解答速報

近畿大学医学部（後期）　物理

2025年 2月 22日実施

I

(1) $a = g\sin\theta$〔$\mathrm{m/s^2}$〕　(2) $h = \dfrac{1}{2}gt^2\sin^2\theta$〔m〕　(3) $v_{\text{B}}{}' = \dfrac{2m}{m+M}gt\sin\theta$〔m/s〕

(4) $l = \dfrac{4m}{\sqrt{3}(m+M)}gt^2\sin^2\theta$〔m〕　(5) $h' = \dfrac{4}{9}h$〔m〕　(6) $t' = \dfrac{2(2+\sqrt{3})}{3}t\sin\theta$〔s〕

解説

(1) 重力加速度の斜面方向成分を考えればよいので，$a = \boldsymbol{g\sin\theta}$〔$\mathbf{m/s^2}$〕

(2) OP 間の距離は $\dfrac{h}{\sin\theta}$〔m〕であるから，等加速度運動の式より，

$$\frac{h}{\sin\theta} = \frac{1}{2}(g\sin\theta)t^2 \qquad \therefore\ h = \boldsymbol{\frac{1}{2}gt^2\sin^2\theta}\text{〔m〕}$$

(3) 小球 A と小球 B の衝突直前・直後の小球 A の速度をそれぞれ v_0〔m/s〕，v〔m/s〕とすると，

運動量保存則：$mv_0 = mv + Mv_{\text{B}}{}'$

反発係数の式：$v - v_{\text{B}}{}' = -(v_0 - 0)$

これらの式から v を消去し，$v_0 = at = gt\sin\theta$ を代入すると，$v_{\text{B}}{}' = \boldsymbol{\dfrac{2m}{m+M}gt\sin\theta}$〔m/s〕

(4) 小球 B が台の終点 Q より飛び出した後，点 R の位置で床面と一度目の衝突をするまでの時間を t_1〔s〕とする．鉛直方向の等加速度運動の式より，

$$\frac{4}{3}h = \frac{1}{2}g{t_1}^2 \qquad \therefore\ t_1 = 2\sqrt{\frac{2h}{3g}} = \frac{2}{\sqrt{3}}t\sin\theta$$

よって，求める水平距離 l〔m〕は，

$$l = v_{\text{B}}{}'t_1 = \boldsymbol{\frac{4m}{\sqrt{3}(m+M)}gt^2\sin^2\theta}\text{〔m〕}$$

(5) 床との衝突で，最高点の高さは衝突の度に e^2 倍されることから，

$$h' = \left(\frac{1}{\sqrt{3}}\right)^2 \times \frac{4}{3}h = \boldsymbol{\frac{4}{9}h}\text{〔m〕}$$

(6) 小球 B が点 R で床面と衝突をした後，床面からはね上がって最高点に達するまでの時間は $et_1 = \dfrac{1}{\sqrt{3}}t_1$〔s〕である．よって，求める時間 t'〔s〕は，

$$t' = t_1 + 2\times\frac{1}{\sqrt{3}}t_1 = \left(1+\frac{2}{\sqrt{3}}\right)\times\frac{2}{\sqrt{3}}t\sin\theta = \boldsymbol{\frac{2(2+\sqrt{3})}{3}t\sin\theta}\text{〔s〕}$$

＜次頁につづく＞

II

(1)（a）充電　（b）放電

(2)（A）大きく（または「広く」）　（B）小さく（または「狭く」）

(3) $C=\varepsilon_0\dfrac{S}{d}$〔F〕　(4) $V=\dfrac{Qd}{\varepsilon_0 S}$〔V〕，$Q=\varepsilon_0\dfrac{S}{2d}V$〔C〕　(5) $F=\dfrac{\varepsilon_0 S}{2d^2}V^2$〔N〕　(6) $\dfrac{(1-\varepsilon_{\mathrm{r}})\varepsilon_0 SV^2}{2\varepsilon_{\mathrm{r}}d}$〔J〕

解説

(3, 4) コンデンサーの電気容量を C_0，コンデンサーに蓄えられる電気量を Q_0，極板間の距離を d_0 とすると，$C_0=\varepsilon_0\dfrac{S}{d_0}$，$Q_0=C_0V$ が成り立つことよりわかる．

