大阪医科大学 2018年度（後期）入学試験 解答速報 物理

2018年3月10日 実施

I

① mv　② $\dfrac{3mv^2}{2L}$　③ $\dfrac{2L}{3v}$　④ $\sqrt{3}$　⑤ $\dfrac{M}{M+m}$

⑥ $\dfrac{\sqrt{3}m}{M+m}$　⑦ $\dfrac{Mm}{(M+m)^2}$　⑧ $\dfrac{\sqrt{3}M}{M+m}$　⑨ $\sqrt{\dfrac{3(M+m)}{M}}$

解説

① 弾丸の運動量の変化の大きさに等しいので，mv [N·s]

② 抵抗力の大きさを F [N] とおくと，仕事とエネルギーの関係より，

$$\frac{1}{2}mv^2 - F\frac{L}{3} = 0 \qquad \therefore F = \frac{3mv^2}{2L}\ [\mathrm{N}]$$

③ 求める時間を t_0 とおくと，$Ft_0 = mv$ より，$t_0 = \dfrac{mv}{F} = \dfrac{2L}{3v}$

④ $v-t$ グラフを用いて考える．初速度を変えても加速度は変化しないので，図1の △OAB と △OCD は相似になる．2つの三角形の面積比が3なので，相似比が $\sqrt{3}$．したがって，$\sqrt{3}$ 倍．

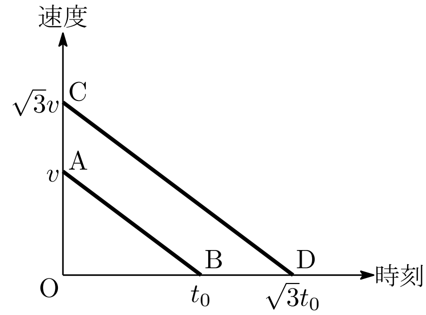


図1

⑤〜⑥ 木片と一体になった後の速さを v_1 とすると，

$$\sqrt{3}mv = (m+M)v_1$$

よって，$v_1 = \dfrac{\sqrt{3}m}{m+M}v \cdots$⑥.

したがって，$v-t$ グラフから，弾丸が木材に侵入した距離 d は,

$$d = \frac{\sqrt{3}v - v_1}{\sqrt{3}v}L = \frac{M}{m+M}L \cdots ⑤.$$

⑦ 同様に，木片が移動した距離は，$\dfrac{v_1}{\sqrt{3}v}d = \dfrac{mM}{(m+M)^2}v$

⑧ 求める時間を t_1 とおくと，

$$Ft_1 = Mv_1 \qquad \therefore t_1 = \frac{\sqrt{3}M}{m+M} \times t_0$$

⑨ 求める速度を v_2 とする．④と同じ考え方を用いると，図2より

$$v_2 = \sqrt{\frac{L}{d}} \times \sqrt{3}v = \sqrt{\frac{3(m+M)}{M}} \times v$$

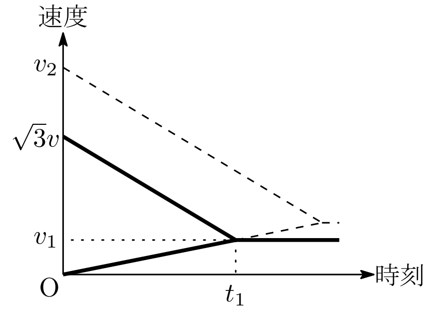
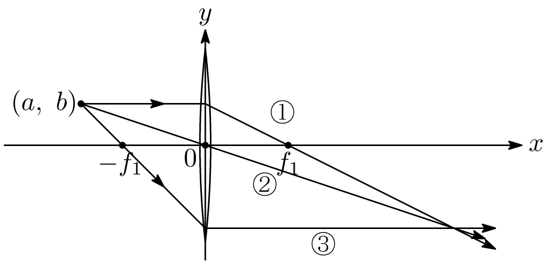


