂が終了するまでの過程)より十分に長い時間培養した培養細胞における細胞1個あたりのDNA量に関する記述として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。ただし、分裂直後の培養細胞1個あたりのDNA量を1とする。

4

- ① すべての細胞で1である。
- ② すべての細胞で2である。
- ③ 一部の細胞では1であり、大部分の細胞では2である。
- ④ 細胞によって異なり、1から2までの様々な値である。

生物 I

(下書き用紙)

生物 I の試験問題は次に続く。



生物 I

B ウニの受精卵における細胞質分裂では、紡錘糸によって細胞表層に信号が伝えられ、これによって細胞質分裂の開始が調節されていると考えられている。このことについて調べるため、ウニの受精卵を用いて次の**実験 1～3**を行った。

実験 1 多数の分裂中期の受精卵(中期の様々な時期のものを含む)から紡錘体を除去すると、細胞質分裂が起こらなかつたが、多数の分裂後期の受精卵(後期の様々な時期のものを含む)から紡錘体を除去すると、細胞質分裂が起こつた。

実験 2 多数の分裂中期の受精卵に紡錘糸の伸長を阻害する物質 P を作用させると、細胞質分裂が起こらなかつたが、多数の分裂後期の受精卵に物質 P を作用させると、通常と同じように核分裂が進行し、細胞質分裂が起こつた。

実験 3 分裂期にある多数の受精卵(分裂期の様々な時期のものを含む)を集め、物質 P を作用させた。その後、物質 P を作用させてからの時間と、処理した受精卵のうち細胞質分裂を開始した受精卵の割合の関係を調べたところ、図 2 に示す結果が得られた。

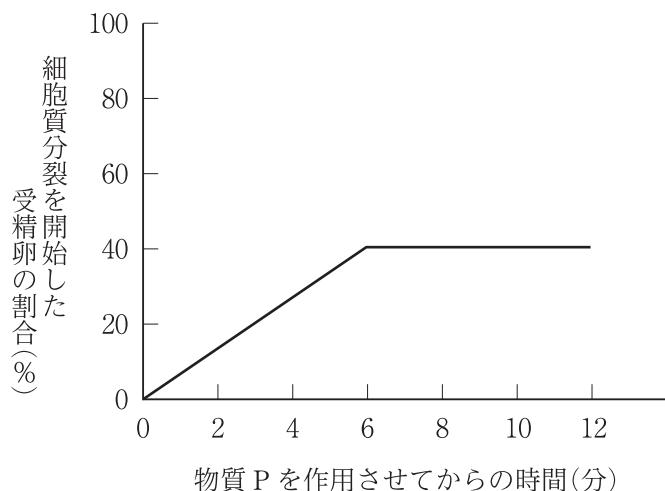


図 2

問 5 実験 1・実験 2 の結果から、紡錘糸によって伝えられる信号と細胞質分裂に関する推察されることとして最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 5

- ① 細胞質分裂を促進するための信号が、紡錘糸によって中期が始まるまでに細胞表層に伝わり、紡錘体の存在下でのみ細胞質分裂が起こる。
- ② 細胞質分裂を促進するための信号が、紡錘糸によって後期が始まるまでに細胞表層に伝わり、紡錘体の存在下でのみ細胞質分裂が起こる。
- ③ 細胞質分裂を促進するための信号が、紡錘糸によって中期が始まるまでに細胞表層に伝わると、紡錘体が存在しなくても細胞質分裂が起こる。
- ④ 細胞質分裂を促進するための信号が、紡錘糸によって後期が始まるまでに細胞表層に伝わると、紡錘体が存在しなくても細胞質分裂が起こる。
- ⑤ 細胞質分裂を抑制するための信号が、紡錘糸によって細胞表層に伝わり、紡錘体が消失すると細胞質分裂が起こる。

問 6 実験 3 で、同じ実験を何回繰り返しても、物質 P を作用させてから 6 分が経過すると細胞質分裂を開始した受精卵の割合が増加しなくなった。ウニの受精卵の分裂過程において、この 6 分が示す時間として最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 6

- ① 分裂期の時間
- ② 前期が始まってから中期が終わるまでの時間
- ③ 前期が始まってから後期が終わるまでの時間
- ④ 中期が始まってから細胞質分裂が始まるまでの時間
- ⑤ 後期が始まってから細胞質分裂が始まるまでの時間
- ⑥ 細胞質分裂が始まってから細胞質分裂が終わるまでの時間

生物 I

第2問 動物の発生に関する次の文章(A・B)を読み、下の問い合わせ(問1～5)に答えよ。(配点 20)

A カエルの卵は卵黄の分布から **ア** とよばれる。受精卵は イ 卵割によって細胞数を増加させ、やがて、内部に空所をもつ胞胚になる。胞胚期を過ぎると、特定の部位に半円状の原口が現れ、この部分から陷入が始まる。原口の背側の部域は ウ 原口背唇とよばれ、陷入によって胚の内部に移動する。陷入の進行にともなって原口は円形になり、この円形の原口に囲まれた部分は **エ** とよばれる。やがて、神経胚期になると **オ** から神経管ができる、尾芽胚期には様々な器官がつくられる。

問1 上の文章中の **ア**・**エ**・**オ** に入る語の組合せとして最も適当なものを、次の①～⑧のうちから一つ選べ。 **7**

	ア	エ	オ
①	等黃卵	肛門	中胚葉
②	等黃卵	肛門	外胚葉
③	等黃卵	卵黃栓	中胚葉
④	等黃卵	卵黃栓	外胚葉
⑤	端黃卵	肛門	中胚葉
⑥	端黃卵	肛門	外胚葉
⑦	端黃卵	卵黃栓	中胚葉
⑧	端黃卵	卵黃栓	外胚葉

問 2 下線部イに関する記述として誤っているものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 8

- ① 卵黄は卵割の妨げとなるため、その量や分布は卵割に影響を与える。
- ② 間期に DNA の合成が行われないので、細胞の増殖速度は速い。
- ③ カエル卵の第一卵割、第二卵割、第三卵割は、それぞれ経割、経割、緯割である。
- ④ カエル卵の第一卵割、第二卵割、第三卵割は、それぞれ等割、等割、不等割である。

問 3 下線部ウの部域から分化するものとして最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 9

- ① 脊 髓
- ② 脊 索
- ③ 肝 臓
- ④ 大 脳

問 4 カエルの初期発生に関する記述として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 10

- ① 受精が起こると、精子進入点の反対側に灰色三日月環が形成される。
- ② 桑実胚の段階では、卵割腔は形成されていない。
- ③ 胚胎では、胞胚腔が動物極側に偏って形成され、胞胚腔は将来の体腔となる。
- ④ 原口は、将来中胚葉となる部分に形成される。

生物 I

B 受精直後から第一卵割が始まるまでの間の様々な時期のアフリカツメガエルの受精卵に植物極側から紫外線を照射すると、紫外線を照射する時期によって、次のような六つの段階の尾芽胚が生じる。

- 段階 0 頭部、眼、脊索、体節のいずれも存在する(正常な胚)。
- 段階 1 頭部が正常のものより小さいが、眼は正常で、脊索と体節は存在する。
- 段階 2 頭部が小さく、左右の眼は一つにつながるが、脊索と体節は存在する。
- 段階 3 頭部が非常に小さく、眼を欠くが、脊索と体節は存在する。
- 段階 4 頭部を欠くが、脊索と体節は存在する。
- 段階 5 頭部を欠き、脊索と体節も存在しない。

この六つの段階を指標として、次の実験 1・実験 2を行った。

実験 1 図 1 は 64 細胞期胚であり、a～c は特定の部位の割球を示す。段階 5 の胚が生じるように紫外線を照射した多数の受精卵から生じた 64 細胞期胚(紫外線を照射した胚)から割球 a を除去し、除去した部位に、紫外線を照射していない 64 細胞期胚の割球 a を移植した。同様に、紫外線を照射した胚から割球 b を除去し、紫外線を照射していない胚の割球 b を移植した。また、紫外線を照射した胚から割球 c を除去し、紫外線を照射していない胚の割球 c を移植した。それぞれの割球を移植した胚から生じた尾芽胚に占める段階 0～5 の胚の割合を調べたところ、図 2 に示す結果が得られた。