(5) コンデンサーに蓄えられる電気量は一定となるので，極板間にはたらく引力の大きさも一定となる．この引力の大きさを求めればよい．極板間の電圧を V_0 とすると，極板間の電場の強さが $\dfrac{V_0}{d_0}$ となることから，引力の大きさは $\dfrac{1}{2}Q_0\dfrac{V_0}{d_0}$ である．$d_0=d$，$V_0=V$ のときを考えて，$F=\dfrac{1}{2}\cdot\varepsilon_0\dfrac{S}{d}V\cdot\dfrac{V}{d}=\boldsymbol{\dfrac{\varepsilon_0 S}{2d^2}V^2}$**〔N〕**

(6) 誘電体の挿入の前後でコンデンサーに蓄えられた電気量が変化しないことと，コンデンサーの静電エネルギーが $\dfrac{{Q_0}^2}{2C_0}$ であることより，$\dfrac{\left(\varepsilon_0\dfrac{S}{d}V\right)^2}{2\varepsilon_{\mathrm{r}}\varepsilon_0\dfrac{S}{d}}-\dfrac{\left(\varepsilon_0\dfrac{S}{d}V\right)^2}{2\varepsilon_0\dfrac{S}{d}}=\boldsymbol{\dfrac{(1-\varepsilon_{\mathrm{r}})\varepsilon_0 SV^2}{2\varepsilon_{\mathrm{r}}d}}$**〔J〕**

的中!!

問題 II が的中しました！

MeBio 近畿大学医学部後期対策 直前テキスト 問題 2-2（2025 年 2 月 21 日（試験前日）に演習）

6　近畿大学医学部後期 2025 直前テキスト 2/21

問題 2–2　以下の文中の $\boxed{(1)}$ ～ $\boxed{(11)}$ に適切な数式を入れよ。また，$\boxed{(あ)}$，$\boxed{(い)}$，$\boxed{(う)}$ には以下の選択肢から適切なものを選べ。空気の誘電率は真空の誘電率 ε_0〔F/m〕に等しいものとし，重力の影響は無視せよ。

$\boxed{(あ)}$，$\boxed{(い)}$，$\boxed{(う)}$ の選択肢：

（ア）A_1 に向かう方向に合力が働く　（イ）A_2 に向かう方向に合力が働く

（ウ）働く力の合力は 0 となる

問 1　1 辺の長さが L〔m〕の正方形の 2 枚の電極 A_1，A_2 を d〔m〕だけ離して固定した平行板コンデンサーを考える（d は L に比べて十分小さいとする）。図 1 のように電極間に 1 辺の長さが L〔m〕，厚みが t〔m〕$(0<t<d)$ の正方形導体板を挿入する。導体板は電極に平行であり，かつ導体板と電極 A_2 との距離は x〔m〕であるとする。導体板を挿入する前のコンデンサーの電気容量は $\boxed{(1)}$〔F〕であったが，導体板を挿入することによりコンデンサーの電気容量は $\boxed{(2)}$〔F〕となる。ここで，電極 A_1，A_2 にそれぞれ Q〔C〕，$-Q$〔C〕$(Q>0)$ の電荷を与えたとき，導体板に働く力について考えてみよう。このとき，導体板の上面と下面にはそれぞれ，$-Q$〔C〕，Q〔C〕の電荷が誘起される。電極 A_1 と導体板の間の電場の大きさは $\boxed{(3)}$〔V/m〕であり，電極 A_1 上の電荷が導体板上面に誘起された電荷 $-Q$〔C〕に対して与える力の大きさは $\dfrac{1}{2}\times Q\times\boxed{(3)}$〔N〕となる。電極 A_2 と導体板の間に働く力についても同様に考えると，電極 A_1，A_2 に与えられた電荷によって導体板に $\boxed{(あ)}$。

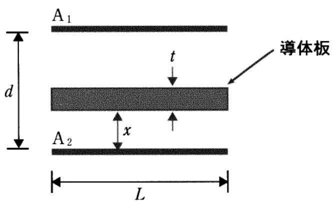

図 1

＜次頁につづく＞

III

(ア) 粒子　(イ) 波動　(ウ) 大きく

(エ) 光量子仮説（または 「光量子説」）　(オ) $\dfrac{h}{\lambda'}\cos\theta + mv\cos\varphi$　(カ) $\dfrac{h}{\lambda'}\sin\theta - mv\sin\varphi$

