

物 理

慶應義塾大学医学部 2026 年度型 そっくり類題セット

※ これは慶應義塾大学の入試問題ではありません。
2026 年度の出題形式（大問の数・小問の構成・解答形式）をもとに、
TMPS 医学館が題材や数値を変えて作成したオリジナル問題です。

試験時間の目安：60 分（本番は理科 2 科目で 120 分）

大問	ページ	時間配分の目安
I（小問集合：熱・音・波・原子核）	2	12 分
II（羽根つきと磁場中の質点）	3-5	25 分
III（コンデンサーと交流・微小変化）	6-7	23 分

注意事項

- 問題は 大問 I～III の全 3 題である。
- 答えには、問われた文字のうち必要なものだけを使ってよい。【ア】、【イ】、…の空欄には式を入れよ。
- 「図示せよ」「描け」とある問題は、解答欄の方眼やグラフに概形を描くこと。
- 最後のページは計算用紙である。必要に応じて使ってよい。
- 本セットの解答・解説は、下記の TMPS 医学館の解説ページに掲載している。

解答・解説：<https://tmgs-1489.com/coaching/physics/keio-2026/>

I

 次の問いに答えよ。

問1

- (a) 冷凍機（エアコンの冷房）が1回のサイクルで、低温の熱源から熱量 Q_2 を吸収し、高温の熱源へ熱量 Q_1 を放出した。この間に外部から冷凍機にされた仕事を W とする。この冷凍機の成績係数 $K = \frac{Q_2}{W}$ を、 Q_1 , Q_2 を用いて答えよ。
- (b) ある物体が熱源へ熱量 Q を放出し、外部から仕事 W' をされた。このとき、この物体の内部エネルギーの変化量 ΔU を Q , W' を用いて答えよ。
- (c) 気体（物質質量 n 、定圧モル比熱 C_P 、気体定数 R ）の圧力を一定に保ち、温度を ΔT だけ上昇させた。このとき、この気体の内部エネルギーの変化量 ΔU を n , C_P , R , ΔT を用いて答えよ。

問2 音速を V [m/s] とする。図1のように、静止した音源 S （振動数 f [Hz]）と静止した観測者、および音源に向かって速さ u [m/s]（ただし $u < V$ ）で近づいてくる反射板がある。観測者は、音源から直接届く音と、反射板で反射された音の両方を聞く。観測者が聞く音の1秒あたりのうなりの回数を答えよ。



図1

問3 媒質の変位 y 、振幅 A 、時間 t 、波長 λ 、速さ v で x 軸の負の向きに伝わる正弦波の式

$$y = A \sin(\text{【ア】} t + \text{【イ】} x)$$

における【ア】、【イ】にあてはまる適切な式を答えよ。

問4 $^{232}_{90}\text{Th}$ が α 崩壊と β 崩壊をくり返して $^{208}_{82}\text{Pb}$ になった。 α 崩壊と β 崩壊の回数を答えよ。

II 次の問いに答えよ。

問1 ある物体が半径 r の円軌道上を一定の速さ V で $\frac{1}{4}$ 周運動した。平均の速さ（始点と終点を結ぶ直線距離を、この運動に要した時間で割った値）を、 r, V のうち必要なものを用いて答えよ（図2）。

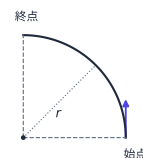


図2

問2 直線上の完全非弾性衝突を考える。質量 M で速度 v ($v > 0$) の物体と、質量 m で速度 $-V$ ($V > 0$) の物体が衝突して一体となった。この衝突で失われた運動エネルギー（衝突前の全運動エネルギー - 衝突後の全運動エネルギー）は $\frac{1}{2} \times \text{【ア】} \times (v + V)^2$ となる。【ア】にあてはまる適切な式を m, M を用いて答えよ。

