

理 科〔問 題〕

(100点・90分)

注 意 事 項

1. 試験開始の合図があるまで、この問題冊子の中を見たり、裏返したりしてはいけません。
2. 出題科目、設問、ページ及び選択方法は、下表のとおりです。

出題科目	設問	ページ	選 択 方 法
物 理	第1～2問	4～12	左の3科目（設問第1～6問）6問のうちから、2問を選択し、解答しなさい。指定数をこえて解答してはいけません。
化 学	第3～4問	14～20	
生 物	第5～6問	22～33	
物 理	第7問	34～35	左の3科目（設問第7～9問）3問のうちから、1問を選択し、解答しなさい。指定数をこえて解答してはいけません。
化 学	第8問	36～37	
生 物	第9問	38～40	

3. この問題冊子は40ページあり、解答用紙は1枚（両面）です。
試験中に問題冊子・解答用紙の印刷不鮮明、ページの落丁などに気付いた場合は、手を挙げて監督者に知らせなさい。
4. 試験開始後、ただちに解答用紙の所定の記入欄に、氏名・受験番号・誕生日をそれぞれ正しく記入し、さらに受験番号・誕生日をその下のマーク欄にマークしなさい。また、解答問題欄には、選択解答する3問をマークしなさい。ただし、指定数（3問）をこえてマークした場合は、0点とします。
5. 受験番号・誕生日が正しく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。
6. 解答は、解答用紙の解答欄に各設問で指示された方法で記入しなさい。
例えば、

20

 と表示のある問いに対して②と解答する場合は、次の(例)のように解答番号20の解答欄の②にマークしなさい。

(例)

解答番号	解 答 欄
20	① ● ③ ④

7. 問題冊子の余白等は、下書きなどに適宜利用してよいが、各設問で指示された解答は、必ず解答用紙の解答欄に指示された方法で記入しなさい。
8. 試験終了後、提出は解答用紙のみとし、問題冊子は持ち帰りなさい。

(下書き用紙)

(下書き用紙)

物 理

第1問 以下の問1～問4について、 ～ に最も適するものを、それぞれの解答群の中から1つずつ選べ。

問1 気球が地上から初速度0で鉛直上向きに一定の加速度で上昇しはじめ、4.00秒後に地上から10.0 mの高さに達した。この気球の加速度の大きさは m/s^2 である。気球が地上から10.0 mの高さに達したときに、気球から小球を気球に対して初速度0で放した。小球を放してから小球が地上に到達するまでの時間は sである。ただし、重力加速度の大きさを 10.0 m/s^2 とし、空気抵抗は無視できるものとする。

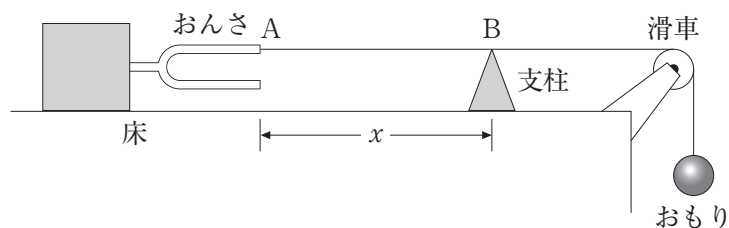
の解答群

- ① 0.500 ② 0.750 ③ 1.25 ④ 2.00 ⑤ 2.50 ⑥ 3.00

の解答群

- ① 0.500 ② 1.00 ③ 1.50 ④ 2.00 ⑤ 2.50 ⑥ 3.00

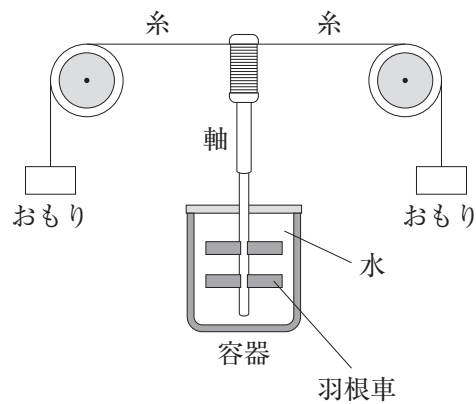
問2 図のように、床に固定したおんさの端の点 A に弦の一端を固定した。この弦を支柱の頂点 B と滑車にかけて、弦の他端におもりを取り付けた。支柱をおんさと滑車の間で移動させることで、AB 間の弦の長さを変化させることができる。おんさを振動数 f で振動させながら支柱を滑車に向かって動かすと、AB 間の距離が x のときに、AB 間の弦が共振した。この状態から、さらに支柱を滑車に向かってゆっくりと動かしていくと、AB 間の距離が y のとき、AB 間の弦が再び共振した。おんさと弦は等しい振動数で振動しているとする。弦を伝わる波の速さは 3 である。ただし、支柱の頂点 B は弦の振動の固定端として取り扱ってよいものとする。



3 の解答群

- ① $f(y-x)$ ② $2f(y-x)$ ③ $\frac{1}{2}f(y-x)$
- ④ $\frac{y-x}{f}$ ⑤ $\frac{2(y-x)}{f}$ ⑥ $\frac{y-x}{2f}$