(キ) $\dfrac{hc}{\lambda} = \dfrac{hc}{\lambda'} + \dfrac{1}{2}mv^2$　(ク) $\dfrac{h}{mc}(1-\cos\theta)$　(ケ) 9.2×10^{-31} kg

解説

(ウ) θ が大きくなるほど，X 線光子は電子を強く弾き飛ばすため，散乱 X 線のエネルギーが減少し λ' はより長くなる．
別解 (ク) の結果から

$$\varDelta\lambda = \lambda' - \lambda = \frac{h}{mc}(1-\cos\theta)$$

である．ここで，$0 \leqq \theta \leqq \pi$ であるから，$\cos\theta$ は単調減少であり，θ が **大きく** なるほど λ' は長くなる．

(エ) コンプトンは，アインシュタインの **光量子仮説** に基づいて光子の運動量とエネルギーをそれぞれ $\dfrac{h}{\lambda}$，$\dfrac{hc}{\lambda}$ として，物質によって散乱された X 線のなかにわずかに波長が長くなるものが出現する現象を説明した．

(オ)〜(キ) 運動量保存則より，

$$x:\quad \frac{h}{\lambda} = \boldsymbol{\frac{h}{\lambda'}\cos\theta + mv\cos\varphi} \quad \cdots①$$

$$y:\quad 0 = \boldsymbol{\frac{h}{\lambda'}\sin\theta - mv\sin\varphi} \quad \cdots②$$

エネルギー保存則より

$$\boldsymbol{\frac{hc}{\lambda} = \frac{hc}{\lambda'} + \frac{1}{2}mv^2} \quad \cdots③$$

(ク) ①式より

$$(mv\cos\varphi)^2 = \left(\frac{h}{\lambda} - \frac{h}{\lambda'}\cos\theta\right)^2 \quad \cdots④$$

②式より

$$(mv\sin\varphi)^2 = \left(\frac{h}{\lambda'}\sin\theta\right)^2 \quad \cdots⑤$$

④式と⑤式を辺々足して

$$(mv)^2 = \left(\frac{h}{\lambda} - \frac{h}{\lambda'}\cos\theta\right)^2 + \left(\frac{h}{\lambda'}\sin\theta\right)^2 \qquad \therefore\ (mv)^2 = \left(\frac{h}{\lambda}\right)^2 - 2\frac{h^2}{\lambda\lambda'}\cos\theta + \left(\frac{h}{\lambda'}\right)^2 \quad \cdots⑥$$

ここで ③ より

$$\frac{hc}{\lambda} = \frac{hc}{\lambda'} + \frac{(mv)^2}{2m} \qquad \therefore\ (mv)^2 = 2mhc\left(\frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\lambda'}\right)$$

これを⑥ に代入して

$$2mhc\left(\frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\lambda'}\right) = \left(\frac{h}{\lambda}\right)^2 + \left(\frac{h}{\lambda'}\right)^2 - 2\frac{h^2}{\lambda\lambda'}\cos\theta.$$

両辺に $\lambda\lambda'$ をかけて，

$$2mc(\lambda' - \lambda) = h\left(\frac{\lambda'}{\lambda} + \frac{\lambda}{\lambda'} - 2\cos\theta\right).$$

ここに与えられた $\dfrac{\lambda'}{\lambda} + \dfrac{\lambda}{\lambda'} \fallingdotseq 2$ を代入して整理すると，

$$\varDelta\lambda = \lambda' - \lambda \fallingdotseq \boldsymbol{\frac{h}{mc}(1-\cos\theta)}$$

＜次頁につづく＞

(ケ) コンプトン波長が $\lambda_{\mathrm{c}} = \dfrac{h}{mc} = 2.4 \times 10^{-12}\ \mathrm{m}$ なので

$$m = \frac{h}{\lambda_{\mathrm{c}} c}$$

$$= \frac{6.6 \times 10^{-34}\ \mathrm{J \cdot s}}{(2.4 \times 10^{-12}\ \mathrm{m}) \times (3.0 \times 10^{8}\ \mathrm{m/s})} = 9.16 \cdots \times 10^{-31} \fallingdotseq \mathbf{9.2 \times 10^{-31}\ kg}$$