図2

＜次頁につづく＞

Ⅱ

(1)　① 〜 ③



④ $\dfrac{f_1 a}{f_1 + a}$ [m]　⑤ $\dfrac{f_1 b}{f_1 + a}$ [m]

(2)　① $y = \dfrac{b}{f_2}x + b$　② $y = \dfrac{b}{a}x$　③ $y = \dfrac{f_2 b}{f_2 - a}$　④ $\dfrac{f_2 a}{f_2 - a}$ [m]　⑤ $\dfrac{f_2 b}{f_2 - a}$ [m]

(3)　① $f_3 - f_4$ [m]　② $\dfrac{b}{b'} = \dfrac{f_3}{f_4}$

(4)　① ア．角膜　② ウ．凹面

（② ヒトの眼球を理想的な光学系とすると答えは「イ．平面」となるが，ここでは角膜表面での屈折を考慮した解答とした）

解説

(1)　① 後方の焦点を通る　② 直進する　③ 光軸に平行な光線となる

④ レンズの射像公式より $\dfrac{1}{-a} + \dfrac{1}{x} = \dfrac{1}{f_1}$.　$\therefore x = \dfrac{f_1 a}{f_1 + a}$

⑤ 倍率が $\dfrac{x}{-a} = \dfrac{-f_1}{f_1 + a}$ であることから，$y = \dfrac{f_1 b}{f_1 + a}$

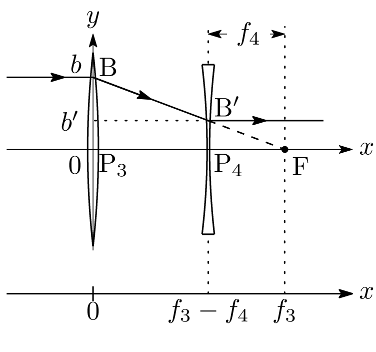
(2)　① 前方の焦点の延長線上に屈折する　② 直進する

③ 後方の焦点を目指す光線なので光軸に平行な光線となる

④ レンズの射像公式より $\dfrac{1}{-a} + \dfrac{1}{x} = \dfrac{1}{-f_2}$.　$\therefore x = \dfrac{f_2 a}{f_2 - a}$

⑤ ③ の屈折光線の y 座標の値と等しくなる．

(3)　① 図のように接眼レンズでの屈折後，光線が光軸と平行になるのは対物レンズと接眼レンズの焦点の位置が一致する場合に相当する．



② $\triangle \mathrm{FP_4B'}$ と $\triangle \mathrm{FP_3B}$ が相似であるので，$\dfrac{b}{b'} = \dfrac{f_3}{f_4}$

(4)　① 相対屈折率がもっとも大きいのは，空気→角膜の屈折時である．

② 角膜表面での屈折を考慮すると，絵の上部からの光は空気部分を進んできた向きより下向きに屈折する，そのため絵の真正面からの光が結像する位置にくらべて，実像の位置が若干水晶体に近くなる．

＜次頁につづく＞

Ⅲ

(1)　ロ

(2)　$B_0 = \dfrac{m}{eR}v$

(3)　誘導起電力の大きさ：$V = \left|\dfrac{\varDelta\varPhi}{\varDelta t}\right|$ [V]

電場の大きさ：$E = \dfrac{1}{2\pi R}\left|\dfrac{\varDelta\varPhi}{\varDelta t}\right|$ [V/m]

(4)　イ，正

(5)　$\varDelta v = \dfrac{e}{2\pi mR}\varDelta\varPhi$ [m/s]

(6)　$\varDelta B = \dfrac{m}{eR}\varDelta v$

(7)　$2\pi R^2$

$\boxed{\text{解説}}$

(1)　ローレンツ力が原点を向くのは，電子の回転方向が (ロ) のときである．

(2)　運動方程式より，$m\dfrac{v^2}{R} = evB_0 \qquad \therefore B_0 = \dfrac{m}{eR}v$

(3)　ファラデーの電磁誘導の法則より，誘導起電力の大きさは $V = \left|\dfrac{\varDelta\varPhi}{\varDelta t}\right|$ [V]

