

平成 20 年度入学試験問題

理 科

注 意 事 項

1. 指示があるまで、この冊子の中を見てはいけません。
2. 生物、物理、化学の中から 2 科目選択しなさい。
3. 1 科目につき 1 枚の解答用紙を使用しなさい。なお、解答用紙(2 枚)は、各科目に共通です。
4. 解答用紙には解答欄の他に次の記入欄があるので、正確に記入しなさい。
  - ① 氏名欄……………氏名を記入しなさい。
  - ② 受験番号欄……………受験番号(4 桁の数字)を記入し、受験番号をマーク欄にマークしなさい。
  - ③ 解答科目欄……………解答する科目を、記述欄に、生物、物理、化学のうち 1 つを必ず記入し、マーク欄には当該科目の下に必ずマークしなさい。
5. マークには HB の鉛筆を使用し、次の例のように、濃く正しくマークしなさい。



6. 正確にマークされていない場合、採点できないことがあります。
7. 答えを修正する場合は必ず「プラスチック製消しゴム」で完全に消し、消しくずを解答用紙上に残してはいけません。
8. 中途退場は認めません。
9. 試験中に質問がある場合は、手をあげて申し出なさい。
10. この冊子の余白を計算用紙に用いてかまいません。
11. 試験終了後、この冊子は持ち帰りなさい。
12. この冊子は、全部は 31 ページです。生物、物理、化学の順になっています。

問 題 目 次

生 物	1～13 ページ(問題 I～IV)
物 理	15～22 ページ(問題 I～IV)
化 学	23～31 ページ(問題 I～IV)

13. 解答上の注意が問題毎に指示されている場合があります。注意して下さい。

# 物 理

I  にあてはまる最も適当なものを対応する解答群の中から一つずつ選べ。

同じ直方体の形をした二つの変形しない物体 A, B がある。直方体の高さは  $h$  (m), 底面は一辺の長さ  $a$  (m) の正方形である。A の質量は  $m$  (kg) であり, 同一の物質で作られている。B は上半分が A と同じ物質で作られているが, 下半分は密度が A の密度の 2.0 倍の物質で作られている。重力加速度の大きさを  $g$  (m/s<sup>2</sup>) とする。

(I) 図 1(a) のように, A を水平な床に置き, 辺 QR の中点 P に辺 QR と直交する水平方向の力  $\vec{F}$  を加え, 力の大きさをしだいに増加させる。力の大きさが  $F_1$  (N) を越えたとき, A は傾かず滑り出した。A と床の静止摩擦係数を  $\mu_1$  とする。

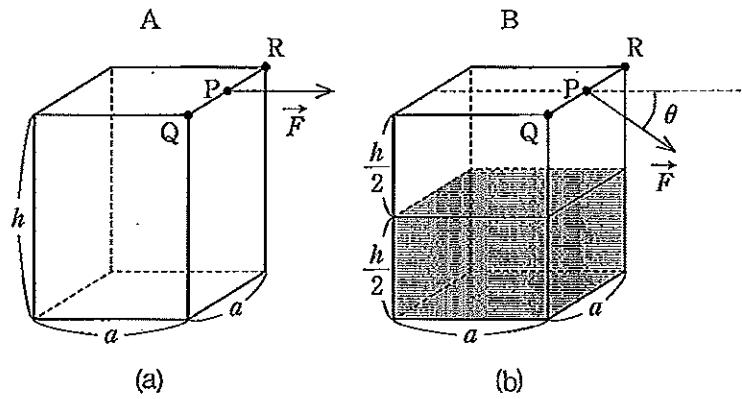


図 1

(a)  $F_1$  は  ア  である。

ア  の解答群

- |                    |                    |                    |                   |
|--------------------|--------------------|--------------------|-------------------|
| ① $\frac{amg}{h}$  | ② $\frac{2amg}{h}$ | ③ $\frac{amg}{2h}$ | ④ $\frac{hmg}{a}$ |
| ⑤ $\frac{2hmg}{a}$ | ⑥ $\frac{hmg}{2a}$ | ⑦ $\mu_1 mg$       | ⑧ $mg$            |

(b) A が傾くより先に滑り出すとき,  $\mu_1 < \input{checkbox} イ  が成り立つ。$

イ  の解答群

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

(2) 図1(b)のように、Bを水平な床に置き、辺QRの中点Pに、水平方向と下向きに $\theta$ の角度をなし、辺QRと直交する力 $\vec{F}$ を加え、力の大きさをしだいに増加させる。力の大きさが $F_2$ (N)に達したとき、Bは滑らずにわずかに傾いた。Bと床の静止摩擦係数を $\mu_2$ とする。

