

Windom の解答速報 杏林大(医) 物理 2012

I (1) 同じ速度になった時は一体と考えていいので、
運動量保存則より、

$$Mv_0 = (m+M)v$$

$$\therefore v = \frac{M}{m+M}v_0 \dots\dots \text{(ア) ⑥}$$

物体Bの運動方程式は、

$$ma = \mu_1 mg \quad \therefore a = \mu_1 g$$

$$v = at_1 \text{ から、 } t_1 = \frac{v}{a} = \frac{Mv_0}{\mu_1(m+M)g} \dots\dots \text{(イ) ⑦}$$

(2) (a) 系の運動方程式は、

$$(m+M)A = F_0 - \mu_2(m+M)g$$

$$\therefore A = \frac{F_0}{m+M} - \mu_2 g \dots\dots \text{(ウ) ⑤}$$

(b) 滑る直前には最大静止摩擦力が働く。

その時の物体Bの運動方程式は、

$$ma_1 = \mu_0 mg \quad \therefore a_1 = \mu_0 g$$

また、系の運動方程式は、

$$(m+M)a_1 = F_1 - \mu_2(m+M)g$$

$$\therefore F_1 = (\mu_0 + \mu_2)(m+M)g \dots\dots \text{(エ) ⑧}$$

(c) それぞれの運動方程式は、

$$ma_2 = \mu_1 mg$$

$$MA_2 = F_2 - \mu_1 mg - \mu_2(m+M)g$$

よって、

$$a_{A \rightarrow B} = a_2 - A_2 = \frac{(\mu_1 + \mu_2)(m+M)g - F_2}{M} \dots\dots \text{(オ) ⑨}$$

ア	⑥	イ	⑦	ウ	⑤	エ	⑧
オ	⑨						

II (1) (a) 倍率より $\left| \frac{b}{a} \right| = 2.0$ で、実像は $b > 0$ より $b = 2a$

これと、レンズの公式 $\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{30}$ より、

$$\therefore a = 45 \dots\dots \text{(ア) ⑥}$$

$$\therefore b = 2a = 2 \times 45 = 90 \dots\dots \text{(イ) ② (ウ) ⑨}$$

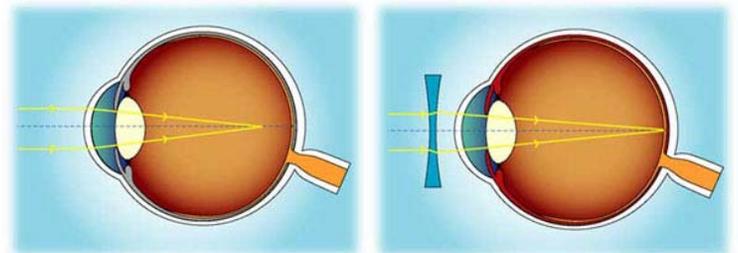
(b) $\left| \frac{b}{a} \right| = 2.0$ で、虚像は $b < 0$ より $b = -2a$

これと、レンズの公式より、 $a = 15 \dots\dots \text{(エ) ②}$

$$\therefore b = -2a = -2 \times 15 = -30 \dots\dots \text{(オ) ① (カ) ④}$$

(c) これは眼と近視のめがねの関係に近い事を指している。近視で網膜の手前に像を結んでいるところを、凹レンズである近視のめがねをつけることによって網膜上に像を作る。その時めがねは、対象物を近くにあるように見せかける働きがあり、像は実物より小さく見えます。この問題の場合は焦点より近いところに物体があるのですが、同じように考えればいいでしょう。

$$\dots\dots \text{(キ) ② (ク) ②}$$



※問題文がわかりにくく、この問題の主旨は分かりづら
いと思う。

(2) (d) 音源から直接聞く音の振動数は公式より、

$$f' = \frac{340}{340+3} \times 450 = 454 \text{ Hz} \dots\dots \text{(ケ) ④}$$

壁で反射した音も上の計算と同じ結果になり、両者に振
動数の差がないのでうなりは毎秒0回。 $\dots\dots \text{(サ) ⑥}$

(d) 音源から直接聞く音の振動数は、

$$f' = \frac{340}{340-3} \times 450 = 454 \text{ Hz} \dots\dots \text{(コ) ①}$$

壁で反射した音は (d) の計算と同じで 446 Hz
よって、うなりの回数は、

$$n = f' - f = 454 - 446 = 8 \text{ 回} \dots\dots \text{(シ) ⑤}$$

ア	⑥	イ	②	ウ	⑨	エ	②
オ	①	カ	④	キ	①	ク	②
ケ	④	コ	①	サ	⑥	シ	⑤

III (1) (a) 丁寧にグラフを書くとわかる。
 . . . (ア) ⑨, (イ) ⑤

(b) 課程 1 は定圧変化だから、

$$Q_1 = nC_p \Delta T = 1 \cdot \frac{5}{2} R(T_1 - T_0) = \frac{5}{2} P_0(V_1 - V_0)$$

