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、

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

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

物体Ｂの運動方程式は、

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

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

(2) (a) 系の運動方程式は、

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

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

(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、

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

また、系の運動方程式は、

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

$$\therefore F_1 = (\mu_0 + \mu_1)(m+M)g \quad ・・・（エ）⑧$$

(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、

$$a_{A\to B} = a_2 - A_2 = \frac{(\mu_1+\mu_2)(m+M)g - F_2}{M} \quad ・・・（オ）⑨$$

ア	⑥	イ	⑦	ウ	⑤	エ	⑧
オ	⑨						

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

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

$$\therefore a = 45 \quad ・・・（ア）⑥$$

$$\therefore b = 2a = 2\times 45 = 90 \quad ・・・（イ）②　（ウ）⑨$$

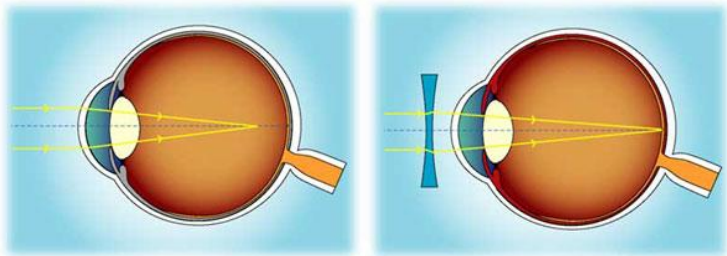
(b) $\left|\dfrac{b}{a}\right| = 2.0$ で、虚像は $b<0$ より $b = -2a$

これと、レンズの公式より、$a = 15$ ・・・（エ）②

$$\therefore b = -2a = -2\times 15 = -30 \quad ・・・（オ）①　（カ）④$$

(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。

・・・（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、

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

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。・・・（サ）⑥

(d) 音源から直接聞く音の振動数は、

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

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、

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

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,

$$\frac{P_0V_0}{T_0} = \frac{P_0V_1}{2T_0} = \frac{P_1V_2}{2T_0} = \frac{P_2V_2}{\frac{T_0}{4}}$$

まず $\frac{P_0V_0}{T_0} = \frac{P_0V_1}{2T_0}$ より、$V_1 = 2V_0$・・・（ク）⑦

過程４は断熱変化だから、

$PV^{\frac{5}{3}} =$ 一定より，$P_0V_0{}^{\frac{5}{3}} = P_2V_2{}^{\frac{5}{3}}$

これと、$\frac{P_0V_0}{T_0} = \frac{P_2V_2}{\frac{T_0}{4}}$ より、

$$P_0V_0{}^{\frac{5}{3}} = \frac{P_0V_0}{4V_2}V_2{}^{\frac{5}{3}} \quad \therefore 4V_0{}^{\frac{2}{3}} = V_2{}^{\frac{2}{3}}$$

$\therefore V_2 = 8V_0$・・・（ケ）⑨

$\frac{P_0V_0}{T_0} = \frac{P_1V_2}{2T_0}$ より $2P_0V_0 = P_1\cdot 8V_0$

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

$\frac{P_1V_2}{2T_0} = \frac{P_2V_2}{\frac{T_0}{4}}$ 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 $N = \frac{2Q}{\varepsilon_0}$ 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 $N = \frac{Q}{\varepsilon_0}$ 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)「多重極板での電荷の配置の理論」を用いると、Ａの極板に Q、Ｄの極板に Q の電荷が蓄えられる。さらにＢの極板に $4Q$、Ｃの極板に $-2Q$ 蓄えられていることになる。　・・・（エ）④　、（オ）⑦

ＡＢ間の電界は、$E_{AB} = \frac{4Q}{\varepsilon_0 L^2}$、ＣＤ間の電界は、$E_{CD} = \frac{2Q}{\varepsilon_0 L^2}$

ＢＣ間の電界は、$E_{BC} = 0$

・・・（カ）⑥　、（キ）⑨　、（ク）④

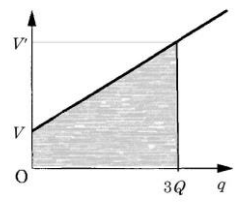
(c) 最初のＡＢ間の電位差は、$N = \frac{Q}{\varepsilon_0}$ で、$E_{AB} = \frac{\frac{Q}{\varepsilon_0}}{L^2} = \frac{Q}{\varepsilon_0 L^2}$

$$\therefore V = \frac{Q}{\varepsilon_0 L^2}\times 2d = \frac{2dQ}{\varepsilon_0 L^2}$$

後のＡＢ間の電位差は、$E'_{AB} = \frac{\frac{4Q}{\varepsilon_0}}{L^2} = \frac{4Q}{\varepsilon_0 L^2}$

$$\therefore V' = \frac{4Q}{\varepsilon_0 L^2}\times 2d = \frac{8dQ}{\varepsilon_0 L^2}$$

その時に電荷量は 0 から $3Q$ まで増加するので、グラフは③のようになる。　・・・（ケ）③



静電エネルギーはグラフの面積を求めればよく、

$$U = \frac{1}{2}\left(\frac{2dQ}{\varepsilon_0 L^2} + \frac{8dQ}{\varepsilon_0 L^2}\right)\times 3Q = \frac{15dQ^2}{\varepsilon_0 L^2}$$

・・・（コ）⓪

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，今年はそれほどでもない。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ⅠⅡの比較的簡単な問題を確実に解いて，難しいⅢⅣでいかに点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だいだが６０点ぐらいになる。