


平成 24 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. 各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(6 桁の数字)を記入し、受験番号をマーク欄に必ずマークしなさい。
 - ③ 解答科目欄……………解答する科目名を記述欄に必ず記入し、当該科目の下のマーク欄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。

良い例……………

悪い例……………

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。

6. 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。
7. 答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、全部で 29 ページです。生物、物理、化学の順になっています。

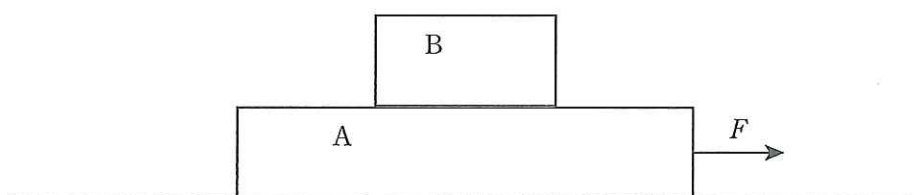
目 次

生 物	1～11 ページ(問題 I～III)
物 理	12～20 ページ(問題 I～IV)
化 学	21～29 ページ(問題 I～IV)

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。

図のように水平な床の上に質量 M [kg] の物体 A を置き、その上に質量 m [kg] の物体 B を置く。
重力加速度の大きさを g [m/s²] とする。



(1) 物体 A と物体 B との間の動摩擦係数を μ_1 とし、物体 A と床との間には摩擦力がはたらかないものとする。物体 B を物体 A の右端に置いて静止させた状態から、物体 A に水平方向の瞬間的な力を加えて、物体 A だけに右向きに初速度 v_0 [m/s] を与えると、最終的には 2 つの物体はともに一定の速度 v [m/s] で運動した。 $v =$ [m/s] であり、力を加えてから物体 A と物体 B の速度が等しくなるまでの時間は [s] となる。ただし、物体 A は十分長く、物体 B は途中で落ちないものとする。

ア の解答群

- | | | |
|---------------------|-----------------------|-----------------------|
| ① 0 | ② v_0 | ③ $\frac{m}{M} v_0$ |
| ④ $\frac{M}{m} v_0$ | ⑤ $\frac{m}{m+M} v_0$ | ⑥ $\frac{M}{m+M} v_0$ |

イ の解答群

- | | | |
|------------------------------|---------------------------|------------------------------|
| ① $\frac{v_0}{g}$ | ② $\frac{Mv_0}{mg}$ | ③ $\frac{mv_0}{Mg}$ |
| ④ $\frac{v_0}{\mu_1 g}$ | ⑤ $\frac{Mv_0}{\mu_1 mg}$ | ⑥ $\frac{mv_0}{\mu_1(M+m)g}$ |
| ⑦ $\frac{Mv_0}{\mu_1(M+m)g}$ | ⑧ $\frac{mv_0}{\mu_1 Mg}$ | |

(2) 以下の問題では、物体 A と床との間にも摩擦力がはたらくとし、物体 A と床との間の動摩擦係数を μ_2 とする。また、物体 A と物体 B との間の静摩擦係数を $\mu_0 (> \mu_1)$ とする。左の図のように、静止した状態から物体 A を水平方向右向きに大きさ F [N] の力で引いたときの運動を考える。

(a) $F = F_0$ のとき、物体 A と物体 B は互いに滑らず一体となって運動した。このとき、物体の加速度は [m/s²] である。

の解答群

- | | | |
|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| ① $\frac{F_0}{m+M}$ | ② $\frac{F_0}{M}$ | ③ $\frac{F_0}{m+M} - \mu_0 g$ |
| ④ $\frac{F_0}{m+M} - \mu_1 g$ | ⑤ $\frac{F_0}{m+M} - \mu_2 g$ | ⑥ $\frac{F_0}{M} - \mu_0 g$ |
| ⑦ $\frac{F_0}{M} - \mu_1 g$ | ⑧ $\frac{F_0}{M} - \mu_2 g$ | |