問3 図のような装置の容器に質量 700 g の水を入れ、軸に2本の糸が巻き付けられた羽根車を水に入れた。これらの糸をそれぞれ滑車にかけて、左右の糸の端に質量が 5.0 kg のおもりをそれぞれ吊るした。糸に吊るされた2個のおもりがともにゆっくりと落下することで、羽根車が回転して容器内の水に仕事を行い、水の温度が上昇する。2個のおもりが 5.0 m 落下したときに、重力が2個のおもりにした仕事はすべて水の温度上昇に使われたとすると、水の温度は 4 K 上昇する。ただし、重力加速度の大きさを 9.8 m/s^2 、水の比熱を $4.2\text{ J/(g}\cdot\text{K)}$ とする。

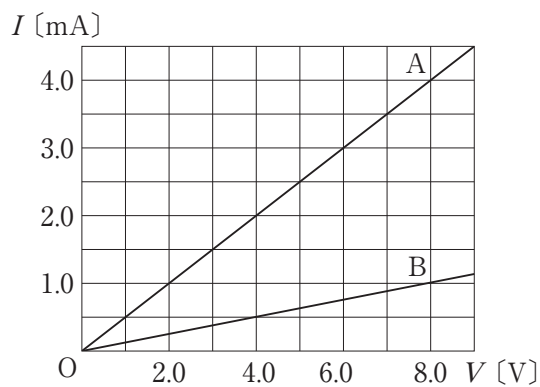


4 の解答群

- ① 0.073 ② 0.12 ③ 0.17 ④ 0.37 ⑤ 0.45 ⑥ 0.58

(下書き用紙)

問 4 図は、抵抗 A と B のそれぞれに加えた電圧 V [V] と、そのときに流れる電流 I [mA] の関係を表している。抵抗 A の抵抗値は 5 $\text{k}\Omega$ である。また、抵抗 A と B を直列に接続したときの合成抵抗を抵抗 C、並列に接続したときの合成抵抗を抵抗 D と呼ぶ。抵抗 C と抵抗 D のそれぞれに加えた電圧 V [V] とそのときに流れる電流 I [mA] の関係を表す図は 6 となる。