大的中

問題III が大的中しました！　MeBio 近畿大学医学部後期模試 大問 3 （2025 年 2 月 13 日（試験 9 日前）に実施）

III 次の文章を読み，それぞれの設問に答えよ。ただし，プランク定数を h [J・s]，光速を c [m/s]，電気素量を e [C]，電子の質量を m [kg] とする。数値を求めるときには $h = 6.6 \times 10^{-34}$ J・s，$c = 3.0 \times 10^{8}$ m/s，$e = 1.6 \times 10^{-19}$ C，$m = 9.1 \times 10^{-31}$ kg を用い，有効数字 2 桁で答えよ。

〔A〕X 線は光より波長の短い電磁波であり，波動性と粒子性の両方の性質を持つ。粒子と考えたとき，波長 λ の X 線の粒子（光子）のエネルギーと運動量はそれぞれ $\boxed{\text{(i)}}$ および $\boxed{\text{(ii)}}$ と表される。たとえば，波長 1.0×10^{-10} m の光子 1 個がもつエネルギーは $\boxed{\text{(あ)}}$ eV である。

X 線の粒子性はコンプトン効果に現れる。コンプトン効果では X 線を光子と考え，静止している自由電子と光子との衝突のモデルから X 線の波長のずれが説明される。図 1 のように衝突前の光子の波長を λ，衝突後の波長を λ' とする。衝突後，光子は入射方向に対し角度 ϕ の方向に散乱され，電子は角度 α の方向に速さ v ではね飛ばされる。この衝突の前後におけるエネルギー保存則を式で表すと

$$\frac{\boxed{\text{(iii)}}}{\lambda} = \frac{\boxed{\text{(iii)}}}{\lambda'} + \frac{1}{2}mv^2$$

と書ける。また，衝突の前後における運動量保存則を，入射方向とそれに垂直な方向の成分に分けて書くと，

$$\text{入射方向成分：}\frac{\boxed{\text{(iv)}}}{\lambda} = \frac{\boxed{\text{(v)}}}{\lambda'} + mv\cos\alpha$$

$$\text{垂直方向成分：}0 = -\frac{\boxed{\text{(vi)}}}{\lambda'} + mv\sin\alpha$$

となる。これらの式から衝突による X 線の波長のずれ $\varDelta\lambda$ は，$\varDelta\lambda \ll \lambda,\ \lambda'$ と近似して

$$\varDelta\lambda = \lambda' - \lambda \fallingdotseq \frac{h}{mc}(1 - \cos\phi) = \lambda_{\mathrm{c}}(1 - \cos\phi)$$

と表される。ここで，λ_{c} は電子のコンプトン波長といい，値は $\boxed{\text{(い)}}$ m である。

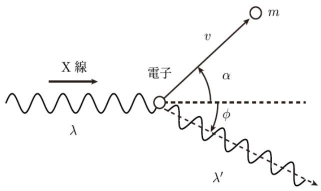

図 1

(1) $\boxed{\text{(i)}}$ ～ $\boxed{\text{(vi)}}$ にあてはまる適当な式を答えよ。

(2) $\boxed{\text{(あ)}}$，$\boxed{\text{(い)}}$ に当てはまる数値を答えよ。

＜次頁につづく＞

講評

Ⅰ　［力学：放物運動・衝突］（やや易）

放物運動と衝突に関する基本的な問題である．斜面を下るのに要する時間 t を用いて答える点は一般的な問題とは異なるが，設問の難易度はそれほど高くない．また，設問で傾斜角 θ の文字指定がなかったため，時間をロスした受験生がいたかもしれない．

Ⅱ　［電磁気：コンデンサー］（易）

コンデンサーについての基本的な問題である．取りこぼしてもしかたないと思われる設問がなく，完答を目指したい．

Ⅲ　［原子：コンプトン効果］（標準）

コンプトン効果に関する典型題．大問序盤の (ウ) で実験結果に関する知見を問われて戸惑った受験生が多かったかもしれない．しかし，素早く完答して他の大問に時間を使いたい大問である．

総評

総じて，難易度は 2025 年度推薦および一般前期試験と比べて大幅に易化し，2024 年度後期よりもやや易しくなった．2024 年度後期に続き描図の問題は出題されなかった．2025 年度は推薦，前期と大問の数が 2 問であったが，後期は例年通り大問 3 つの構成であった．時間的にも余裕のある受験者が多かったことだろう．大問 1 は 1 問ミス以下，大問 2 は 9 割以上，大問 3 は 9 割程度得点できるとよいだろう．
目標得点率は 90 %