(b) F が大きいときは、物体 A と物体 B は別々に動く。物体 A と物体 B が互いに滑らず一体となって運動するときの F_0 の上限 F_1 は [N] である。

の解答群

- | | | |
|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| ① $\mu_0(M+m)g$ | ② $(\mu_0 + \mu_1)Mg$ | ③ $(\mu_0 - \mu_1)Mg$ |
| ④ $(\mu_0 + \mu_2)Mg$ | ⑤ $(\mu_0 - \mu_2)Mg$ | ⑥ $(\mu_0 + \mu_1)(M+m)g$ |
| ⑦ $(\mu_0 - \mu_1)(M+m)g$ | ⑧ $(\mu_0 + \mu_2)(M+m)g$ | ⑨ $(\mu_0 - \mu_2)(M+m)g$ |

(c) 次に $F = F_2 (> F_1)$ として、静止した状態から力を加えると、物体 A と物体 B は別々に動いた。物体 A から見た物体 B の相対的な加速度は [m/s²] である。

の解答群

- | | |
|---|---|
| ① $\mu_1 g$ | ② $\mu_2 g$ |
| ③ $\frac{F_2}{M}$ | ④ $(\mu_1 + \mu_2)g$ |
| ⑤ $(\mu_1 - \mu_2)g$ | ⑥ $\frac{F_2 - \mu_1 m g - \mu_2(m+M)g}{M}$ |
| ⑦ $\frac{F_2 - \mu_1(m+M)g - \mu_2 M g}{M}$ | ⑧ $\frac{(\mu_2 - \mu_1)(m+M)g - F_2}{M}$ |
| ⑨ $\frac{(\mu_1 + \mu_2)(m+M)g - F_2}{M}$ | ⑩ $\frac{(\mu_1 - \mu_2)(M-m)g - F_2}{M}$ |

II 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。

(1) 焦点距離 30[cm]の凸レンズのつくる像について以下の問題に答えよ。

- (a) 倍率 2.0 の倒立の実像をつくるには凸レンズの前方 ア [cm]の位置に物体を置けばよい。このとき、物体の像は凸レンズの イ ウ [cm]の位置にできる。
- (b) 倍率 2.0 の正立の虚像をつくるには凸レンズの前方 エ [cm]の位置に物体を置けばよい。このとき、物体の像は凸レンズの オ カ [cm]の位置にできる。
- (c) (b)の問題で、物体と凸レンズの間に凹レンズを入れると、凸レンズによる物体の像の凸レンズからの距離は キ 。また、像の倍率は ク 。

ア , ウ , エ , カ の解答群

- ① 10 ② 15 ③ 20 ④ 30 ⑤ 40
⑥ 45 ⑦ 60 ⑧ 80 ⑨ 90

イ , オ の解答群

- ① 前方 ② 後方

キ , ク の解答群

- ① 大きくなる ② 小さくなる ③ 変わらない
④ 凹レンズを入れる位置によって大きくなったり小さくなったりする

(2) 振動数 450 [Hz] の音を出す音源がある。音速を 340 [m/s] として以下の問題に答えよ。音源と観測者は壁に垂直な同一直線上にあるとする。

(d) 音源が 3 [m/s] の速さで壁から遠ざかっている。音源と壁の間で静止している観測者が、音源から直接聞く音の振動数は [Hz] となる。また、音源から直接来る音と壁で反射した音を同時に聞くとうなりの回数は毎秒 回となる。

(e) 音源が 3 [m/s] の速さで壁から遠ざかっている。音源よりも壁から離れた位置で静止している観測者が音源から直接聞く音の振動数は [Hz] となり、音源から直接来る音と壁で反射した音を同時に聞くとうなりの回数は毎秒 回となる。