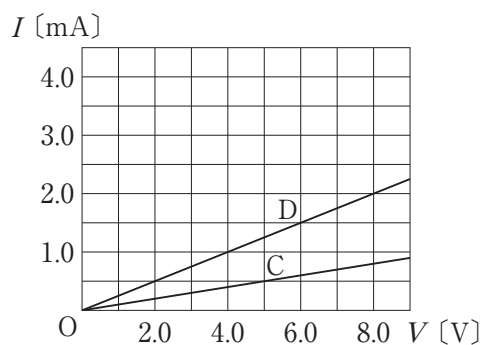


5 の解答群

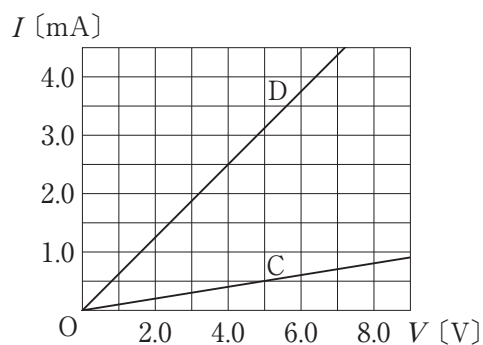
- ① 0.50 ② 1.0 ③ 2.0 ④ 3.0 ⑤ 5.0 ⑥ 8.0

6 の解答群

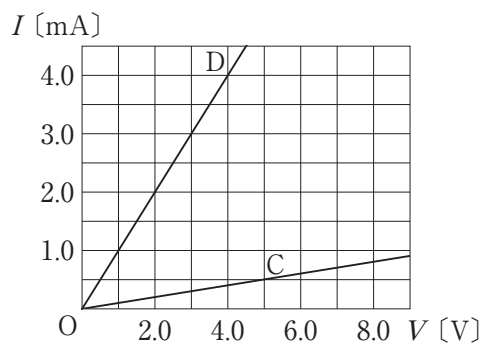
①



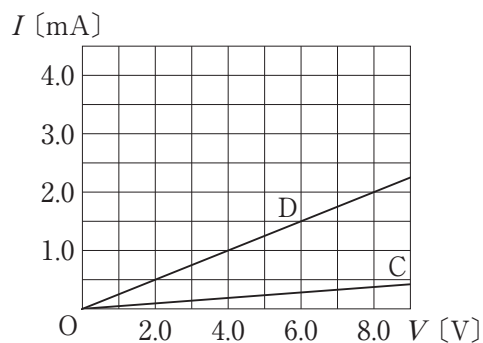
②



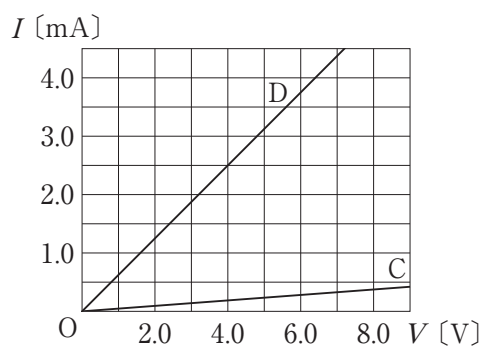
③



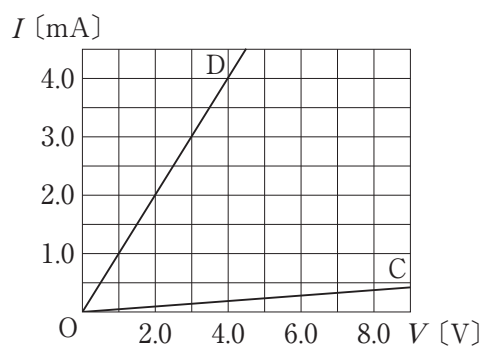
④



⑤



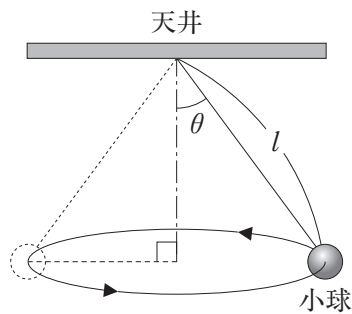
⑥



物 理

第2問 以下の問1～問4について、7 ～ 12 に最も適するものを、それぞれの解答群の中から1つずつ選べ。

問1 図のように、長さ l の軽い糸の一端を天井に固定し、他端に質量 m の小球を吊るして、小球を水平面内で等速円運動させた。糸が鉛直方向と θ の角をなすとき、小球の速さは 7 である。ただし、重力加速度の大きさを g とする。



7 の解答群

- | | | |
|---|-----------------------------------|---|
| ① $\sqrt{gl \tan \theta}$ | ② $\sqrt{\frac{gl}{\tan \theta}}$ | ③ $\sin \theta \sqrt{\frac{gl}{\cos \theta}}$ |
| ④ $\cos \theta \sqrt{\frac{gl}{\sin \theta}}$ | ⑤ $\sqrt{\frac{gl}{\cos \theta}}$ | ⑥ $\sqrt{\frac{gl}{\sin \theta}}$ |

問2 シリンダーとピストンからなる容器に単原子分子理想気体を閉じ込めたところ、気体の圧力は $1.00 \times 10^5 \text{ Pa}$ 、体積は $1.0 \times 10^{-2} \text{ m}^3$ となった。この状態を状態 A と呼ぶ。状態 A から、気体の体積を一定に保ちながら熱を放出させて、圧力を $0.80 \times 10^5 \text{ Pa}$ にした。この状態を状態 B と呼ぶ。状態 A から B に変化する過程で気体が放出した熱量は 8 J である。また、状態 B から気体の圧力を一定に保ちながら、状態 A の温度と等しくなるまで気体に熱を加えて膨張させた。この状態を状態 C と呼ぶ。状態 B から C に変化する過程で気体が吸収した熱量は 9 J である。

8 と 9 の解答群

- ① 50 ② 100 ③ 200 ④ 300 ⑤ 500 ⑥ 1000

問3 抵抗値 $R [\Omega]$ の抵抗、自己インダクタンス $L [\text{H}]$ のコイル、電気容量 $C [\text{F}]$ のコンデンサーをすべて直列に接続した RLC 回路がある。この回路に周波数 $f [\text{Hz}]$ の交流電圧を加えたときのインピーダンスは 10 $[\Omega]$ である。この RLC 回路に加えた交流電圧の周波数を 50 Hz にした。抵抗の両端の電位差を ΔV_R 、コンデンサーの両端の電位差を ΔV_C とすると、 ΔV_R の絶対値 $|\Delta V_R|$ が最大になってから ΔV_C の絶対値 $|\Delta V_C|$ がはじめて最大となるのは 11 秒後である。

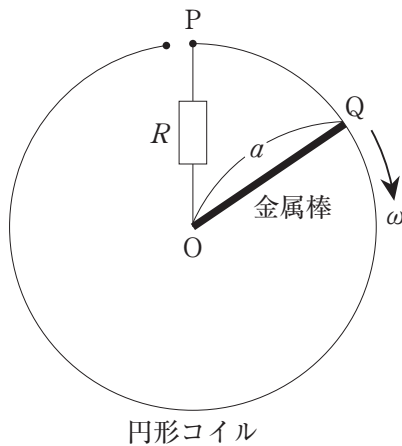
10 の解答群

- ① $\sqrt{2\pi f R^2 + \left(L - \frac{1}{C}\right)^2}$ ② $\sqrt{2\pi f R^2 + \left(C - \frac{1}{L}\right)^2}$
 ③ $\sqrt{R^2 + \left(2\pi f L - \frac{1}{2\pi f C}\right)^2}$ ④ $\sqrt{R^2 + \left(2\pi f C - \frac{1}{2\pi f L}\right)^2}$
 ⑤ $\sqrt{R^2 + \left(2\pi f L + \frac{1}{2\pi f C}\right)^2}$ ⑥ $\sqrt{R^2 + \left(2\pi f C + \frac{1}{2\pi f L}\right)^2}$

11 の解答群

- ① 5.0×10^{-3} ② 1.5×10^{-2} ③ 5.2×10^{-2}
 ④ 0.64 ⑤ 0.98 ⑥ 1.4

問 4 図のように、半径 a [m] の円形コイルを、磁束密度 B [T] の一様な磁場に対して垂直となるように磁場中に置いた。金属棒の一端 Q をコイルに接触させ、他端をコイルの中心 O に置いた。つぎに、コイルの一端 P と O に置いた金属棒の他端を抵抗値 R [Ω] の抵抗でつないだ。金属棒を一定の角速度 ω [rad/s] で O が中心となるように円形コイルに Q を接触させながら回転させたとき、金属棒が磁場から受ける力の大きさは 12 [N] である。