. . . (ウ) ③

仕事は公式より、 $W_1 = P \Delta V = P_0(V_1 - V_0)$. . . (エ) ⑤

過程 3 は定積変化だから、

$$Q_3 = nC_v \Delta T = 1 \cdot \frac{3}{2} R(T_2 - T_1) = \frac{3}{2} (P_2 - P_1)V_2$$

よって放出した熱量 $Q_3' = -nC_v \Delta T = \frac{3}{2} (P_1 - P_2)V_2$
 . . . (オ) ②

(c) すべての過程でボイル・シャルルの法則が成り立ち、

$$\frac{P_0 V_0}{T_0} = \frac{P_0 V_1}{2T_0} = \frac{P_1 V_2}{2T_0} = \frac{P_2 V_2}{T_0}$$

まず $\frac{P_0 V_0}{T_0} = \frac{P_0 V_1}{2T_0}$ より、 $V_1 = 2V_0$. . . (ク) ⑦

過程 4 は断熱変化だから、

$$P V^{\frac{5}{3}} = \text{一定より、} P_0 V_0^{\frac{5}{3}} = P_2 V_2^{\frac{5}{3}}$$

これと、 $\frac{P_0 V_0}{T_0} = \frac{P_2 V_2}{T_0}$ より、

$$P_0 V_0^{\frac{5}{3}} = \frac{P_0 V_0}{4V_2} V_2^{\frac{5}{3}} \quad \therefore 4V_0^{\frac{2}{3}} = V_2^{\frac{2}{3}}$$

$\therefore V_2 = 8V_0$. . . (ケ) ⑨

$$\frac{P_0 V_0}{T_0} = \frac{P_1 V_2}{2T_0} \text{ より } 2P_0 V_0 = P_1 \cdot 8V_0$$

$\therefore P_1 = \frac{1}{4} P_0$. . . (カ) ④

$$\frac{P_1 V_2}{2T_0} = \frac{P_2 V_2}{T_0} \text{ より、} P_2 = \frac{P_1}{8} = \frac{P_0}{32}$$

. . . (キ) ①

ア	⑨	イ	⑤	ウ	③	エ	⑤
オ	②	カ	④	キ	②	ク	⑦
ケ	⑨						

IV (1) (a) 金属板 C に与えられた $2Q$ の電荷は、金属板 B と C に均一に広がり金属板 B と C はそれぞれ Q に帯電する。

ガウスの法則より全電気力線の本数は $N = \frac{2Q}{\epsilon_0}$ になるが、

それが左右に分かれるので、金属板 A と B を貫く電気力線の本数はそれぞれ $N = \frac{Q}{\epsilon_0}$ となる。

. . . (ア) ⑤, (イ) ⑤

AB 間は左向き、CD 間は右向きの電界ができるのでグラフは⑥になる。なお BC 間には電界はない。 . . . (ウ) ⑥

(b) (問題の設定としてはおかしいが) 問題作成者の意図をくみ取ると、左のコンデンサーと右のコンデンサーにはそれぞれ $3Q$ の電荷が蓄えられていることになり、向かい合わせの極板の電荷の大きさは等しく符号が違うので、

. . . (エ) ③, (オ) ⑧

AB 間 CD 間の電界は、 $E = \frac{3Q}{\epsilon_0 S} = \frac{3Q}{\epsilon_0 L^2}$

. . . (カ) ⑤, (キ) ⑨, (ク) ⑤

(c) 最初 AD 間には電位差がなく、それが V_0 まで広がる。その時に電荷量は 0 から $3Q$ まで増加するので、グラフは①のようになる。
 . . . (ケ) ①

$$\Delta U = \frac{(3Q)^2}{2C} - 0 \text{ で、} C = \epsilon_0 \frac{L^2}{2d} \text{ より、}$$

$$\therefore \Delta U = \frac{3Q^2 d}{2L^2} \text{ . . . (コ) ⑧}$$

ア	⑤	イ	⑤	ウ	⑥	エ	③
オ	⑧	カ	⑤	キ	⑨	ク	⑤
ケ	①	コ	⑧				

【講評】 昨年はかなり難しくて問題量も多かったが、今年はそのほどでもない。ただ 50 分で解くにはやはり量が多く難しい。難しい問題も所々にみられ、大問 I II の比較的簡単な問題を確実に解いて、難しい III IV でいかに結びつけられるかどうかだ。

I は典型的な問題で割と解きやすい。
 II も公式の使い方を知っていれば解ける問題である。ただ (c) の問題は不親切な文で解くのは難しい。
 III のグラフを選ぶのや熱量を計算させる問題は、気体分野に慣れていないと難しい。(c) の問題は計算がややこしくミスをしやすい。
 IV は最初から困惑してしまった受験生は多いであろう。設定がわかりづらく非常に解きにくい。

一次突破ラインは、生物との得点調整しただが 60 点ぐらいになる。