, の解答群

- ① 434 ② 440 ③ 442 ④ 446 ⑤ 450
⑥ 454 ⑦ 458 ⑧ 460 ⑨ 466

, の解答群

- ① 0 ② 2 ③ 4 ④ 6 ⑤ 8
⑥ 10 ⑦ 16 ⑧ 20 ⑨ 24

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。

1 [mol]の単原子分子理想気体からなる熱機関がある。以下の過程1～4で気体の状態をA→B→C→D→Aの順に変化させた。始めの状態Aでの気体の体積を V_0 [m³]、圧力を P_0 [Pa]、温度を T_0 [K]とする。

(過程1) 圧力を P_0 [Pa]に保って、温度を T_1 [K]に上昇させると、体積は V_1 [m³]になった。

(状態B)

(過程2) 温度を一定に保って、気体を V_2 [m³]に膨張させると、圧力は P_1 [Pa]になった。

(状態C)

(過程3) 体積を一定に保って、温度を T_2 [K]まで低下させると、圧力は P_2 [Pa]になった。

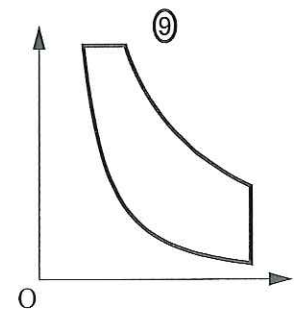
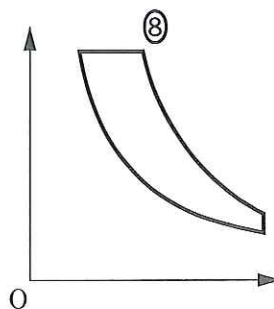
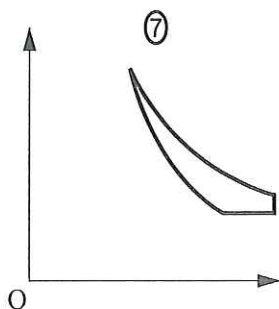
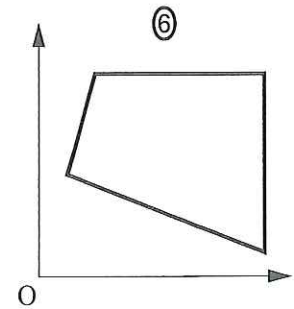
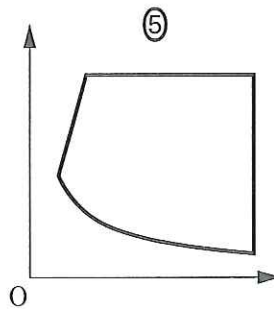
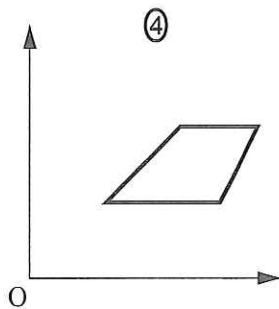
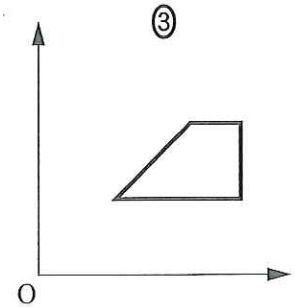
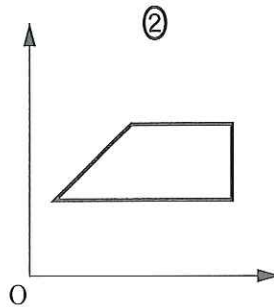
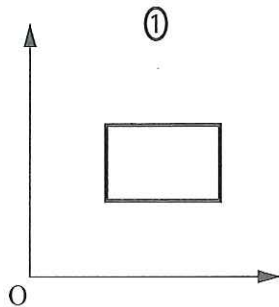
(状態D)

