解答速報

兵庫医科大学（一般）

物理

医歯専門予備校 メルリックス学院 MELURIX

［問1］

Ⅰ.

(1) ②

理由：導体棒はy軸正方向に動き出すので、フレミングの左手の法則により、磁場の向きは、z軸負方向とわかる。

(2) 導体棒が動き出した直後と考えて、求める力の大きさ$F_B=B\dfrac{V}{R}l=\dfrac{BVl}{R}$

(3) 最大摩擦力を越えればよいので、μmg

(4) (2)(3)より、$\dfrac{BVl}{R}>\mu mg$

$\therefore\quad R<\dfrac{BVl}{\mu mg}$

Ⅱ.

(5) ファラデーの電磁誘導の法則より、Bv_0l

(6) キルヒホッフの第2法則より、求める電流の大きさをIとして、

$V-Bv_0l=RI$

よって、$I=\dfrac{V-Bv_0l}{R}$

(7) $F=BIl$の式より、$\dfrac{Bl}{R}(V-Bv_0l)$

(8) $v=$一定 $\Longrightarrow a=0 \Longrightarrow$ 力のつり合いより、動摩擦係数をμ'とおくと、

$\dfrac{Bl}{R}(V-Bv_0l)=\mu' mg \qquad \therefore\quad \mu'=\dfrac{Bl}{mgR}(V-Bv_0l)$

(9) $U=\mu' mgv_0=\dfrac{Bv_0l}{R}(V-Bv_0l)$

(10) $Q=I^2R=\dfrac{(V-Bv_0l)^2}{R}$

(11) $P=IV=\dfrac{V}{R}(V-Bv_0l)$

また、$U+Q=\dfrac{V}{R}(V-Bv_0l)=P$ となり、エネルギー保存則が示せた。

［問2］

Ⅰ.

(1)　点Oのまわりの力のモーメントのつり合いより、求める張力の大きさをSとおくと、

$$l\sin\theta \times S\cos\theta = l \times mg$$

$$\therefore \quad S = \frac{mg}{\sin\theta\cos\theta}$$

(2)　棒Bにはたらく力のつり合いを水平、鉛直成分で考えると、

$$\sqrt{(S\sin\theta)^2 + (S\cos\theta - mg)^2}$$

$$= mg\sqrt{\left(\frac{1}{\cos\theta}\right)^2 + \left(\frac{1}{\sin\theta} - 1\right)^2}$$

Ⅱ.

(3)　AとCの衝突直前で考えると、力学的エネルギー保存則より求める速さをv_0として、

$$mgl = \frac{1}{2}mv_0{}^2 \qquad \therefore \quad v_0 = \sqrt{2gl}$$

(4)　求める力の大きさをTとして、Aの力のつり合いより、

$$T = mg + m\frac{v_0{}^2}{l} = 3mg$$

Ⅲ.

(5)　図2より、AはCと衝突後、さらに左方へ進む。

衝突直後のAとCの速さをそれぞれv、Vとおくと、運動量保存則より、

$$mv_0 = mv + MV \quad \cdots\cdots \quad ①$$

また、衝突後のAの力学的エネルギー保存則より、

$$\frac{1}{2}mv^2 = mg(l - \sin\phi) \quad \cdots\cdots \quad ②$$

①②より$V = \dfrac{m\sqrt{2gl}\left(1 - \sqrt{1 - \sin\phi}\right)}{M}$

［問3］

Ⅰ.

(1)　求める個数をf_1とおくと、振動数の公式より、

$$\frac{f_1}{f} = \frac{V + v_R}{V} \qquad \therefore \quad f_1 = \frac{V + v_R}{V}f$$

(2)　Pが聞く振動数を求めればよい。

求める振動数をf_2とおくと、(1)と同様にして、

$$\frac{f_2}{f_1} = \frac{V}{V - v_R} \qquad \therefore \quad f_2 = \frac{V + v_R}{V - v_R}f$$

(3)　うなりの振動数をΔf_1とおくと、

$$\Delta f_1 = |f - f_2| = \frac{2v_R f}{V - v_R}$$

Ⅱ.

(4) うなりの振動数が大きくなるので、Pは音源に近づく。よって①

(5) Pの速さをv_1、うなりの振動数をΔf_2とおくと、

$$\Delta f_2 = \frac{V+v_1}{V} \times \frac{2v_R f}{V-v_R}$$

したがって、$\dfrac{V+v_1}{V} = 1.2$ より、$v_1 = 0.2$〔V〕

Ⅲ.

(6) Sの速さをv_2、うなりの振動数をΔf_3とおくと、

$$\Delta f_3 = \left| \frac{V}{V-v_2} f - \frac{V(V+v_R)}{(V+v_2)(V-v_R)} f \right| = \frac{\Delta f_1}{2}$$

$$\Leftrightarrow\ 2V^2 |v_2 - v_R| = v_R (V^2 - v_2{}^2)$$

これを解くと、

$$v_2 = \frac{V^2 - \sqrt{V^4 - v_R{}^2 V^2}}{v_R},\quad \frac{-V^2 + \sqrt{V^4 + 3v_R{}^2 V^2}}{v_R}$$

［問4］

Ⅰ.