12 の解答群

- | | | |
|------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| ① $\frac{B^2 a^2 \omega}{R}$ | ② $\frac{B^2 a^3 \omega}{R}$ | ③ $\frac{B a^2 \omega}{2R}$ |
| ④ $\frac{B a^3 \omega}{2R}$ | ⑤ $\frac{B^2 a^2 \omega}{2R}$ | ⑥ $\frac{B^2 a^3 \omega}{2R}$ |

(下書き用紙)

化 学

第3問 次の問い（問1～問6）の答えを解答欄に記入せよ。

問1 ア～ウの正誤の組み合わせとして最適なものを下の①～⑧のうちから1つ選べ。

13

ア 流動性のあるコロイド溶液をゲルという。

イ 水溶液中のデンプン分子は半透膜を通過することができない。

ウ スクロース水溶液に横から強い光線を照射すると光路が輝いて見える。

	ア	イ	ウ
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 容積一定の容器に、ヨウ化水素 HI を 2.0 mol 入れて加熱し、一定温度に保ったところ、その 20 % が分解して水素 H_2 とヨウ素 I_2 が生じ、



で表される平衡状態に達した。この温度における、この反応の平衡定数はいくらか。次の①～⑧のうちから最も近いものを1つ選べ。

14

- ① 0.016 ② 0.031 ③ 0.047 ④ 0.063
 ⑤ 0.078 ⑥ 0.094 ⑦ 0.11 ⑧ 0.13

問3 空欄 ア ～ ウ にあてはまるものの組み合わせとして最適なものを下の①～⑧のうちから1つ選べ。ただし、酢酸の電離定数は $K_a = 2.7 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$ とし、 $\log_{10} 2.7 = 0.43$ とする。 15

0.10 mol/L の酢酸水溶液を、フェノールフタレインを指示薬として、0.10 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液で中和滴定する。はじめの酢酸水溶液の pH は ア であり、中和点における水溶液の pH は イ 。中和点の前後で水溶液の色は ウ へ変化する。

	ア	イ	ウ
①	2.8	7.0 に等しい	無色から赤色
②	2.8	7.0 に等しい	赤色から無色
③	2.8	7.0 より大きい	無色から赤色
④	2.8	7.0 より大きい	赤色から無色
⑤	3.2	7.0 に等しい	無色から赤色
⑥	3.2	7.0 に等しい	赤色から無色
⑦	3.2	7.0 より大きい	無色から赤色
⑧	3.2	7.0 より大きい	赤色から無色

問 4 ア～ウの正誤の組み合わせとして最適なものを下の①～⑧のうちから 1 つ選べ。 16

ア 白金電極を用いて希硝酸を電気分解すると，陰極で水素が発生する。

イ 炭素電極を用いて塩化ナトリウム水溶液を電気分解すると，陽極で塩素が発生する。

ウ アルミニウムの単体を得るには，炭素電極を用いて塩化アルミニウム水溶液を電気分解する。

	ア	イ	ウ
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 5 ア～エのうち，互いに同素体の関係にあるものはどれか。最適な組み合わせを下の①～⑧のうちから 1 つ選べ。 17

ア 黄リンと赤リン

イ ゴム状硫黄と斜方硫黄

ウ 黒鉛とフラーレン

エ 水素と重水素

- ① アとイ ② アとウ ③ アとエ ④ イとウ
 ⑤ イとエ ⑥ ウとエ ⑦ アとイとウ ⑧ イとウとエ

問 6 空欄 ア ～ ウ にあてはまるものの組み合わせとして最適なものを下の ①～⑧ のうちから 1 つ 選べ。ただし、ファラデー定数は $F=9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$ とし、原子量は $\text{Cu}=63.5$ とする。 18

銅の電解精錬では ア に粗銅， イ に純銅，電解液に硫酸銅(Ⅱ)を含む水溶液が用いられる。この電解精錬において、100 A の電流を ウ 秒間通じると， イ に 1.00 kg の銅が析出する。

	ア	イ	ウ
①	陽極	陰極	1.5×10^4
②	陽極	陰極	3.0×10^4
③	陽極	陰極	4.5×10^4
④	陽極	陰極	6.0×10^4
⑤	陰極	陽極	1.5×10^4
⑥	陰極	陽極	3.0×10^4
⑦	陰極	陽極	4.5×10^4
⑧	陰極	陽極	6.0×10^4

化 学

第4問 次の問い（問1～問6）の答えを解答欄に記入せよ。

問1 メタン 1 mol を完全燃焼させたところ、二酸化炭素と水蒸気が生じ、800 kJ の熱量が放出された。メタン分子中の C-H 結合の結合エンタルピー（結合エネルギー）はいくらか。次の①～⑧のうちから最も近いものを1つ選べ。ただし、酸素分子中の O=O 結合、二酸化炭素分子中の C=O 結合、水分子中の O-H 結合の結合エンタルピーはそれぞれ、498 kJ/mol, 804 kJ/mol, 463 kJ/mol とする。 19 kJ/mol

- ① 116 ② 216 ③ 316 ④ 416
⑤ 516 ⑥ 616 ⑦ 716 ⑧ 816

問2 ア～エのうち、すべての原子が同一平面上にある分子はどれか。最適な組み合わせを下の①～⑧のうちから1つ選べ。 20

- ア プロペン
イ 塩化ビニル
ウ シクロヘキサン
エ ベンゼン

- ① アとイ ② アとウ ③ アとエ ④ イとウ
⑤ イとエ ⑥ ウとエ ⑦ アとイとウ ⑧ イとウとエ

問 3 炭素，水素，酸素からなる化合物 24 mg を完全燃焼させたところ，気体 A と気体 B が生成した。これらを塩化カルシウム管，ソーダ石灰管の順に通したところ，気体 A はすべて塩化カルシウム管に，気体 B はすべてソーダ石灰管に吸収され，塩化カルシウム管の質量は 27 mg，ソーダ石灰管の質量は 33 mg 増加した。この化合物の組成式として最適なものを次の①～⑧のうちから 1 つ選べ。ただし，原子量は $H=1.0$ ， $C=12.0$ ， $O=16.0$ とする。