(過程4) 断熱圧縮すると最初の状態Aに戻った。

なお、断熱過程では圧力 P と体積 V の間に $PV^{5/3} = \text{一定}$ の関係があるとする。

(a) これらの過程での圧力 P と体積 V との関係を表わすグラフは ア , 絶対温度 T と体積 V との関係を表すグラフは イ である。ただし、いずれも横軸は体積 V である。

ア , イ の解答群



(b) 過程1で気体が吸収した熱量は $\boxed{\text{ウ}}$ $\times P_0(V_1 - V_0)$ [J], 気体が外部にした仕事は $\boxed{\text{エ}}$ $\times P_0(V_1 - V_0)$ [J]である。

また、過程3で気体が放出した熱量は $\boxed{\text{オ}}$ $\times (P_1 - P_2)V_2$ [J]である。

$\boxed{\text{ウ}}$ ~ $\boxed{\text{オ}}$ の解答群

- ① $\frac{1}{2}$ ② $\frac{3}{2}$ ③ $\frac{5}{2}$ ④ $\frac{7}{2}$ ⑤ 1
 ⑥ 2 ⑦ 3 ⑧ $\frac{5}{3}$ ⑨ $\frac{7}{5}$

(c) T_1 は T_0 の2倍, T_2 は T_0 の $\frac{1}{4}$ 倍であったとすると,

$$P_1 = \boxed{\text{カ}} \times P_0, P_2 = \boxed{\text{キ}} \times P_0, V_1 = \boxed{\text{ク}} \times V_0, V_2 = \boxed{\text{ケ}} \times V_0$$

となる。

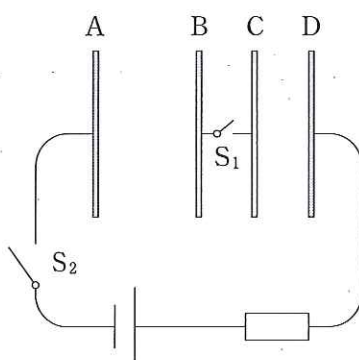
$\boxed{\text{カ}}$ ~ $\boxed{\text{ケ}}$ の解答群

- ① $\frac{1}{32}$ ② $\frac{1}{16}$ ③ $\frac{1}{8}$ ④ $\frac{1}{4}$ ⑤ $\frac{1}{2}$
 ⑥ 1 ⑦ 2 ⑧ 4 ⑨ 8 ⑩ 16

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。

図のように、一辺の長さ L の正方形の薄い金属板 A, B, C, D があり, AB 間, BC 間, CD 間の距離がそれぞれ $2d, d, d$ となるように互いに平行に置かれている。金属板 B と C はスイッチ S_1 の付いた細い導線で互いに接続されており, 金属板 A と D はそれぞれスイッチ S_2 および抵抗を経由して直流電源に接続されている。

最初, スイッチ S_1 と S_2 は開いていて, 金属板 A, B, D は電荷を持っていないが, 金属板 C には $2Q$ [C] の電荷が与えられている。 L [m] は d [m] よりじゅうぶん大きく, $Q > 0$ であるとする。また, 金属板間は真空であり, 真空の誘電率を ϵ_0 [F/m] とする。