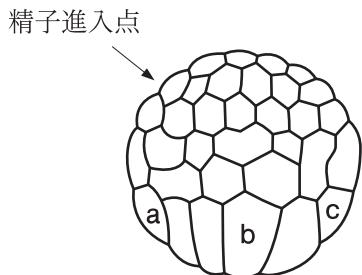


図 1

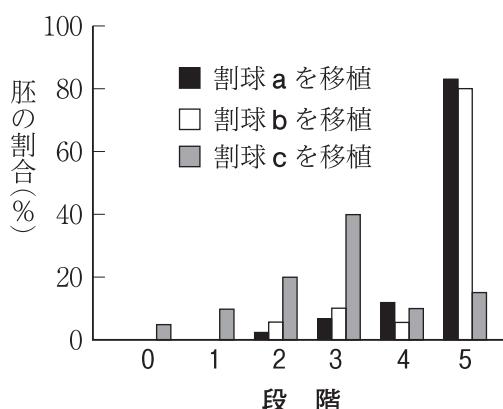


図 2

実験 2 段階 5 の胚が生じるように紫外線を照射した多数の受精卵から生じた 64 細胞期胚から割球 c を除去し、除去した部位に、紫外線を照射していない 64 細胞期胚の割球 c に色素を注入してから移植した。移植を受けた 64 細胞期胚から生じた正常な尾芽胚(段階 0)の断面を観察したところ、色素は図 3 の灰色で示した領域に分布していた。なお、この色素は色素を注入した割球 c から生じた細胞には含まれるが、他の細胞に含まれることはない。

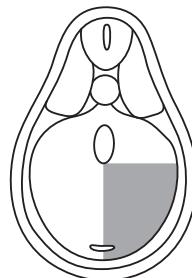


図 3

問 5 実験 1・実験 2 に関する記述として適当なものを、次の①～⑧のうちから二つ選べ。ただし、解答の順序は問わない。 11 • 12

- ① 紫外線を照射した胚から割球 a を除去し、紫外線を照射していない胚の割球 a を移植すると、約 15 % の胚は正常に発生できる。
- ② 紫外線を照射した胚から割球 b を除去し、紫外線を照射していない胚の割球 b を移植すると、約 30 % の胚で脊索と体節が形成される。
- ③ 紫外線を照射した胚から割球 c を除去し、紫外線を照射していない胚の割球 c を移植すると、約 85 % の胚で脊索と体節が形成される。
- ④ 脊索と体節は、割球 c から分化するが、割球 a と割球 b からは分化しない。
- ⑤ 脊索と体節は、割球 c とは異なる細胞から分化する。
- ⑥ 脊索と体節は、割球 a と割球 b からのみ分化する。
- ⑦ 割球 a は、割球 a ~ c のうちで、脊索と体節をつくらせる活性が最も高い。
- ⑧ 割球 b は、割球 a ~ c のうちで、頭部の構造をつくらせる活性が最も高い。

生物 I

第3問 遺伝に関する次の文章(A・B)を読み、下の問い合わせ(問1～5)に答えよ。

(配点 20)

A ある植物の花の色には有色と白色があり、有色の純系個体の遺伝子型は RR、白色の純系個体の遺伝子型は rr である。有色の純系個体と白色の純系個体を交配したところ、得られた雑種第一代(F_1)はすべて有色個体となった。さらに、 F_1 個体どうしを交配して雑種第二代(F_2)を得たところ、全体に占める有色個体の割合は、メンデルの法則にしたがった場合に期待される ア % にはならず、ア % よりも多かった。この原因を調べるために、 F_1 個体の雌しべに白色個体の花粉を受粉させたところ、次世代では、有色個体：白色個体 = 1 : 1 に分離した。一方、 F_1 個体の花粉を白色個体の雌しべに受粉させたところ、次世代では、有色個体：白色個体 = 7 : 3 に分離した。

問1 上の文章中の ア に入る数値として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。13 %

① 25

② 50

③ 75

④ 85

問 2 F_1 個体に対する検定交雑の結果から推察できることとして最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 14

- ① 受精の過程で、遺伝子 R をもつ卵細胞の方が遺伝子 r をもつ卵細胞よりも受精する割合が高かった。
- ② 遺伝子 R をもつ花粉の方が遺伝子 r をもつ花粉よりも花粉管の伸長がよく、精細胞が胚のうへ到達する割合が高かった。
- ③ 胚のう母細胞から胚のうが形成される過程で、遺伝子 R をもつ胚のう細胞の方が遺伝子 r をもつ胚のう細胞よりも多く形成された。
- ④ 花粉母細胞から花粉が形成される過程で、遺伝子 r をもつ花粉の方が遺伝子 R をもつ花粉よりも多く形成された。

生物 I

B ニワトリの体色には、白色と有色がある。白色になるか有色になるかは、互いに異なる常染色体上に存在する3組の対立遺伝子、遺伝子Aとa、遺伝子Bとb、遺伝子Dとdで決定され、遺伝子Aと遺伝子Bを少なくとも一つずつもち、遺伝子Dをもたない個体は有色になり、これ以外のすべての遺伝子型の個体は白色になる。したがって、白色の系統には、遺伝子型がAABBDDであるレグホーン系統、遺伝子型がAAbbddであるシルキー系統、遺伝子型がaaBBddであるワイアンドット系統などがある。

問3 上記のニワトリの系統について、次のイ・ウの交配で得られる次世代における個体の表現型の分離比として最も適当なものを、下の①～⑨のうちからそれぞれ一つずつ選べ。

イ レグホーン系統とシルキー系統の交配で得られたF₁個体に、ワイアンドット系統の個体を交配した。有色：白色 = 15

ウ レグホーン系統とシルキー系統の交配で得られたF₁個体どうしを交配した。有色：白色 = 16

- ① 1 : 0 ② 0 : 1 ③ 1 : 1 ④ 3 : 1 ⑤ 1 : 3
⑥ 9 : 7 ⑦ 7 : 9 ⑧ 13 : 3 ⑨ 3 : 13

問4 遺伝子型が不明の有色個体どうしを交配したところ、得られた次世代では有色：白色 = 3 : 1 に分離した。このときの親世代の有色個体の遺伝子型の組合せとして可能性のないものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 17

- ① AaBBdd × AaBBdd ② AABbdd × AABbdd
③ AABbdd × AaBbdd ④ AaBbdd × AaBbdd

問 5 上記のニワトリの体色の遺伝に関する記述として誤っているものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 18

- ① 白色の異なる系統の個体どうしを交配すると、次世代に有色個体のみを生じることがある。
- ② 白色の系統の個体と有色の系統の個体を交配すると、次世代に有色個体のみを生じることがある。
- ③ 遺伝子 A と a, 遺伝子 B と b, および遺伝子 D と d について、1 種類の遺伝子型の配偶子のみをつくる個体の体色は、必ず有色である。
- ④ 遺伝子 A と a, 遺伝子 B と b, および遺伝子 D と d について、8 種類の遺伝子型の配偶子をつくる個体の体色は、必ず白色である。

生物 I

第4問 体液浸透圧の調節と腎臓に関する次の文章(A・B)を読み、下の問い合わせ(問1～5)に答えよ。(配点 20)

A 脊椎動物の体液浸透圧は一定の範囲に維持されている。海水に生息する硬骨魚類では、体液浸透圧が周囲の海水と比べて **ア** であるので、水が体内から海水中に流出する。このため、海水に生息する硬骨魚類は海水を飲んで水分を補い、余分な塩類はえらから **イ** によって排出する。また、**ウ** な尿を少量排出する。海水に生息するサメやエイなどの軟骨魚類では、体液中に **エ** を含むことによって体液浸透圧を海水の浸透圧とほぼ等しく保っているので、硬骨魚類のように水が体内から海水中に流出することはない。

問1 上の文章中の **ア** ~ **ウ** に入る語句の組合せとして最も適当なものを、次の①~⑥のうちから一つ選べ。 **19**

	ア	イ	ウ
①	低張	受動輸送	体液よりも低張
②	低張	能動輸送	体液と等張
③	低張	能動輸送	体液よりも高張
④	高張	受動輸送	体液よりも高張
⑤	高張	受動輸送	体液と等張
⑥	高張	能動輸送	体液よりも低張