(1) $\Delta V = \dfrac{4}{3}\pi (r+\Delta r)^3 - \dfrac{4}{3}\pi r^3$

$$\fallingdotseq \frac{4}{3}\pi r^3 \left(1 + \frac{3\Delta r}{r}\right) - \frac{4}{3}\pi r^3$$

$$= 4\pi r^2 \Delta r$$

(2) 圧力が一定とみなして、$P = \dfrac{3RT}{4\pi r^3}$ より、求める仕事は、

$$-P\Delta V = -\frac{3RT}{r}\Delta r$$

(3) $\Delta S = 4\pi (r+\Delta r)^2 - 4\pi r^2 \fallingdotseq 8\pi r \Delta r$ より、求める仕事は、

$$\sigma \Delta S = 8\pi r \sigma \Delta r$$

(4) $Q_1 = \Delta U_C - 8\pi r \sigma \Delta r$

$$Q_2 = \frac{3}{2} R \Delta T + \frac{3RT}{r} \Delta r$$

$$Q_1 + Q_2 = \Delta U_C - 8\pi r \sigma \Delta r + \frac{3}{2} R \Delta T + \frac{3RT}{r} \Delta r$$

Ⅱ.

(5) (4)の$Q_1 + Q_2 = 0$ であればよいので、

$$0 = \beta \Delta T - 8\pi r \sigma \Delta r + \frac{3}{2} R \Delta T + \frac{3RT}{r} \Delta r$$

$$\therefore\quad \frac{\Delta T}{T} = \frac{16\pi \alpha r^2 - 6R}{2\beta + 3R} \times \frac{\Delta r}{r}$$

(6) (5)において、分子＞0であればよいので、

$$16\pi \alpha r^2 - 6R > 0$$

$$\therefore\quad r > \sqrt{\frac{3R}{8\pi \alpha}}$$

［問5］

(1)　$10x+11(1-x)=10.81$ より、

$x=0.19$　よって、19%

(2)　${}^{10}_{5}\mathrm{B}+{}^{1}_{0}\mathrm{n}\longrightarrow{}^{4}_{2}\mathrm{He}+{}^{7}_{3}\mathrm{Li}$ より、① 3　② 7

(3)　①　$m_0v_0=m_1v_1\cos\theta+m_2v_2\cos\phi$

②　$0=m_1v_1\sin\theta-m_2v_2\sin\phi$

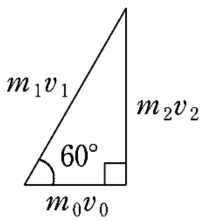
③　運動エネルギーの変化量より、

$$\frac{1}{2}m_1{v_1}^2+\frac{1}{2}m_2{v_2}^2-\frac{1}{2}m_0{v_0}^2$$

(4)　$\Delta m=(11.0216-11.0186)\times1.7\times10^{-27}$［kg］より

$Q=\Delta m\times C^2\fallingdotseq4.6\times10^{-13}$［J］

(5)



$2m_0v_0=m_1v_1$

$\sqrt{3}\,m_0v_0=m_2v_2$ より、

$v_1=\frac{1}{2}v_0$、$v_2=\frac{\sqrt{3}}{7}v_0$

したがって(3)③と(4)より、

$$4.59\times10^{-13}=\frac{1}{2}\times4m_0\times\left(\frac{1}{2}v_0\right)^2+\frac{1}{2}\times7m_0\times\left(\frac{\sqrt{3}}{7}v_0\right)^2-\frac{1}{2}m_0{v_0}^2$$

$$\Longleftrightarrow4.59\times10^{-13}=\frac{3}{14}m_0{v_0}^2$$

$$\therefore\quad\frac{1}{2}m_0{v_0}^2\fallingdotseq1.1\times10^{-12}\text{［J］}$$

講評

例年通り、大問は５つです。また、今年も原子原子核の出題ありでした。全体に計算量も多いですが、考え方も難しいものが多く、各大問を解き切るというよりも、少しずつ時計を見ながらできる問題を探していくという印象です。

[問１]解き易い。（２）、（３）では条件が曖昧ですが、そこを飛ばしても最後まで進めそうです。

[問２]問１同様に解き易い。（５）図２より衝突後、A は左方へ進むと判断します。ここも、最後まで進めそう。ただ、棒 B の存在が気になった受験生も多いのではないでしょうか。

[問３]前半は振動数公式を多用します。（４）からは計算量が多く、一旦飛ばして次の大問に進むべきと思われます。

[問４]難しく、不慣れなため意図が読み取りにくい。（１）はできそうですが、（２）以降は仕事の符号、熱の扱い等、短時間にこなすのは難しいのではないかと思われます。

[問５]（４）まで解けたら良いです。ただし、運動量保存則におけるベクトル図に慣れている受験生は綺麗に完答したと思われます。

以上を踏まえて、合格には小問 33 問中 20 問程度、およそ正答率 60%が必要かと思われます。