21

- ① CH_2O ② CH_2O_2 ③ CH_4O ④ C_2H_4O
 ⑤ C_2H_6O ⑥ C_3H_6O ⑦ $C_3H_6O_2$ ⑧ C_3H_8O

問 4 ア～ウの正誤の組み合わせとして最適なものを下の①～⑧のうちから 1 つ選べ。

22

ア 直鎖状のアルコールは，同じ炭素原子数のアルカンに比べて沸点が高い。

イ 直鎖状の一価アルコールの水への溶解度は，高級アルコールより低級アルコールのほうが小さい。

ウ 適当な酸化剤で第一級アルコールを酸化すると，アルデヒドが得られる。

	ア	イ	ウ
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5 空欄 ア ～ ウ にあてはまるものの組み合わせとして最適なものを下の①～⑧のうちから1つ選べ。 23

- ・トルエンやエチルベンゼンを酸化すると ア が得られる。
- ・フタル酸を加熱すると イ が得られる。 イ は ウ を酸化しても得られる。

	ア	イ	ウ
①	安息香酸	テレフタル酸	フェノール
②	安息香酸	テレフタル酸	ナフタレン
③	安息香酸	無水フタル酸	フェノール
④	安息香酸	無水フタル酸	ナフタレン
⑤	サリチル酸	テレフタル酸	フェノール
⑥	サリチル酸	テレフタル酸	ナフタレン
⑦	サリチル酸	無水フタル酸	フェノール
⑧	サリチル酸	無水フタル酸	ナフタレン

問6 ア～エのうち、付加重合反応はどれか。最適な組み合わせを下の①～⑧のうちから1つ選べ。 24

ア スチレンからポリスチレンが生じる反応

イ ϵ -カプロラクタムからナイロン6が生じる反応

ウ アジピン酸とヘキサメチレンジアミンからナイロン66が生じる反応

エ アクリロニトリルからポリアクリロニトリルが生じる反応

- ① アとイ ② アとウ ③ アとエ ④ イとウ
 ⑤ イとエ ⑥ ウとエ ⑦ アとイとウ ⑧ イとウとエ

(下書き用紙)

生 物

第5問 次の問い（問 1 ～問 6）の答えを解答欄に記入せよ。

問 1 空欄 ～ にあてはまるものの組み合わせとして最適なものを下の①～⑧のうちから 1 つ選べ。

免疫においては，体内に病原体などの異物が侵入すると，
 などの食細胞が毛細血管の壁を通り抜け，異物が侵入した組織に移動して，食作用を示す。さらに，マクロファージのはたらきなどによって，血流が増加し， が起きる。

	ア	イ	ウ
①	自然	好中球	アポトーシス
②	自然	好中球	炎症
③	自然	リンパ球	アポトーシス
④	自然	リンパ球	炎症
⑤	適応	好中球	アポトーシス
⑥	適応	好中球	炎症
⑦	適応	リンパ球	アポトーシス
⑧	適応	リンパ球	炎症

問2 空欄 ～ にあてはまるものの組み合わせとして最適なものを下の①～⑧のうちから1つ選べ。

被子植物のめしべの柱頭に付着した花粉は、発芽して胚珠の方向に花粉管を伸ばす。花粉管内で 細胞は分裂し、2個の精細胞を生じる。精細胞のうちの一つは胚のう内の卵細胞と合体し、受精卵を生じる。残りの一つは 細胞と合体し、胚乳細胞を形成する。この現象を 受精という。

	ア	イ	ウ
①	始原	中央	重複
②	始原	中央	単精
③	始原	反足	重複
④	始原	反足	単精
⑤	雄原	中央	重複
⑥	雄原	中央	単精
⑦	雄原	反足	重複
⑧	雄原	反足	単精

問3 空欄 ～ にあてはまるものの組み合わせとして最適なものを下の①～⑧のうちから1つ選べ。

大脳の内には、嗅覚中枢のほか、記憶形成・学習・空間認識にかかわる や、欲求・感情などの基本的な生命活動にかかわる などがあり、これらをまとめて という。

	ア	イ	ウ
①	海馬	前頭葉	新皮質
②	海馬	前頭葉	辺縁皮質
③	海馬	扁桃体	新皮質
④	海馬	扁桃体	辺縁皮質
⑤	間脳	前頭葉	新皮質
⑥	間脳	前頭葉	辺縁皮質
⑦	間脳	扁桃体	新皮質
⑧	間脳	扁桃体	辺縁皮質

問 4 空欄 ア ～ ウ にあてはまるものの組み合わせとして最適なものを下の①～⑧のうちから 1 つ選べ。 28

外気温が高くなると、ア にある体温調節の中枢がはたらき、皮膚の血管を イ させて発汗を促進することで体温の上昇を抑える。体温の調節のように、生体が体内の状態を一定に保とうとするしくみのことを ウ という。