問2 上の文章中の **エ** に入る物質として最も適当なものを、次の①~④のうちから一つ選べ。 **20**

- ① グルコース ② アンモニア ③ 尿素 ④ 尿酸

B 腎臓は、尿を生成して老廃物の排出を行うとともに、体液浸透圧の調節にもはたらく器官である。腎臓には尿を生成する単位となる構造があり、これを腎単位(ネフロン)とよぶ。腎臓に入った血液の一部はろ過され、細尿管(腎細管)を経て集合管を通過する過程で、水や様々な成分が毛細血管に再吸収され、再吸収されなかつたものが尿となる。

ネズミの腎臓も、ヒトの腎臓とほぼ同様の構造と尿生成のしくみをもっている。図1は、ネズミの腎単位と集合管を模式的に示したものである。図1のa～dの部位を流れる液体と尿を採取し、それぞれについてタンパク質、グルコース、および尿素の濃度(mg/mL)を測定し、その結果を表1に示した。なお、表1の物質E、物質F、物質Gは、タンパク質、グルコース、尿素のいずれかを示している。また、ろ過されるがまったく再吸収されない物質であるイヌリンをネズミに注射し、体液中の濃度が一定になった状態で、図1のa～dの部位を流れる液体と尿を採取し、それぞれのイヌリンの濃度を測定した結果を、aの部位での濃度を1とした相対値で表1に示した。

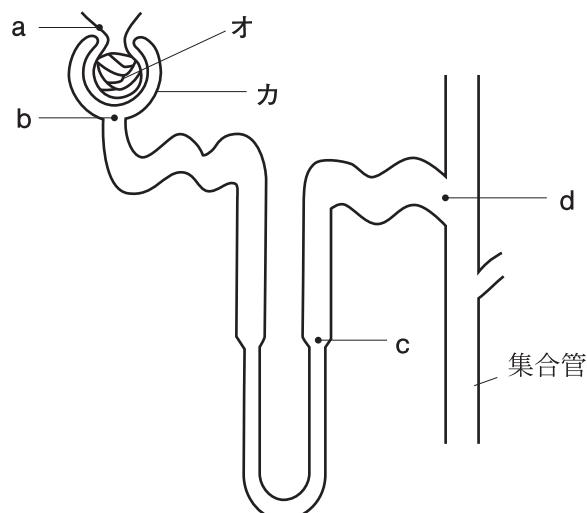


図 1

生物 I

表 1

	a	b	c	d	尿
物質 E	70	0	0	0	0
物質 F	1	1	0	0	0
物質 G	0.05	0.05	0.25	0.75	5
イヌリン	1	1	5	16	125

問3 図1のオ、力の構造、およびオと力を合わせた構造をそれぞれ何とよぶか。

これらの名称の組合せとして最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 21

	オ	力	オと力を合わせた構造
①	腎小体	糸球体	ボーマンのう
②	腎小体	ボーマンのう	糸球体
③	糸球体	腎小体	ボーマンのう
④	糸球体	ボーマンのう	腎小体
⑤	ボーマンのう	腎小体	糸球体
⑥	ボーマンのう	糸球体	腎小体

問4 1時間に生じる尿の量が1mLであるとき、イヌリンの濃度から考えて、1時間に生じる原尿の量は何mLになるか。最も適当な値を、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 22 mL

- ① 24 ② 125 ③ 180 ④ 288 ⑤ 300

問5 表1の結果に関する記述として適当なものを、次の①～⑦のうちから二つ選べ。ただし、解答の順序は問わない。

23 · 24

- ① 物質Eはグルコースであり、ろ過されない。
- ② 物質Eはタンパク質であり、ろ過されるがb-c間ですべて再吸収される。
- ③ 物質Fはタンパク質であり、ろ過されない。
- ④ 物質Fはグルコースであり、ろ過されるがb-c間ですべて再吸収される。
- ⑤ 集合管では、物質Gはみかけ上再吸収されない。
- ⑥ b-c間、c-d間、集合管のうち、水の再吸収量が最も多いのは集合管である。
- ⑦ b-c間、c-d間、集合管のうち、水の再吸収率が最も高いのは集合管である。

生物 I

第 5 問 植物の反応に関する次の文章(A・B)を読み、下の問い合わせ(問 1 ~ 5)に答えよ。(配点 20)

A 多くの植物では、花芽の形成に日長条件が影響を与えることが知られている。日長が長くなると花芽を形成する植物を長日植物とよび、日長が短くなると花芽を形成する植物を短日植物とよぶ。日長と花芽の形成との関係を調べるために、2種類の植物(植物Pと植物Q)を用いて、次の実験1を行った。

実験 1 植物Pと植物Qを多数用意し、8時間の明期と16時間の暗期を繰り返す明暗周期で、暗期の開始から、2, 4, 6, 8時間後のいずれかに短時間の光照射(光中断)を行う条件に置いた。それぞれの条件に置かれた個体のうち、花芽を形成した個体の割合(%)を調べたところ、表1に示す結果が得られた。

表 1

光中断の時期	植物P	植物Q
2時間後	97 %	0 %
4時間後	70 %	43 %
6時間後	25 %	77 %
8時間後	0 %	100 %

問 1 長日植物と短日植物の花芽の形成に関する記述として誤っているものを、次の①~④のうちから一つ選べ。 25

- ① 連続暗期の長さは葉で感知される。
- ② 花芽の形成に適当な条件下では、葉でフロリゲンが合成される。
- ③ フロリゲンは道管を通って芽に移動する。
- ④ フロリゲンは花芽の形成を誘導する。

問2 花芽の形成に関して、植物を長日植物、短日植物、中性植物の三つのグループに分類した場合、同じグループに分類される植物のみを含む植物の組合せとして最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 26

- ① アブラナ、ホウレンソウ、コムギ
- ② アサガオ、コムギ、トマト
- ③ トウモロコシ、コムギ、キク
- ④ アサガオ、アブラナ、コムギ
- ⑤ トウモロコシ、オナモミ、キク
- ⑥ トマト、ホウレンソウ、オナモミ

問3 実験1に関する次の記述ア～カのうち、正しい記述の組合せとして最も適当なものを、下の①～⑧のうちから一つ選べ。ただし、ここでは限界暗期の長さを、1個体でも花芽を形成するようになる最長または最短の連続暗期の長さとする。 27

- ア 植物Pは長日植物であり、植物Qは短日植物である。
- イ 植物Pは短日植物であり、植物Qは長日植物である。
- ウ 植物Pの限界暗期の長さも、植物Qの限界暗期の長さも、4時間と6時間の間にある。
- エ 植物Pの限界暗期の長さは6時間と8時間の間にあり、植物Qの限界暗期の長さは2時間と4時間の間にある。
- オ 植物Pの限界暗期の長さは8時間と10時間の間にあり、植物Qの限界暗期の長さは12時間と14時間の間にある。
- カ 植物Pの限界暗期の長さも、植物Qの限界暗期の長さも、10時間と12時間の間にある。

- | | | | |
|-------|-------|-------|-------|
| ① ア、ウ | ② ア、エ | ③ ア、オ | ④ ア、カ |
| ⑤ イ、ウ | ⑥ イ、エ | ⑦ イ、オ | ⑧ イ、カ |

生物 I

B 木本植物の芽は、形成後しばらくの間休眠することがあり、休眠している間は環境条件が適当であっても、芽の成長は抑制される。芽の休眠には日長条件や植物ホルモンが関与する場合がある。芽の休眠について調べるために、植物Rを用いて次の実験2を行った。

実験2 植物Rを16時間の明期と8時間の暗期を繰り返す日長条件(長日条件)、または、8時間の明期と16時間の暗期を繰り返す日長条件(短日条件)に置いた。その後、様々な時期に植物体から芽を単離して、一定濃度の植物ホルモンXを含む培地、または、植物ホルモンXを含まない培地で培養し、芽が成長を開始するまでの日数を調べたところ、図1に示す結果が得られた。なお、この植物の芽における植物ホルモンXの含有量を調べたところ、どの時点でも置かれた日長条件による差はみられなかった。