(c)  $F_2$ の大きさは  である。

の解答群

- ①  $\frac{amg}{2h}$       ②  $\frac{amg}{2h \cos \theta}$       ③  $\frac{amg}{2h \sin \theta}$       ④  $\frac{3amg}{4h}$       ⑤  $\frac{3amg}{4h \cos \theta}$   
 ⑥  $\frac{3amg}{4h \sin \theta}$       ⑦  $\frac{hmg}{2a}$       ⑧  $\frac{2hmg}{3a}$       ⑨  $\frac{amg}{3h}$

(d) Bが滑り出すより先に傾くには、 $\mu_2 >$   であればよい。

の解答群

- ①  $\frac{a}{2h}$       ②  $\frac{a}{2h \cos \theta}$       ③  $\frac{a}{2h + a \tan \theta}$   
 ④  $\frac{a}{2h \cos \theta + a \sin \theta}$       ⑤  $\frac{a \cos \theta}{2h \cos \theta + a}$       ⑥  $\frac{h}{2h \sin \theta + a \cos \theta}$   
 ⑦  $\frac{h}{2a + h \sin \theta}$       ⑧  $\frac{h}{2a + h \cos \theta}$       ⑨  $\frac{h}{2a + h \tan \theta}$

(3) Bが斜面上に置かれている。Bと斜面の静止摩擦係数を $\mu_3$ とする。斜面をゆっくり傾けていったとき、Bが斜面を滑らずに傾いて倒れるには、 $\mu_3 >$   であればよい。

の解答群

- ①  $\frac{5a}{12h}$       ②  $\frac{5a}{6h}$       ③  $\frac{a}{h}$       ④  $\frac{6a}{5h}$       ⑤  $\frac{5h}{12a}$   
 ⑥  $\frac{5h}{6a}$       ⑦  $\frac{h}{a}$       ⑧  $\frac{6h}{5a}$

II  にあてはまる最も適当なものを下の対応する解答群の中から一つずつ選べ。

(a) 焦点距離が 5.0 cm の凸レンズの前方 4.0 cm の位置に物体を置くと、レンズの  ア  方  イ  cm の位置に物体の像ができる。この像の種類は  ウ  である。また像の倍率は  エ  である。

(b) 焦点距離が 5.0 cm の凹レンズの前方 9.0 cm の位置に物体を置くと、レンズの  オ  方  カ  cm の位置に物体の像ができる。この像の種類は  キ  である。また像の倍率は  ク  である。

(c) 遠視や近視の矯正にはめがねが用いられる。本を読むとき、本を目から 70 cm 以上遠ざけないと活字を明瞭に読むことができない人がある。この人が本を目から 20 cm の位置においても、活字を明瞭に読むことができるようにするには、焦点距離  ケ  cm 程度の  コ  レンズのめがねをかければよい。ただし、めがねのレンズと目の間の距離は無視できるとする。

(d) 図 2 のような形状の、空気に対する相対屈折率が  $n$  のガラスがある。このガラスの左端は半径  $R$  (m) の球面になっている。光が球面の中心  $A$  と球の中心  $O$  を通る直線 (光軸) に平行に入射する。このとき、 $A$  の付近に入射した光は 1 点  $F$  に集まり、点  $A$  と点  $F$  の距離は  サ  で与えられる。ただし、入射角  $\theta$  (rad) は十分小さく、近似式  $\sin \theta \simeq \theta$ ,  $\cos \theta \simeq 1$ ,  $\tan \theta \simeq \theta$  が成り立つとする。

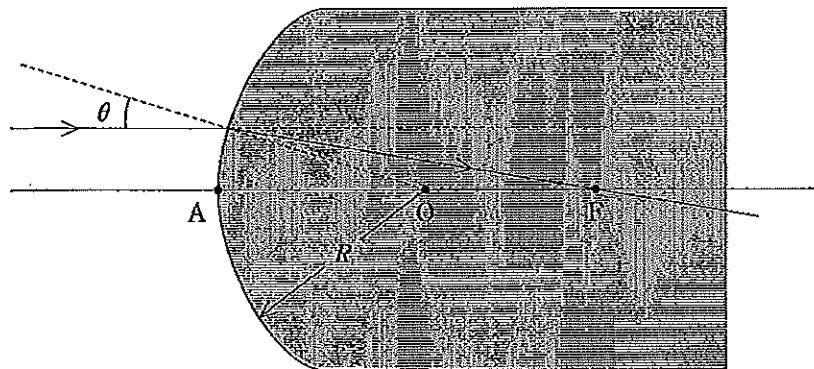


図 2

ア, ウ, オ, キ, コ の解答群

- ① 前            ② 後            ③ 正立の実像   ④ 倒立の実像   ⑤ 正立の虚像  
⑥ 倒立の虚像   ⑦ 凹            ⑧ 凸