	ア	イ	ウ
①	延髄	拡張	ホメオスタシス
②	延髄	拡張	メタボリズム
③	延髄	収縮	ホメオスタシス
④	延髄	収縮	メタボリズム
⑤	視床下部	拡張	ホメオスタシス
⑥	視床下部	拡張	メタボリズム
⑦	視床下部	収縮	ホメオスタシス
⑧	視床下部	収縮	メタボリズム

問 5 空欄 ～ にあてはまるものの組み合わせとして最適なものを下の①～⑧のうちから 1 つ選べ。

初期の人類である猿人は、 が頭部の真下に近い向きに開口していることなどから、直立二足歩行をしていたと考えられる。約 万年前になると、アウストラロピテクス類の中から、ヒトと同じヒト属に属する人類が現れた。なかでも、ホモ・ は、初めてアフリカの外に分布を広げ、南ヨーロッパや東アジアに進出した。

	ア	イ	ウ
①	下顎骨	20	エレクトス
②	下顎骨	20	ネアンデルターレンシス
③	下顎骨	200	エレクトス
④	下顎骨	200	ネアンデルターレンシス
⑤	大後頭孔	20	エレクトス
⑥	大後頭孔	20	ネアンデルターレンシス
⑦	大後頭孔	200	エレクトス
⑧	大後頭孔	200	ネアンデルターレンシス

問 6 空欄 ～ にあてはまるものの組み合わせとして最適なものを下の①～⑧のうちから 1 つ選べ。

脊椎動物は、「四肢をもつ」「羊膜をもつ」「胎盤をもつ」などの形質からいくつかの分類群に分けられる。例えばワニは羊膜を という点においてマウスと共通しているが、胎盤を という点においてはイモリと共通している。ただし、形態的な共通点を多くもっていたとしても、 が起こった可能性があるため、共通祖先から分岐した時間が短いとは限らない。

	ア	イ	ウ
①	もたない	もたない	収れん
②	もたない	もたない	適応放散
③	もたない	もつ	収れん
④	もたない	もつ	適応放散
⑤	もつ	もたない	収れん
⑥	もつ	もたない	適応放散
⑦	もつ	もつ	収れん
⑧	もつ	もつ	適応放散

生 物

第6問 次の問い（問 1 ～問 6）の答えを解答欄に記入せよ。

問 1 空欄 ～ にあてはまるものの組み合わせとして最適なものを下の①～⑧のうちから 1 つ選べ。

生態系における を比較する際には、物質やエネルギーの量が用いられる。例えば、特定の時点における単位面積内に存在する生物量を という。また一定期間に単位面積内の生産者によってつくられた有機物の量から呼吸量を差し引いた量を という。

	ア	イ	ウ
①	生物濃縮	現存量	純生産量
②	生物濃縮	現存量	総生産量
③	生物濃縮	成長量	純生産量
④	生物濃縮	成長量	総生産量
⑤	物質生産	現存量	純生産量
⑥	物質生産	現存量	総生産量
⑦	物質生産	成長量	純生産量
⑧	物質生産	成長量	総生産量

問2 空欄 ～ にあてはまるものの組み合わせとして最適なものを下の①～⑧のうちから1つ選べ。

動物の群れが大きくなるほど、個体ごとの の時間は短くなる反面、
 にかかる時間が長くなることから、その和が最小になる中程度の大きさが、最適な群れの大きさといえる。また、縄張りの大きさは、縄張りが大きくなることで増大する と、縄張りの維持のためのコストの差が最大となるときに、最適な大きさと考えられる。

	ア	イ	ウ
①	警戒	交配相手の発見	利益
②	警戒	交配相手の発見	リスク
③	警戒	食物をめぐる争い	利益
④	警戒	食物をめぐる争い	リスク
⑤	採食	交配相手の発見	利益
⑥	採食	交配相手の発見	リスク
⑦	採食	食物をめぐる争い	利益
⑧	採食	食物をめぐる争い	リスク

問3 空欄 ～ にあてはまるものの組み合わせとして最適なものを下の①～⑧のうちから1つ選べ。

トノサマバットの個体群では、幼虫期の個体群密度が高く集団で生活する状態が数世代続くと、体長に対して前翅が長く、後肢が短くなり、移動力が大きく集合性の 個体が生じる。このような変化は といい、食物となる草本植物の生育環境が 地域でみられることが多い。

	ア	イ	ウ
①	強い	共進化	安定した
②	強い	共進化	変動する
③	強い	相変異	安定した
④	強い	相変異	変動する
⑤	弱い	共進化	安定した
⑥	弱い	共進化	変動する
⑦	弱い	相変異	安定した
⑧	弱い	相変異	変動する

問 4 空欄 ～ にあてはまるものの組み合わせとして最適なものを下の①～⑧のうちから 1 つ選べ。

細菌などの原核生物は 生殖によって増殖する。また、既知種の 90 % 以上を占める真核生物のうち、その多くは という特別な細胞を通じて、親から子へと染色体を受け継ぐ。ヒトでは、減数分裂によって、精子と卵がつくられる。これらのような細胞を という。

	ア	イ	ウ
①	無性	幹細胞	配偶子
②	無性	幹細胞	母細胞
③	無性	生殖細胞	配偶子
④	無性	生殖細胞	母細胞
⑤	有性	幹細胞	配偶子
⑥	有性	幹細胞	母細胞
⑦	有性	生殖細胞	配偶子
⑧	有性	生殖細胞	母細胞