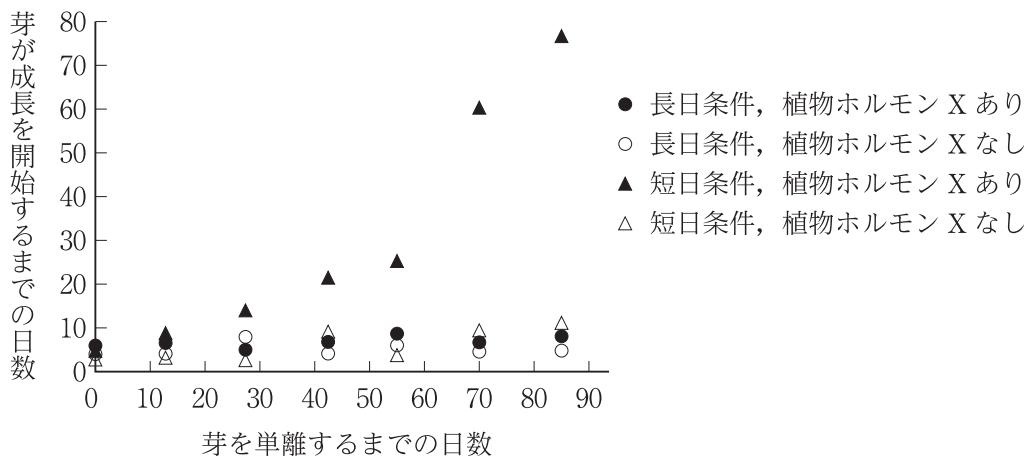


図 1

問 4 下線部キについて、休眠は種子でもみられる。種子の休眠を促進する植物ホルモンとして最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 28

- ① アブシシン酸 ② エチレン ③ オーキシン
④ サイトカイニン ⑤ ジベレリン

問 5 実験 2 の結果に関する記述として適当なものを、次の①～⑧のうちから二つ選べ。ただし、解答の順序は問わない。 29 • 30

- ① 長日条件に置かれると、芽における植物ホルモン X の合成量がしだいに増加する。
- ② 短日条件に置かれると、芽における植物ホルモン X の合成量がしだいに増加する。
- ③ 長日条件に置かれると、芽の植物ホルモン X に対する感受性がしだいに上昇する。
- ④ 短日条件に置かれると、芽の植物ホルモン X に対する感受性がしだいに上昇する。
- ⑤ 長日条件では、植物ホルモン X の有無に関わらず、芽が休眠する。
- ⑥ 短日条件では、植物ホルモン X が作用すると、芽が休眠する。
- ⑦ 長日条件では、植物ホルモン X が作用すると、芽が休眠する。
- ⑧ 短日条件では、植物ホルモン X の作用が弱まると、芽が休眠する。

「旧教育課程履修者」だけが選択できる科目です。
「新教育課程履修者」は、選択してはいけません。

地 学 I

(解答番号 ~)

第1問 地球に関する次の問い合わせ(A・B)に答えよ。(配点 20)

A 地磁気に関する次の文章を読み、下の問い合わせ(問1~3)に答えよ。

ある地点における地磁気は、全磁力、伏角、偏角の三つの要素を用いて表すことができる。北緯45°付近にあるP地点では、全磁力が50000 nT(ナノテスラ)、伏角が下向きに60°、偏角が真北から西へ15°であった。したがって、水平分力はnTである。

地磁気は一定ではなく、太陽活動などの影響を受けて変化する。太陽活動のうち、太陽表面でと呼ばれる爆発現象が発生したときには、それに伴う各種の現象が地球の各地域で観測されることが多い。

問1 文章中の・に入れる数値と語の組合せとして最も適当なものを、次の①~⑥のうちから一つ選べ。

	ア	イ
①	25000	プロミネンス(紅炎)
②	25000	フレア
③	29000	プロミネンス
④	29000	フレア
⑤	35000	プロミネンス
⑥	35000	フレア

問2 文章中の下線部に関連して、太陽表面で爆発現象が生じたときに、地球で生じる現象について述べた次の文 a～c の正誤の組合せとして最も適當なものを、下の①～⑧のうちから一つ選べ。 2

- a 爆発現象発生の数日後に、短波通信の障害が生じ始める。
- b 爆発現象発生の数日後に、オーロラが観測され始める。
- c 爆発現象発生の数分後に、全磁力や伏角が突発的に異常を示し始める。

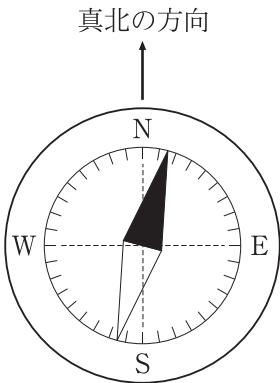
	a	b	c
①	正	正	正
②	正	正	誤
③	正	誤	正
④	正	誤	誤
⑤	誤	正	正
⑥	誤	正	誤
⑦	誤	誤	正
⑧	誤	誤	誤

地学 I

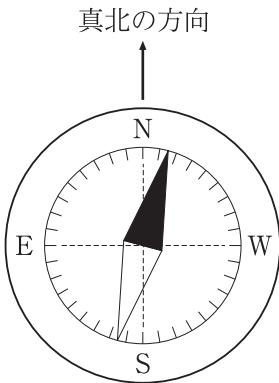
問3 P地点でクリノメーターの盤面のNを真北の方向に合わせた。クリノメーターの盤面の様子と磁針の向きを表した図として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。ただし、図中の黒く塗られた針が磁針のN極である。

3

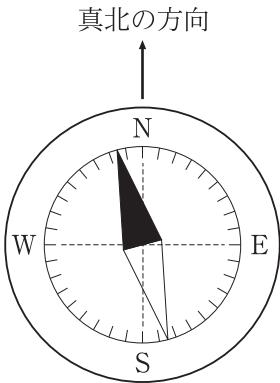
①



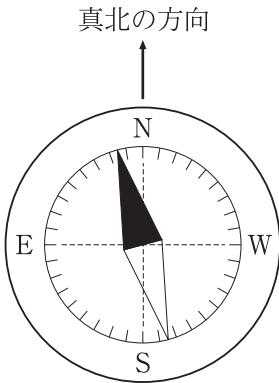
②



③



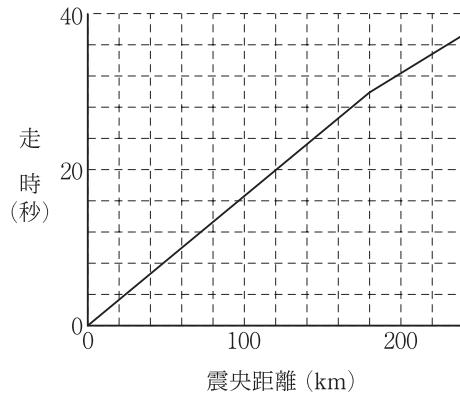
④



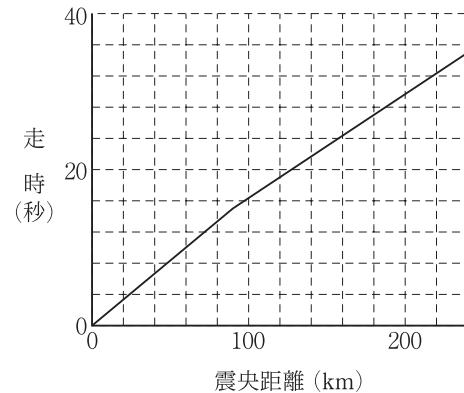
B 走時曲線に関する次の文章を読み、下の問い合わせ(問4～6)に答えよ。

互いに離れた **Q** 地域と **R** 地域で、震源の浅い地震をほぼ一直線に並ぶ複数の観測点で観測し、各観測点で初期微動が始まった時刻を結んで図1の走時曲線をそれぞれ作成した。

図1より、地殻中を伝わる P 波の速度は、**Q** 地域でも **R** 地域でも **ウ** km/s であり、その値は等しかった。また、**Q** 地域の地殻の厚さは約 30 km であり、**R** 地域の地殻の厚さは約 **エ** km と見積もられた。なお、両地域とも、地下は水平な二層構造である。



Q 地域



R 地域

図1 **Q** 地域と **R** 地域の走時曲線

地学 I

問 4 文章中の **ウ**・**工** に入れる数値の組合せとして最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 **4**

	ウ	工
①	6.0	15
②	6.0	45
③	6.0	60
④	7.0	15
⑤	7.0	45
⑥	7.0	60

問 5 地震波の性質について述べた文として誤っているものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 **5**