イ, エ の解答群

- ① 0.20          ② 0.56          ③ 2.2            ④ 5.0            ⑤ 7.5  
⑥ 10            ⑦ 15            ⑧ 18            ⑨ 20

カ, ク の解答群

- ① 0.36          ② 0.50          ③ 1.3            ④ 2.8            ⑤ 3.2  
⑥ 11            ⑦ 15            ⑧ 20            ⑨ 22

ケ の解答群

- ① 10            ② 16            ③ 18            ④ 28            ⑤ 48            ⑥ 50

サ の解答群

- ①  $nR$             ②  $(n-1)R$       ③  $\frac{1}{n}R$             ④  $\frac{1}{n-1}R$   
⑤  $\frac{n}{n-1}R$       ⑥  $\frac{n-1}{n}R$             ⑦  $\frac{n}{n-2}R$       ⑧  $\frac{n-2}{n}R$

III  にあてはまる最も適当なものを対応する解答群の中から一つずつ選べ。

図3は  $n$  (mol) の単原子分子理想気体からなる熱機関のサイクル  $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow D \rightarrow A$  における体積  $V$  と圧力  $p$  の関係を示す。状態Aでは圧力  $p_A$  (Pa), 体積  $V_A$  (m<sup>3</sup>), 絶対温度  $T_A$  (K) である。また, 状態BとCの圧力は  $ap_A$ , 状態CとDの体積は  $\beta V_A$  であり, 状態Bの体積と状態Dの圧力はそれぞれ状態Aの体積と圧力に等しい。ただし,  $a > \beta > 1$  とし, 気体定数を  $R$  (J/mol·K) とする。

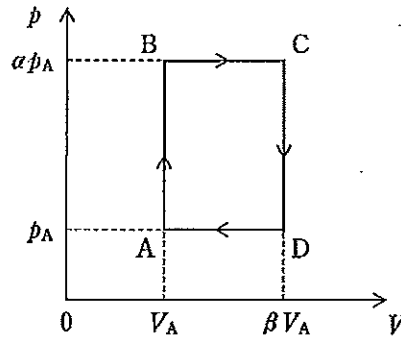


図3

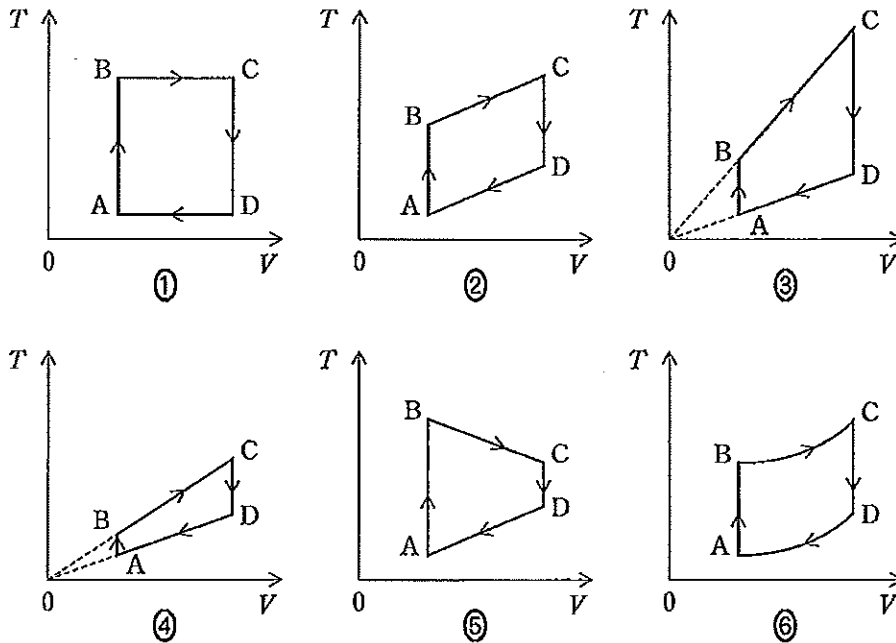
(a) 状態A, B, C, Dの絶対温度  $T_A, T_B, T_C, T_D$  の大小関係として正しいものは  である。