問5 空欄 ア ～ ウ にあてはまるものの組み合わせとして最適なものを下の①～⑧のうちから1つ選べ。 35

生物が誕生した約40億年前には、大気中に ア がほとんど存在しなかったと考えられている。したがって、初期の生物のほとんどは ア を用いない代謝をおこなう イ 細菌だったと考えられている。このような環境において生息しうる生物として、発酵によって炭水化物を分解する ウ などがあげられる。

	ア	イ	ウ
①	酸素	嫌気性	枯草菌
②	酸素	嫌気性	乳酸菌
③	酸素	好気性	枯草菌
④	酸素	好気性	乳酸菌
⑤	二酸化炭素	嫌気性	枯草菌
⑥	二酸化炭素	嫌気性	乳酸菌
⑦	二酸化炭素	好気性	枯草菌
⑧	二酸化炭素	好気性	乳酸菌

問 6 空欄 ア ～ ウ にあてはまるものの組み合わせとして最適なものを下の①～⑧のうちから 1 つ選べ。 36

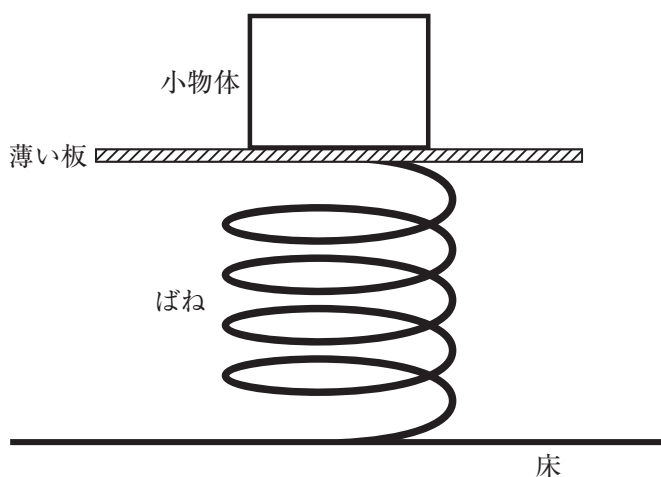
生体膜は、リン脂質が互いに ア を向け合って並んだリン脂質の二重層で構成されている。細胞膜に存在するグルコース輸送体は、細胞内外のグルコース濃度差に従い、細胞外のグルコース濃度が イ ときに、グルコースを細胞内に取り入れるはたらきをもつ ウ である。

	ア	イ	ウ
①	親水基	高い	担体
②	親水基	高い	チャネル
③	親水基	低い	担体
④	親水基	低い	チャネル
⑤	疎水基	高い	担体
⑥	疎水基	高い	チャネル
⑦	疎水基	低い	担体
⑧	疎水基	低い	チャネル

物 理

第7問 以下の文章を読み、問の答えを解答欄に記入せよ。ただし、重力加速度の大きさを g とし、空気抵抗は無視できるものとする。

図のように、水平な床に対して垂直となるように軽いばねの一端を固定し、他端に質量 m の厚さが無視できる薄い板を取り付けた。薄い板の上に質量 m の小物体を置き、小物体が薄い板から外れないように小物体を固定した。すると、ばねが自然長よりも長さ d だけ縮んだ状態で薄い板は静止した。



問 1 このばねのばね定数を求めよ。

ばねを自然長から $6d$ だけ縮めて静かに放したところ、小物体と薄い板は鉛直方向に単振動した。

問 2 この単振動の周期を求めよ。

次に、薄い板と小物体との固定を外し、小物体を鉛直に押して、ばねを自然長から $6d$ だけ縮めて静かに放したところ、ばねが自然長に戻ったときに小物体は薄い板から離れて鉛直上向きに飛び出した。

問 3 小物体が薄い板を離れた瞬間の、床に対する小物体の速さを求めよ。

問 4 小物体が薄い板を離れた位置から、小物体が到達した最高点までの高さを求めよ。

問 5 小物体が薄い板を離れた後、ばねに取り付けられた薄い板は鉛直方向に単振動した。小物体が離れた後に、ばねが最も縮んだときのばねの自然長からの縮みを求めよ。ただし、小物体は薄い板に衝突しないものとする。

化 学

第8問 次の記述を読み、問い（問1～問8）の答えを解答欄に記入せよ。ただし、原子量は $H=1.0$ 、 $O=16.0$ とする。

物質間の電子の授受によって進行する酸化還元反応は多彩な化学反応を生み出し、物質の生産やエネルギーの供給などを含め私たちの生活のあらゆる場面で役に立っている。ここでは、⁽¹⁾過酸化水素とマンガンに関する酸化還元反応について述べる。

過酸化水素は無色の液体であり、⁽²⁾質量パーセント濃度3%の過酸化水素水はオキシドールと呼ばれる。過酸化水素は酸化剤としても還元剤としてもはたらくことができ、⁽³⁾硫酸で酸性にした過酸化水素の水溶液は、ヨウ化カリウムに対して酸化剤としてはたらく。一方、過酸化水素は⁽⁴⁾硫酸で酸性にした過マンガン酸カリウム水溶液のような強い酸化剤に対しては、還元剤として作用する。

マンガンはさまざまな酸化数の化合物をつくる。⁽⁵⁾電池の材料としてよく用いられるのが⁽⁶⁾酸化マンガン(Ⅳ)である。⁽⁷⁾過酸化水素の水溶液に少量の酸化マンガン(Ⅳ)を加えると、過酸化水素が分解して水と酸素を生じる。また、⁽⁸⁾酸化マンガン(Ⅳ)をアルミニウム粉末と混合して高温で反応させると、マンガンの単体を得ることができる。