- ① P 波は、地表付近の空気中を伝わる音波よりも速度が大きい。
- ② S 波も空気中を伝わる音波も、伝わる方向と振動方向が直交する横波である。
- ③ P 波の振幅は、震源で同時に発生した S 波の振幅よりも小さい。
- ④ S 波の速度は、柔らかい物質中を伝わる場合の方が硬い物質中を伝わる場合よりも小さい。

問6 地殻やモホロビチッチ不連続面(モホ面, モホ不連続面)について述べた文として最も適当なものを, 次の①~④のうちから一つ選べ。 6

- ① モホロビチッチ不連続面までの深さは, 標高の高い山脈の方が深海底よりも浅い。
- ② 深海底の堆積物^{たいせき}の厚さは, 中央海嶺^{かいりょう}から離れるにつれて薄くなる。
- ③ 大陸地殻を構成する岩石の密度は, 上部マントルを構成する岩石の密度よりも大きい。
- ④ 海洋地殻を構成する岩石は, 上部マントルを構成する岩石よりも SiO_2 重量%が大きい。

地学 I

第2問 岩石・鉱物に関する次の問い合わせ(A・B)に答えよ。(配点 20)

A 火山岩に関する次の文章を読み、下の問い合わせ(問1～4)に答えよ。

マグマが地表近くの浅いところで急激に冷えて固まると火山岩になる。火山岩は化学組成によって流紋岩、安山岩、玄武岩の3種類に分類される。次の表1は、火山岩A～Cに含まれるおもな化学成分の含有量を調べた結果である。

表1 火山岩A～Cの化学組成(重量%)

火山岩	SiO ₂	ア	FeO+Fe ₂ O ₃	イ	MgO	ウ	K ₂ O	その他	合計
A	49.1	15.7	11.8	9.0	6.2	3.1	1.5	3.6	100.0
B	59.6	17.3	6.5	5.8	2.8	3.6	2.0	2.4	100.0
C	72.8	13.5	2.3	1.2	0.4	3.8	4.5	1.5	100.0

問1 表1中の火山岩A～Cの岩石名の組合せとして最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。7

	A	B	C
①	安山岩	玄武岩	流紋岩
②	安山岩	流紋岩	玄武岩
③	玄武岩	流紋岩	安山岩
④	玄武岩	安山岩	流紋岩
⑤	流紋岩	安山岩	玄武岩
⑥	流紋岩	玄武岩	安山岩

問2 表1中のア～ウは、火山岩A～Cの造岩鉱物である斜長石に共通して含まれる化学成分である。化学成分ア～ウの組合せとして最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 8

	ア	イ	ウ
①	Na ₂ O	CaO	Al ₂ O ₃
②	Na ₂ O	Al ₂ O ₃	CaO
③	CaO	Na ₂ O	Al ₂ O ₃
④	CaO	Al ₂ O ₃	Na ₂ O
⑤	Al ₂ O ₃	Na ₂ O	CaO
⑥	Al ₂ O ₃	CaO	Na ₂ O

問3 顕微鏡下で観察される火山岩の組織について述べた文として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 9

- ① 粗粒の鉱物のまわりを細粒の鉱物やガラスが埋めている。
- ② ほぼ同じ大きさの粗粒の鉱物からできている。
- ③ 鉱物が一方向に配列している。
- ④ 角がとれた細粒の鉱物からできている。
角 かど

問4 玄武岩の産状について述べた文として適当でないものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 10

- ① 層理面に沿って貫入した岩床を形成する。
- ② 層理面を切るように貫入した岩脈を形成する。
- ③ 大規模に貫入した岩体である底盤(バソリス)を形成する。
- ④ 海底に枕状溶岩を形成する。
枕 まくら

地学 I

B 堆積岩に関する次の文章を読み、下の問い合わせ(問5・問6)に答えよ。

堆積物が統成作用を受けて固結した岩石を堆積岩という。堆積岩は構成成分の起源により、碎屑岩、火山碎屑岩(火碎岩)、生物岩、化学岩に分類される。

問5 碎屑岩や火山碎屑岩について述べた文として適當でないものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 11

- ① 火山灰が固結した岩石を凝灰岩という。
- ② 火山碎屑岩は、化学組成によって分類される。
- ③ 粒径がおもに1 mmの粒子から構成される碎屑岩は砂岩に分類される。
- ④ 砂岩や泥岩が接触変成作用を受けるとホルンフェルスになる。

問6 堆積岩のうち、生物岩と化学岩のどちらにも分類される岩石がある。このような岩石の化学組成は次のa～dのどれとどれか。その組合せとして最も適當なものを、下の①～⑥のうちから一つ選べ。 12



① aとb

② aとc

③ aとd

④ bとc

⑤ bとd

⑥ cとd

(下書き用紙)

地学 I の試験問題は次に続く。

地学 I

第3問 地質調査に関する次の文章を読み、下の問い合わせ(問1～6)に答えよ。

(配点 20)

次の図1に示す地域で地質調査を行った。この地域にはP, Qの小さな山が存在し、両方とも標高120m以上ではビカリア(ビカリヤ)の化石を含む水平なA層が分布することと、A層は地点Vで見られる断層Fによって切られていることが、予備調査でわかつっていた。

地質調査は、図1中のX—X'に沿って行われ、地点I～VIIについて以下のようないきさつを得た。図2はX—X'に沿った地形断面図を示したものである。なお、この地域に分布する地層の走向・傾斜は変化せず、断層F以外の断層は存在しない。

地点I：東側の花こう岩体Gと、西側のフズリナ(紡錘虫)^{ぼうすいちゅう}を含む石灰岩B層の境界が見られ、境界付近の石灰岩は変成作用を受けていた。B層は傾いた地層である。

地点II：東側のB層と西側のC層の地層境界が見られた。C層は水平層であり、アンモナイトとトリゴニア(三角貝)の化石が含まれていた。

地点III：幅30cmの安山岩の岩脈Hが見られ、垂直にC層に貫入していた。岩脈Hは、地点Yでも同じ幅で確認されており、数百mにわたって分布するひと続きのものであると判断されている。しかし、岩脈Hは地点Yと地点IIIを結んだ線分の延長上にある地点ZではA層によって切られていることが観察された。

地点IV：東側のC層と西側のB層の地層境界が見られた。

地点V：断層Fが見られ、断層の走向はNS、傾斜は60°Wであった。断層をはさんで東側にB層、西側にC層が見られた。また、この断層には水平方向のずれ(横ずれ)はないものと判断された。

地点VI：東側のC層と西側のB層の地層境界が見られた。

地点VII：東側のB層と西側のC層の地層境界が見られた。

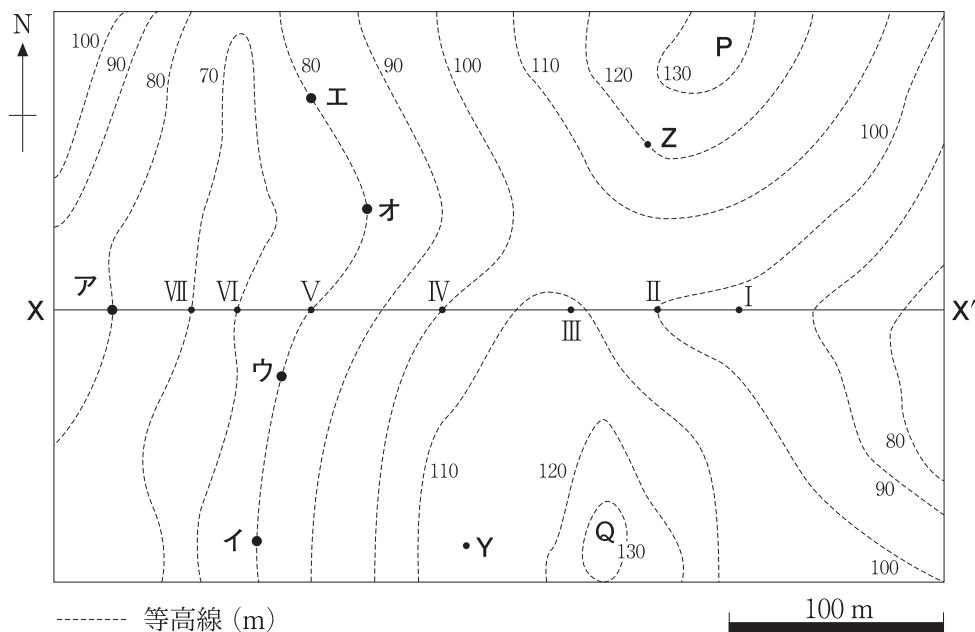


図 1 地形図

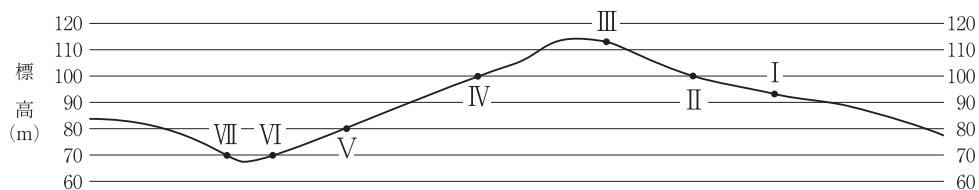


図 2 X-X' 方向に沿った地形断面図

問 1 地点 I に見られた変成作用を受けた石灰岩について述べた文として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 13