の解答群

- ①  $T_A = T_D < T_B = T_C$     ②  $T_A < T_B < T_D < T_C$     ③  $T_A < T_D < T_B < T_C$   
 ④  $T_A < T_D < T_C < T_B$

(b) このサイクルにおける体積  $V$  と絶対温度  $T$  との関係を表わすグラフは  である。

の解答群



(c)  $A \rightarrow B \rightarrow C$  の過程で気体が外部から吸収した熱量  $Q_1$  [J] は  である。

の解答群

- ①  $\frac{3}{2} \beta (\alpha - 1) nRT_A$       ②  $\frac{5\alpha\beta - 2\alpha - 3}{2} nRT_A$       ③  $\frac{3\alpha + 5\beta - 8}{2} nRT_A$   
 ④  $\frac{3}{2} (\alpha\beta - 1) nRT_A$       ⑤  $\frac{5}{2} \alpha (\beta - 1) nRT_A$       ⑥  $\frac{5}{2} (\alpha\beta - 1) nRT_A$

(d)  $C \rightarrow D \rightarrow A$  の過程で、気体が外部に放出した熱量  $Q_2$  [J] は  である。

の解答群

- ①  $\frac{3}{2} \beta (\alpha - 1) nRT_A$       ②  $\frac{3}{2} (\alpha\beta - 1) nRT_A$       ③  $\frac{5}{2} \alpha (\beta - 1) nRT_A$   
 ④  $\frac{3\alpha + 5\beta - 8}{2} nRT_A$       ⑤  $\frac{3\alpha\beta + 2\beta - 5}{2} nRT_A$       ⑥  $\frac{5}{2} (\alpha\beta - 1) nRT_A$

(e) 1 サイクル  $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow D \rightarrow A$  の間に気体が外部に対してした仕事の総量  $W$  [J] は  である。

の解答群

- ①  $\alpha\beta nRT_A$       ②  $(\alpha - 1)(\beta - 1) nRT_A$       ③  $\alpha(\beta - 1) nRT_A$   
 ④  $\beta(\alpha - 1) nRT_A$       ⑤  $\frac{3}{2} (\alpha - 1)(\beta - 1) nRT_A$       ⑥  $\frac{5}{2} (\alpha - 1)(\beta - 1) nRT_A$

(f) この熱機関の熱効率  $e$  は  となる。

の解答群

- ①  $\frac{2\alpha\beta}{3\alpha + 5\beta - 8}$       ②  $\frac{2\alpha(\beta - 1)}{3\alpha + 5\beta - 8}$       ③  $\frac{2\alpha\beta}{3(\alpha\beta - 1)}$   
 ④  $\frac{2(\alpha - 1)(\beta - 1)}{5(\alpha\beta - 1)}$       ⑤  $\frac{2(\alpha - 1)(\beta - 1)}{5\alpha\beta - 2\alpha - 3}$       ⑥  $\frac{2\alpha\beta}{3\alpha\beta + 2\beta - 5}$   
 ⑦  $\frac{2(\alpha - 1)(\beta - 1)}{3(\alpha\beta - 1)}$       ⑧  $\frac{2\alpha(\beta - 1)}{3\beta(\alpha - 1)}$

IV  にあてはまる最も適当なものを対応する解答群の中から一つずつ選べ。真空の誘電率を  $\epsilon_0$  (F/m) とする。コンデンサーの極板の厚さは無視する。必要に応じて、 $x$  が小さいときに成り立つ近似式、 $(1+x)^a \approx 1+ax$  を用いることにする。

(1) 極板の面積が  $S$  (m<sup>2</sup>)、極板の間隔が  $d$  (m) の平行板コンデンサーに電荷  $Q$  (C) を与えた。このコンデンサーの容量を  $C$  (F) とすると、コンデンサーの静電エネルギーは  ア 、電圧は  イ  で与えられる。また、極板間にはたらく引力の大きさを  ウ  ×  エ  と表すことができる。

ア 、 イ 、 ウ  の解答群

- |                    |                 |                      |                    |
|--------------------|-----------------|----------------------|--------------------|
| ① $\frac{Q}{2C}$   | ② $\frac{Q}{C}$ | ③ $\frac{Q^2}{C}$    | ④ $\frac{Q^2}{2C}$ |
| ⑤ $\frac{1}{2} CQ$ | ⑥ $CQ$          | ⑦ $\frac{1}{2} CQ^2$ | ⑧ $CQ^2$           |