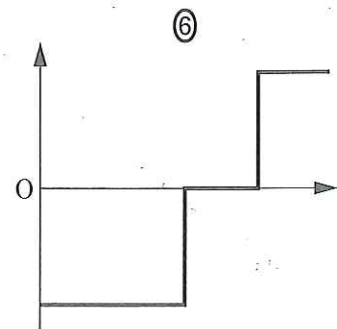
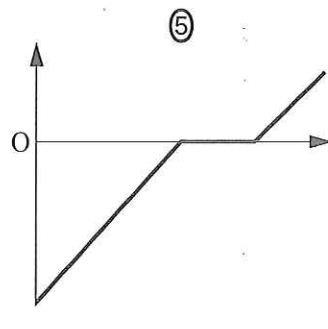
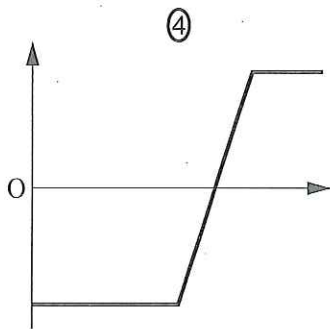
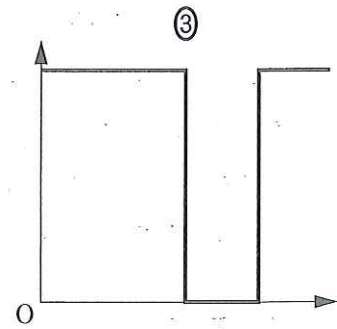
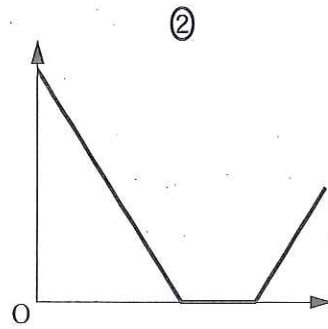
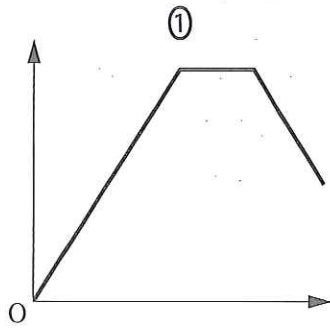


(a) スイッチ S_2 は開いたまま S_1 を閉じてじゅうぶん時間が経過したとき, 金属板 A および D を貫く電気力線の本数は, それぞれ ア および イ であり, 極板 A からの距離 (A から D に向かう方向を正とする) を横軸, 電場 (金属板 CD 間の電場の向きを正とする) を縦軸にとったグラフは ウ となる。

ア , イ の解答群

- ① $\epsilon_0 Q$ ② $\frac{\epsilon_0}{2} Q$ ③ $2 \epsilon_0 Q$ ④ $4 \pi \epsilon_0 Q$ ⑤ $\frac{1}{\epsilon_0} Q$
 ⑥ $\frac{1}{2 \epsilon_0} Q$ ⑦ $\frac{2}{\epsilon_0} Q$ ⑧ $\frac{4 \pi}{\epsilon_0} Q$ ⑨ 0

ウ の解答群



(b) スイッチ S_1 を閉じた後、 S_2 も閉じてじゅうぶん時間が経過したとき、金属板 A と D にそれぞれ $-3Q$ [C]、 $3Q$ [C] の電荷が蓄えられた。このとき、金属板 B が持つ電荷は [C] であり、金属板 C が持つ電荷は [C] である。また、AB 間、BC 間、CD 間の電場の大きさは、それぞれ ， ， となる。