- ① 含まれている鉱物は、変成作用を受けていない部分と比べると粒径が大きい。
- ② 紅柱石を多く含んでいる。
- ③ 変成作用を受けていない部分とは、化学組成が大きく異なる。
- ④ 花こう岩体 G の礫を含んでいる。

地学 I

問2 岩脈Hが形成された時期として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 14

- ① 200万年前
- ② 6000万年前
- ③ 2.6億年前
- ④ 3.6億年前

問3 断層Fが受けた水平方向の力と相対的に上昇した側の組合せとして最も適当なものを、次の①～⑧のうちから一つ選べ。 15

	水平方向の力	上昇した側
①	東西方向の圧縮する力	東側
②	東西方向の圧縮する力	西側
③	東西方向の引っ張る力	東側
④	東西方向の引っ張る力	西側
⑤	南北方向の圧縮する力	東側
⑥	南北方向の圧縮する力	西側
⑦	南北方向の引っ張る力	東側
⑧	南北方向の引っ張る力	西側

問4 図1中の地点ア～オのうち、断層Fが観察できる位置はどれか。最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 16

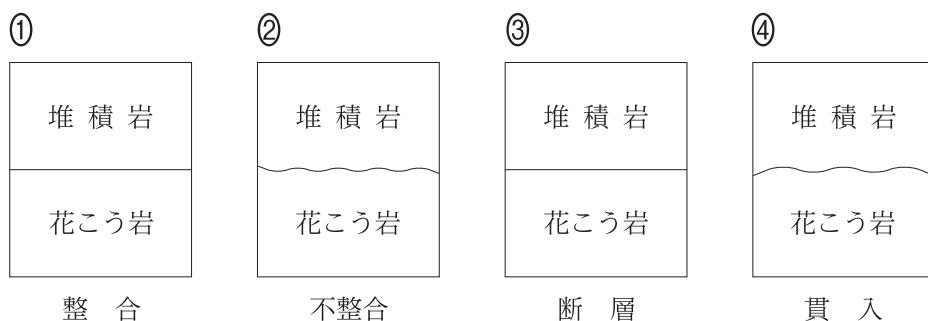
- ① ア
- ② イ
- ③ ウ
- ④ エ
- ⑤ オ

問5 この地域について述べた次の文 a ~ c の正誤の組合せとして最も適当なものとし、下の①~⑧のうちから一つ選べ。 17

- a この地域は2回以上陸化した時代があった。
- b A層が分布するのは、図1中では山体PとQ付近のみである。
- c B層とC層がくり返し見られることから、C層には褶曲構造しううきょくが存在する。

	a	b	c
①	正	正	正
②	正	正	誤
③	正	誤	正
④	正	誤	誤
⑤	誤	正	正
⑥	誤	正	誤
⑦	誤	誤	正
⑧	誤	誤	誤

問6 一般に、花こう岩体の上に堆積岩たいせきが存在する場合、その関係を示した模式図としてありえないものを、次の①~④のうちから一つ選べ。 18



地学 I

第4問 大気と海洋に関する次の問い合わせ(A・B)に答えよ。(配点 20)

A 太陽放射と地球放射に関する次の文章を読み、下の問い合わせ(問1～4)に答えよ。

地球には、絶えずほぼ一定量の太陽放射エネルギーが到達している。太陽・地球間の平均距離において、地球大気圏外で、太陽光線に垂直な単位面積が単位時間に受け取る太陽放射エネルギー量を太陽定数という。しかし、(a) 地球大気による吸収や散乱、および雲や地表による反射の影響を受けるため、地表に到達する太陽放射エネルギー量は大気圏外と比べて減少している。また、緯度によって太陽光線と地表とのなす角度が異なるため、単位面積の地表が単位時間に受け取る太陽放射エネルギー量も緯度によって異なる。

大気圏外において太陽放射エネルギー吸収量から地球放射エネルギー量を引いたものを正味の入射エネルギー量とする。次の図1は、緯度による正味の入射エネルギー量の分布を示した模式図である。おもに ア の形で放射される地球放射エネルギー量の緯度による違いは、太陽放射エネルギー吸収量の緯度による違いと比べて イ。エネルギーは、高温の低緯度から低温の高緯度へ(b) 大気や海水の大循環によって輸送される。

太陽放射の影響を受ける地球大気圏は、その温度分布から、対流圏、成層圏、中間圏、熱圏の4層に区分されている。

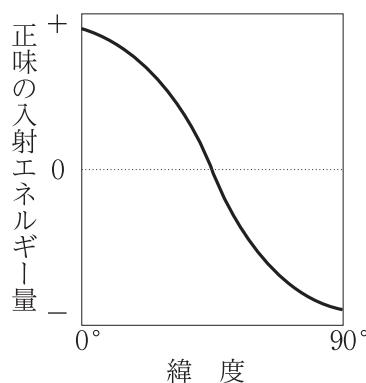


図1 緯度による正味の入射エネルギー量

問 1 文章中の下線部(a)に関連して、地球に入射した太陽放射のうち約 30%は大気や雲、地表面によって反射・散乱され、約 20%は大気に吸収される。これらのこと考慮して、地表面が受け取る全太陽放射エネルギーを地表面全体に平均して分配したエネルギー量(W/m^2)は、太陽定数を $I(\text{W}/\text{m}^2)$ としたときどのように表されるか。そのエネルギー量を表した式として最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。

19

① $\frac{I}{4} \times \frac{20}{100}$

② $\frac{I}{4} \times \frac{50}{100}$

③ $\frac{I}{2} \times \frac{20}{100}$

④ $\frac{I}{2} \times \frac{50}{100}$

⑤ $I \times \frac{20}{100}$

⑥ $I \times \frac{50}{100}$

問 2 文章中の **ア**・**イ** に入る語の組合せとして最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

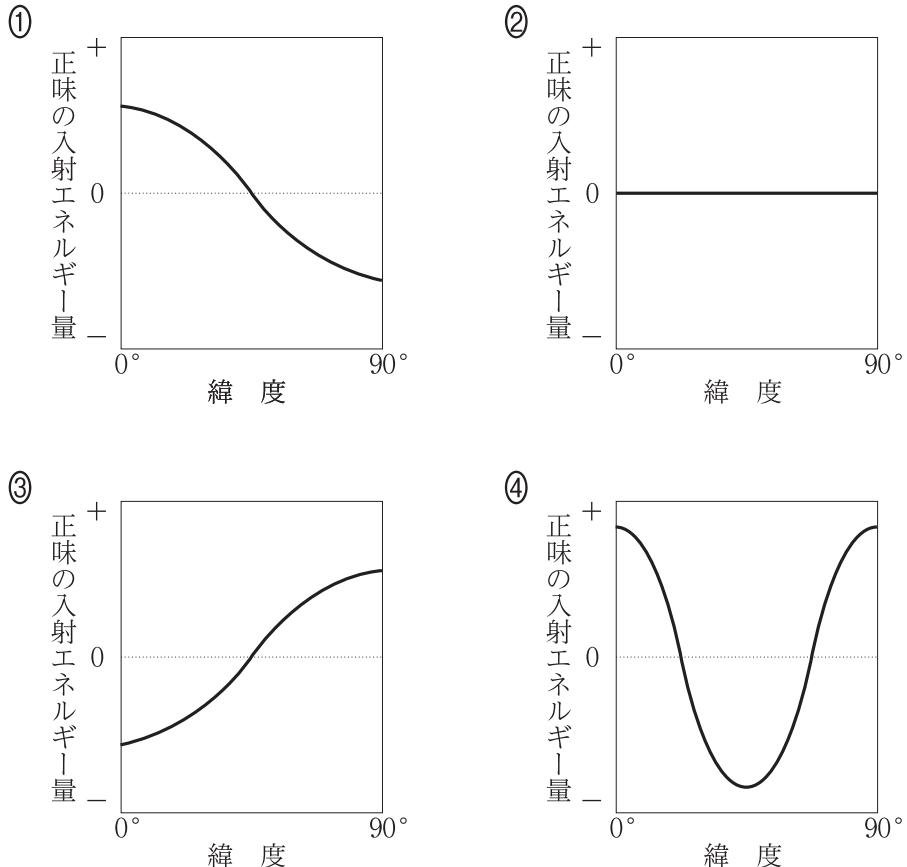
20

	ア	イ
①	可視光線	小さい
②	可視光線	大きい
③	赤外線	小さい
④	赤外線	大きい

地学 I

問3 文章中の下線部(b)に関連して、大気や海水の大循環によるエネルギーの輸送がないとき、正味の入射エネルギー量の緯度による違いはどのようになるか。その模式図として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