問1 下線部(1)の過酸化水素の電子式を示せ。ただし、各原子の最外殻電子をすべて黒丸(●)で表すこと。

問2 下線部(2)について、過酸化水素の3.0%水溶液1.0 kgに含まれる過酸化水素の物質量は何 mol か。有効数字2桁で答えよ。

問3 下線部(3)について、過酸化水素、ヨウ化カリウム、硫酸による反応の化学反応式を記せ。

- 問 4 下線部(4)について、濃度不明の過酸化水素水 20 mL を希硫酸で酸性とし、
0.020 mol/L の過マンガン酸カリウム水溶液で酸化還元滴定したところ、過マンガン酸カリウム水溶液を 16 mL 加えたところで終点に達した。この過酸化水素水のモル濃度は何 mol/L か。有効数字 2 桁で求めよ。
- 問 5 下線部(5)の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り、実用電池には一次電池や二次電池、燃料電池などがある。一次電池には無い二次電池の性質を簡潔に説明せよ。
- 問 6 下線部(6)の酸化マンガン（Ⅳ）は、マンガン乾電池やアルカリマンガン乾電池において正極に用いられる。これらの乾電池において負極に用いられる金属は何か。元素記号で答えよ。
- 問 7 下線部(7)における酸化マンガン（Ⅳ）のようなはたらきをする物質を一般に何と呼ぶか。
- 問 8 下線部(8)の反応により、酸化マンガン（Ⅳ）とアルミニウムからマンガンの単体と酸化アルミニウムが生じる。この反応の反応式を記せ。

生 物

第9問 次の記述を読み、問い（問1～問8）の答えを解答欄に記入せよ。

進化とは、一般に、世代を経て集団内のある形質、もしくはある対立遺伝子をもった個体の割合が変化することである。^(ア)自然選択説の考えによれば、もっている遺伝子によって生存率や残せる子の数が異なることで、有利な形質が集団中に広まったり、不利な形質が消えていったりすることで進化が生じる。自然選択による進化が起こるには、1) 集団内に変異がみられること、2) 変異に応じて生存率や残せる子の数に違いがあること、3) イ、の3つが必要だとされる。自然選択によらない^(ウ)偶然的遺伝子頻度の変化でも進化は起こることがあり、そのような進化を中立進化とよぶ。

自然選択などにより形質の変化が引き起こされ、かつ、集団どうしの間に隔離が生じることで種が分化することがある。^(エ)地理的な要因により集団間の自由な交配が妨げられ、遺伝的な交流が起こらなくなることは地理的隔離とよばれ、種分化の主要な要因とされる。^(オ)地理的隔離によらない種分化が起こる事例も知られており、たとえば北米に生息するリンゴミバエはサンザシを利用する集団から分化して生じたと考えられている。

現在の地球上にみられる^(カ)生物多様性は、進化の過程で種分化が繰り返されてきた結果であると考えられている。生物は共通性に基づいて^(キ)界や門などの分類群に分けられており、例えば、ヒトは動物界脊索動物門に属する。古典的には形態をもとに系統関係が類推されてきたが、現代ではDNAを利用して系統関係を類推し、^(ク)分子系統樹を描くことができるようになっている。

問 1 下線部（ア）に関連して、次のうち自然選択による進化とよべる現象を選べ。

- a. 長年の品種改良により収量が多く冷害に強いイネを開発した。
- b. 個体群密度の高い地域に生まれたアブラムシが有翅型となった。
- c. アゲハチョウが幼虫期から蛹を経ることで全く異なる姿の成虫となった。
- d. ライオンとヒョウをかけあわせることにより双方の形質を受け継いだ子が生まれた。
- e. 工業化によりイギリスの工業地帯では 19 世紀後半からオオシモフリエダシヤクの暗色型が急激に増加した。

問 2 空欄

イ

 に入ることがらを答えよ。

問 3 下線部（ウ）に関連して、中立進化を引き起こすとされる偶然による遺伝子頻度の変化を何とよぶか答えよ。

問 4 下線部（エ）に関連して、地理的隔離をもたらす環境の変化の例を一つ答えよ。

問 5 下線部（オ）で言及されている地理的隔離によらない種分化のことを何とよぶか答えよ。

問 6 下線部（カ）に関連して、生物多様性のとらえ方の 3 つの階層を全て答えよ。

問7 下線部（キ）に関連して、界や門の下にはいくつかの分類群がある。分類階級の並びとして正しいのはどれか、記号で答えよ。

- a. 界－門－目－綱－科－属－種
- b. 界－門－綱－目－科－属－種
- c. 界－門－綱－科－目－属－種
- d. 界－門－綱－目－属－科－種
- e. 界－門－目－綱－属－科－種

問8 下線部（ク）に関連して、下表は5種の脊椎動物A～Eにおけるヘモグロビン α 鎖のアミノ酸配列の種間での違いの数を示している。これらの5種が共通祖先から分かれた後、同じ頻度でアミノ酸配列に変化が生じたとする。この仮定のもとに、下表の種A～Eの5種の系統関係を示す系統樹を図示せよ。

	種 A	種 B	種 C	種 D
種 B	42	—	36	80
種 C	44	36	—	77
種 D	74	80	77	—
種 E	61	59	60	85