エ  の解答群

- |                 |                   |                 |
|-----------------|-------------------|-----------------|
| ① $\frac{1}{S}$ | ② $\frac{1}{d^2}$ | ③ $\frac{1}{d}$ |
| ④ $S$           | ⑤ $d$             | ⑥ $d^2$         |

(2) 加速度によるコンデンサーの容量の変化を用いる加速度センサーのモデルとして図4のような装置を考える。極板Aは装置に固定され、極板Bはばね定数  $k$  (N/m) のばねで装置につながれている。ばねが自然の長さのときの極板の間隔を  $d$  (m) とする。極板Bの質量は  $m$  (kg) で、極板Bはなめらかに水平方向に移動できる。極板A、Bの面積はともに  $S$  (m<sup>2</sup>) であり、電荷は極板A、Bにのみ分布するとする。

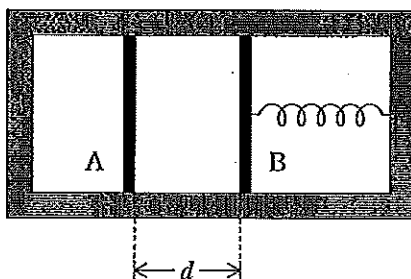


図4

(a) 極板A、Bが帯電していない場合を考える。装置全体を水平方向右向きに一定の加速度で加速した。この加速度の大きさを  $a$  (m/s<sup>2</sup>) とする。極板Bは新しいつり合いの位置で静止した。このとき、コンデンサーの容量は静止している場合と比べて  オ  だけ変化する。ただし、加速による極板Bの変位は  $d$  に比べて十分小さいものとする。



オ の解答群

- ①  $-\frac{\epsilon_0 maS}{kd^2}$       ②  $\frac{\epsilon_0 maS}{kd^2}$       ③  $-\frac{maS}{\epsilon_0 kd^2}$       ④  $\frac{maS}{\epsilon_0 kd^2}$   
 ⑤  $-\frac{\epsilon_0 ma}{kS}$       ⑥  $\frac{\epsilon_0 ma}{kS}$       ⑦  $-\frac{ma}{\epsilon_0 kS}$       ⑧  $\frac{ma}{\epsilon_0 kS}$

(b) 装置を静止させた状態で極板 A, B にそれぞれ  $Q (> 0)$  (C),  $-Q$  の電荷を与えると, 極板 B は新しいつり合いの位置で静止した。このとき, コンデンサーの容量  $C_1$  (F) は **カ** である。

カ の解答群

- ①  $\frac{\epsilon_0 S}{d - \frac{Q^2}{\epsilon_0 kS}}$       ②  $\frac{\epsilon_0 S}{d - \frac{Q^2}{2\epsilon_0 kS}}$       ③  $\frac{S}{\epsilon_0 d - \frac{Q^2}{kS}}$       ④  $\frac{S}{\epsilon_0 d - \frac{Q^2}{2kS}}$   
 ⑤  $\frac{\epsilon_0 d - \frac{Q^2}{kS}}{S}$       ⑥  $\frac{\epsilon_0 d - \frac{Q^2}{2kS}}{S}$       ⑦  $\frac{d - \frac{Q^2}{\epsilon_0 kS}}{\epsilon_0 S}$       ⑧  $\frac{d - \frac{Q^2}{2\epsilon_0 kS}}{\epsilon_0 S}$

(c) 問題(b)の装置全体を水平方向右向きに一定の加速度で加速した。この加速度の大きさを  $a$  ( $\text{m/s}^2$ ) とする。極板 B は新しいつり合いの位置で静止した。このとき, コンデンサーの容量の  $C_1$  からの変化は **キ**  $\times C_1$  で与えられる。ただし, 加速による極板 B の変位は問題(b)の極板の間隔に比べて十分小さいものとする。

キ の解答群

- ①  $-\frac{ma}{k}$       ②  $\frac{ma}{k}$       ③  $-\frac{ma}{kd}$   
 ④  $\frac{ma}{kd}$       ⑤  $-\frac{ma}{kd - \frac{Q^2}{\epsilon_0 S}}$       ⑥  $\frac{ma}{kd - \frac{Q^2}{\epsilon_0 S}}$   
 ⑦  $-\frac{ma}{kd - \frac{Q^2}{2\epsilon_0 S}}$       ⑧  $\frac{ma}{kd - \frac{Q^2}{2\epsilon_0 S}}$