また，円周方向の電場の大きさは $E = \dfrac{V}{2\pi R} = \dfrac{1}{2\pi R}\left|\dfrac{\varDelta\varPhi}{\varDelta t}\right|$ [V/m]

(4)　電磁誘導によって生じた電場が電子の回転方向と逆向きであればよいので，円周方向の電場の向きは (イ)

また，円軌道内部の磁束が増加するときに円周方向の電場の向きは (イ) となるので，$\varDelta\varPhi$ は正

(5)　運動量と力積の関係より，$m\varDelta v = eE\varDelta t \qquad \therefore \varDelta v = \dfrac{e}{2\pi mR}\varDelta\varPhi$ [m/s]

(6)　(1) と同様に考えると，$B = \dfrac{m}{eR}v$ となる． $\dfrac{m}{eR}$ が一定となるように B，v を変化させると，$\varDelta B = \dfrac{m}{eR}\varDelta v$

(7)　(5)，(6) より，$\varDelta B = \dfrac{m}{eR}\dfrac{e}{2\pi mR}\varDelta\varPhi$ であるから，$\varDelta\varPhi = 2\pi R^2 \times \varDelta B$

＜次頁につづく＞

Ⅳ

(1)　1.5[°C]

(2)　ウ

(3)　速さ：ア，振動数：イ，波長：ア

(4)　① R　　② $\dfrac{9}{4}R$

解説

(1)　小球の質量を m，重力加速度の大きさを g，はじめの小球の高さを h とすると，衝突前に小球がもつ力学的エネルギー E は $E=mgh$ となる。小球と床の反発係数が 0.5 なので，床で跳ね返った直後に小球がもつ力学的エネルギー E' は、$E'=\dfrac{1}{4}E$ になる。したがって，小球が衝突によって失った力学的エネルギー ΔE は $\Delta E=E-E'=\dfrac{3}{4}E$. これが全て小球の温度上昇になるので，比熱を c，温度上昇を Δt とすると，$mc\times10^3\Delta t=\dfrac{3}{4}E$. （※比熱の単位は g(グラム) を使用しているので、$1[\mathrm{kg}]=10^3[\mathrm{g}]$ となることに注意）

(2)　プランク定数 h の単位は $[\mathrm{J\cdot s}]=[\mathrm{kg\cdot m^2\cdot s^{-1}}]$ である．

(3)　空気中を伝わる音波の速さは気温が高くなると大きくなるので，部屋から温度の低い室外に出るとき，音波の速さは小さくなる．振動数は媒質が変わっても不変．振動数が不変なので，波長は速さに比例して小さくなる．

(4)　ホイートストンブリッジ回路の考え方を用いると、①，②ともに $\dfrac{R_1}{R_2}=\dfrac{R_3}{R_4}$ の関係が成り立っており，R_5 には電流が流れないことが分かる．

＜次頁につづく＞

講評

Ⅰ［力学：総合問題］（やや難）力積の法則と，仕事とエネルギーの関係を用いて解く典型的な問題．$v-t$ グラフを上手く用いて素早く解いておきたい問題である．

Ⅱ［波動：レンズ］（やや難）レンズの問題．座標軸が設定してあり，光軸からのずれも計算する必要があるため，やや計算が難しい．最後の網膜の形状に関する問題は，設定が曖昧なため答えが選びづらい問題である．

Ⅲ［電磁気：ベータトロン］（標準）ベータトロンの典型的な問題．誘導が丁寧なので完答したい．

Ⅳ［小問集合］（標準）エネルギー保存則，プランク定数の次元，空気中を伝わる音の速さ，合成抵抗の 4 問．いずれも基本的な問題なので，完答したい．

昨年度並の難易度．目標は 75%