， の解答群

- ① Q ② $2Q$ ③ $3Q$ ④ $4Q$ ⑤ $5Q$
 ⑥ $-Q$ ⑦ $-2Q$ ⑧ $-3Q$ ⑨ $-4Q$

， ， の解答群

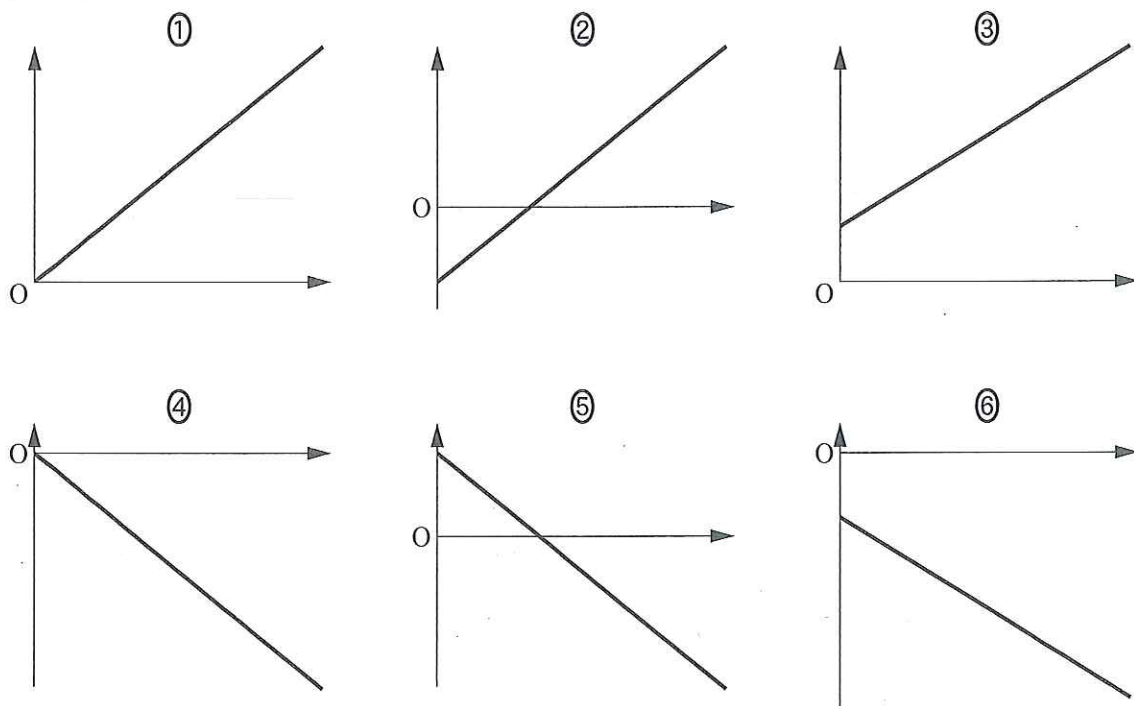
- ① $\frac{Q}{2\epsilon_0 L^2}$ ② $\frac{Q}{\epsilon_0 L^2}$ ③ $\frac{3Q}{2\epsilon_0 L^2}$ ④ $\frac{2Q}{\epsilon_0 L^2}$ ⑤ $\frac{3Q}{\epsilon_0 L^2}$
 ⑥ $\frac{4Q}{\epsilon_0 L^2}$ ⑦ $\frac{5Q}{\epsilon_0 L^2}$ ⑧ $\frac{8Q}{\epsilon_0 L^2}$ ⑨ 0

(次のページに続く)

(c) (b)の問題で、スイッチ S_2 を閉じて電荷が蓄えられる過程において、金属板 D の電荷 $q (\leq 3Q)$ を横軸、A に対する B の電位 $V(q)$ を縦軸にとったグラフは となる。

微小な電荷 Δq を金属板 A から B, C を経由して D まで運ぶのに必要な仕事を考え、D の電荷が 0 [C] から $3Q$ [C] となるまでの仕事の総和を求めることにより、金属板が蓄えたエネルギーを求めることができる。スイッチ S_2 を閉じる前とくらべて、電荷を蓄えることにより金属板 AB 間で増加したエネルギーは となる。

の解答群



の解答群

- | | | | | |
|----------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| ① $\frac{3Q^2d}{2\epsilon_0L^2}$ | ② $\frac{9Q^2d}{2\epsilon_0L^2}$ | ③ $\frac{15Q^2d}{2\epsilon_0L^2}$ | ④ $\frac{3Q^2d}{\epsilon_0L^2}$ | ⑤ $\frac{4Q^2d}{\epsilon_0L^2}$ |
| ⑥ $\frac{6Q^2d}{\epsilon_0L^2}$ | ⑦ $\frac{8Q^2d}{\epsilon_0L^2}$ | ⑧ $\frac{9Q^2d}{\epsilon_0L^2}$ | ⑨ $\frac{12Q^2d}{\epsilon_0L^2}$ | ⑩ $\frac{15Q^2d}{\epsilon_0L^2}$ |