21



問 4 大気圏の層構造について述べた文として適当でないものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 22

- ① 対流圏では、大気中の水蒸気や二酸化炭素が地表からの放射を吸収し、高度とともに気温が上昇する。
- ② 成層圏では、大気中のオゾンが紫外線を吸収し、高度とともに気温が上昇する。
- ③ 中間圏では、大気による太陽放射の吸収がほとんどなく、高度とともに気温が低下する。
- ④ 熱圏では、大気が X 線や紫外線を吸収し、高度とともに気温が上昇する。

地学 I

B 海洋の構造に関する次の文章を読み、下の問い合わせ(問5・問6)に答えよ。

海洋の表層には、風や海流、冬季の海水の冷却などによって海水が鉛直方向にかき混ぜられ、水温が一定となる層が見られる。一方、海洋の深層には、密度が大きい海水が分布しており、水温は約 **ウ** ℃ 程度であり、ほぼ一定となっている。

海洋の表層部分と深層部分の間には、水温が急変する主水温躍層(温度躍層)が存在することがある。この主水温躍層は、一般的に **工** では存在しない。

(c) 深層の海水は、特定の海域で密度が大きくなつた海水が表層から沈み込んだものが起源であり、深層の海水は海底をゆっくり移動して 1000 年～2000 年かけて再び表層へと浮上する。

問5 文章中の **ウ**・**工** に入れる数値と語の組合せとして最も適當なもの、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 **23**

	ウ	工
①	-4～-6	低緯度
②	-4～-6	高緯度
③	2～4	低緯度
④	2～4	高緯度
⑤	8～10	低緯度
⑥	8～10	高緯度

問6 文章中の下線部(c)に関連して、次の図2中の海域A～Dのうち、深層への海水の沈み込みが生じている海域として最も適当なものを、下の①～④のうちから一つ選べ。 24

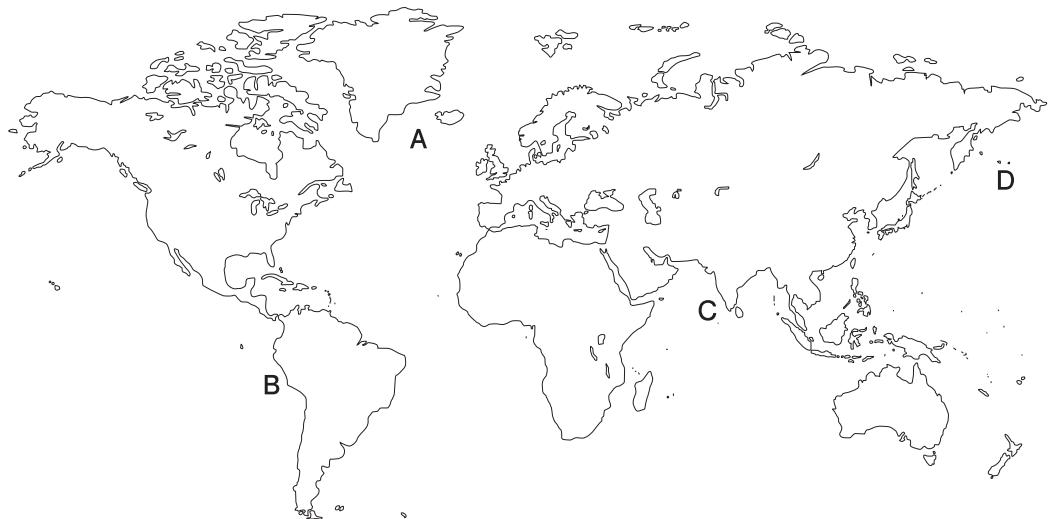


図 2

① A

② B

③ C

④ D

地学 I

第 5 問 宇宙に関する次の問い合わせ(A・B)に答えよ。(配点 20)

A 惑星の運動に関する次の文章を読み、下の問い合わせ(問 1～3)に答えよ。

太陽系の惑星や小惑星、彗星など、太陽のまわりを公転している天体は、ケプラーの法則に従って運動している。太陽のまわりを公転している天体の多くは、太陽を焦点の一つとする橢円軌道を描いており、太陽からの平均距離(軌道長半径)は、近日点距離 a_n と遠日点距離 a_f の ア で求められる。また、軌道の離心率が イ に近い値ほど、軌道の形は円に近くなる。次の図 1 は、地球、火星、小惑星イトカワの公転軌道を表している。地球は、火星やイトカワに比べて離心率が イ に近く、ほぼ円軌道を描いていると考えてよい。

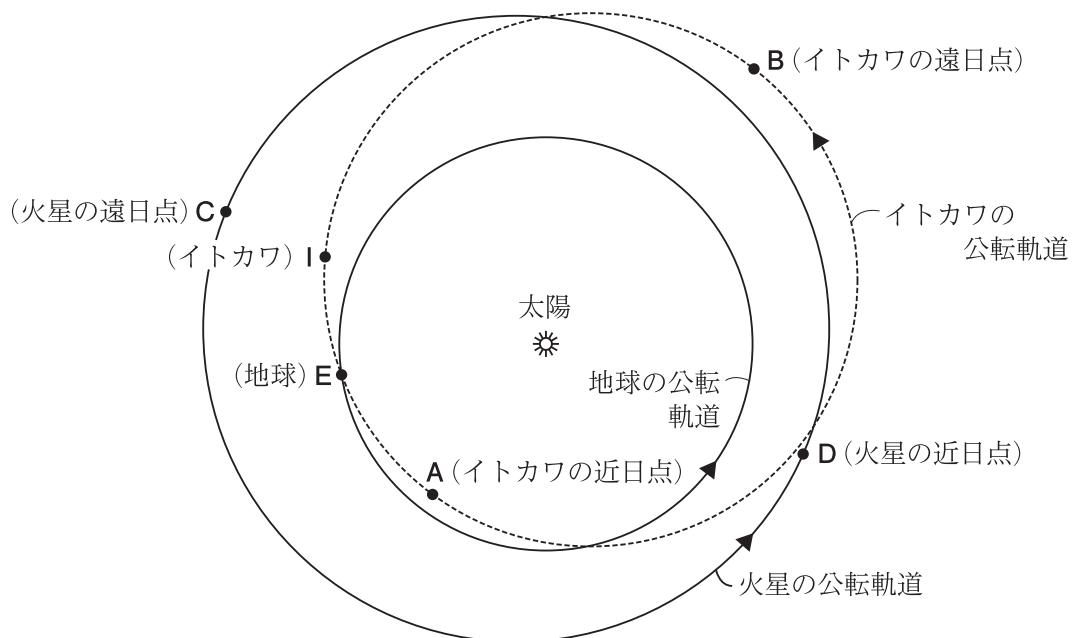


図 1 地球、火星、小惑星イトカワの公転軌道

火星およびイトカワの公転軌道を地球の公転軌道面上に描いたものである。

問 1 文章中の **ア**・**イ** に入る語と数値の組合せとして最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 **25**

	ア	イ
①	相加平均 $\left(\frac{a_n + a_f}{2} \right)$	0
②	相加平均 $\left(\frac{a_n + a_f}{2} \right)$	1
③	相乗平均 $(\sqrt{a_n \times a_f})$	0
④	相乗平均 $(\sqrt{a_n \times a_f})$	1

問 2 図 1 中の地点 A～D のうち、イトカワと火星の公転速度がそれぞれ最大となる公転軌道上の地点の組合せとして最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 **26**

	イトカワ	火 星
①	A	C
②	A	D
③	B	C
④	B	D

地学 I

問3 図1中の地点Eと地点Iは、2010年4月の地球とイトカワの位置を示している。このとき、日本において、望遠鏡を用いてイトカワが観測できたときの時刻と方位について述べた文として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

27

- ① 日の出前に、東の空に観測できた。
- ② 日の出前に、南の空に観測できた。
- ③ 日の入り後に、東の空に観測できた。
- ④ 日の入り後に、南の空に観測できた。

(下書き用紙)

地学 I の試験問題は次に続く。

地学 I

B 恒星に関する次の文章を読み、下の問い合わせ(問4～6)に答えよ。

太陽は、その中心部で起こる水素の核融合反応をエネルギー源としている主系列星である。主系列星の段階にある恒星の光度(全放射エネルギー)は、恒星の質量によって異なる。次の図2は、主系列星の光度と質量の関係を示したものである。

恒星の一生で最も長い期間は主系列星の段階であるので、恒星の寿命は主系列星の段階にある期間とほとんど同じであると考えてよい。したがって、太陽の寿命を100億年とすれば、図2中の恒星Xの寿命はおよそ ウ 年と見積もることができます。また、恒星Xは進化の過程の最後に、 工。

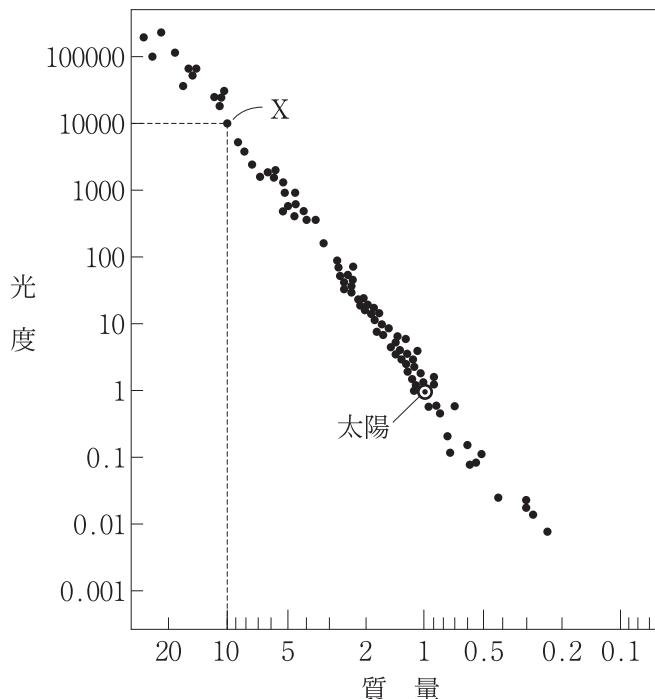
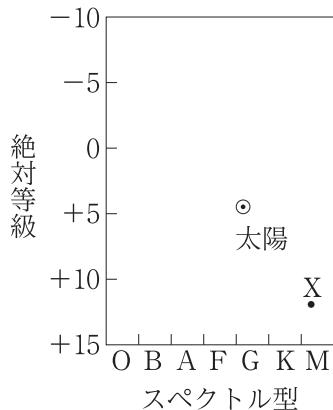


図2 主系列星の光度と質量の関係

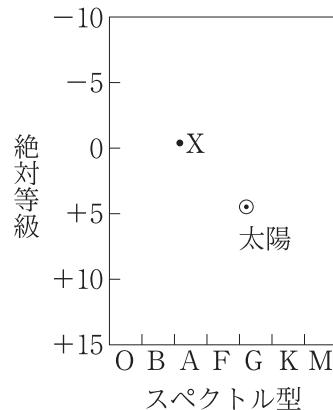
光度も質量も太陽を1としている。

問4 文章中の下線部に関連して、図2中の恒星XのHR図上における位置として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 28

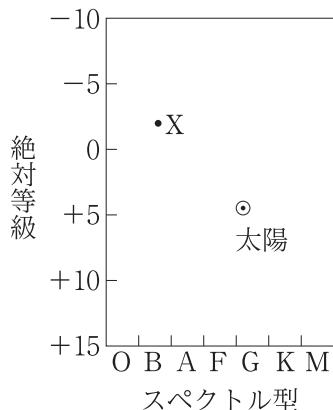
①



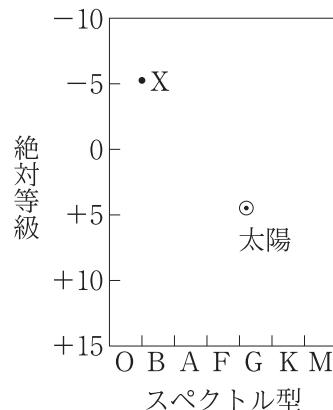
②



③



④



地学 I

問5 文章中の **ウ**・**エ** に入る数値と語句の組合せとして最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 **29**

	ウ	エ
①	1000 万	超新星爆発を起こす
②	1000 万	白色矮星になる
③	1 億	超新星爆発を起こす
④	1 億	白色矮星になる
⑤	10 億	超新星爆発を起こす
⑥	10 億	白色矮星になる

問6 恒星について述べた次の文 **a**～**c** の正誤の組合せとして最も適当なものを、下の①～⑧のうちから一つ選べ。 30

- a** 主系列星は、表面温度が高いほど、光度が大きい。
- b** スペクトル型の同じ主系列星と巨星(赤色巨星)の光度を比べると、巨星の方が大きい。
- c** 10 パーセクの距離にある恒星の年周視差は、100 パーセクの距離にある恒星の年周視差の 10 倍である。

	a	b	c
①	正	正	正
②	正	正	誤
③	正	誤	正
④	正	誤	誤
⑤	誤	正	正
⑥	誤	正	誤
⑦	誤	誤	正
⑧	誤	誤	誤

2 解答用紙に、正しく記入・マークされていない場合は、採点できないことがあります。特に、解答用紙の**解答科目欄**にマークされていない場合又は複数の科目にマークされている場合は、0点となることがあります。

解答科目については、間違いのないよう十分に注意し、マークしなさい。

3 理科②2科目を受験する者の試験の進行方法について(理科②2科目を受験する者のみ確認)

- 1) 先に解答する科目を「理科②(第1解答科目)」、後に解答する科目を「理科②(第2解答科目)」とし、それぞれの解答用紙に記入しなさい。
- 2) 理科②(第1解答科目)、理科②(第2解答科目)ともに解答時間は60分です。60分で1科目だけを解答しなさい。
- 3) 理科②(第1解答科目)の後に、答案を回収する時間などを設けてありますが、休憩時間ではありませんので、問題冊子や参考書などを開いてはいけません。

4 理科①2科目と理科②1科目を受験する者の試験の進行方法について(理科①2科目と理科②1科目を受験する者のみ確認)

- 1) 先に解答する科目を「理科②(第1解答科目)」、後に解答する科目を「理科①1科目め・2科目め」とし、それぞれの解答用紙に記入しなさい。
- 2) 理科②(第1解答科目)、理科①1科目め・2科目めともに解答時間は60分です。60分で、理科②、理科①のそれぞれを解答しなさい。
- 3) 理科②(第1解答科目)の後に、答案を回収する時間などを設けてありますが、休憩時間ではありませんので、問題冊子や参考書などを開いてはいけません。

5 試験中に問題冊子の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁及び解答用紙の汚れ等に気付いた場合は、手を高く挙げて監督者に知らせなさい。

6 解答は、解答用紙の解答欄にマークしなさい。例えば、**10**と表示のある問い合わせに対して③と解答する場合は、次の(例)のように**解答番号10の解答欄**の③にマークしなさい。

(例)	解答番号	解 答 欄
	10	① ② ● ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨

7 問題冊子の余白等は適宜利用してよいが、どのページも切り離してはいけません。

問題を解く際には、「問題」冊子にも必ず自分の解答を記録し、試験終了後に配付される「学習の手引き」にそって自己採点し、再確認しなさい。