質量 m の質点を、羽子板で打ち上げ続ける「羽根つき」を考える。羽子板は面を y 軸に垂直に保ち、 $y = 0$ の位置を y 軸の正の向きに一定の速さ v で通過し続ける。質点が $y = 0$ に来るたびに、羽子板とちょうど $y = 0$ で衝突する。羽子板は質点より十分に重く、その速度は衝突によって変わらないとしてよい。質点と羽子板のはね返り係数を e ($0 < e < 1$) とする。

問3 鉛直上向きに y 軸をとり、重力加速度の大きさを g とする（図3）。

- (a) 質点が下向きの速さ u で $y = 0$ に達し、羽子板と衝突した。衝突直後の質点の速さ V_1 を e, v, u を用いて答えよ。

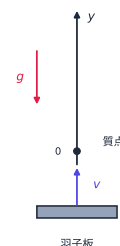


図3

- (b) (a) の衝突のあと、質点は重力によって運動し、再び $y = 0$ に戻って羽子板に打ち返される。この操作がくり返されるとして、 n 回目の衝突直後の質点の速さを V_n とする。 n 回目の衝突から $(n + 1)$ 回目の衝突までの時間 T_n を g, V_n を用いて、また V_{n+1} を e, v, V_n を用いて答えよ。
- (c) n が無限大のときの V_n の極限值 V_∞ を、 e, v を用いて答えよ。
- (d) n が十分大きいとき、衝突直後の質点が達する最高点の高さ h を、 g, e, v を用いて答えよ。

以下では重力を無視し、 xyz 直交座標で表される空間に、 z 軸の負の向きに磁束密度 B ($B > 0$) の磁場があるものとする（図4）。質点の質量は m 、電荷は Q ($Q > 0$) で、電荷は磁場との相互作用を通してのみ質点の運動に影響する。羽子板、質点供給器、質点回収器は電場も磁場も生じない。羽子板と質点のはね返り係数は、以下では $e = \frac{1}{2}$ とする。

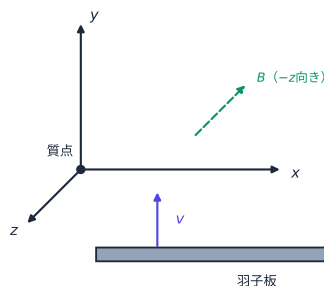
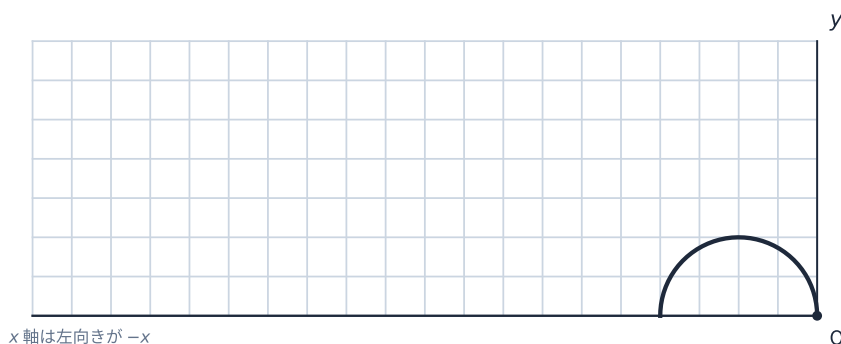


図 4

問 4

- (e) 原点に静止していた質点が、羽子板と衝突した。衝突後、質点は $y \geq 0$ の領域で円軌道（半円）を描いた。この軌道を C_1 軌道と呼ぶ。 C_1 軌道の半径を m, Q, v, B を用いて答えよ。
- (f) 質点は $y = 0$ 面を横切るたびに羽子板と衝突をくり返す。解答欄の方眼には C_1 軌道（半径 2 マス）が描かれている。 C_1 軌道のあとの質点の軌道を、方眼に描け。ただし、描く半円の半径は、方眼で読み取れるように（マスの数で）示すこと。

[解答欄]



- 問 5** 質点供給器を原点に置き、質点が供給され続ける磁場中の羽根つきを考える（図 5）。質点供給器は、原点から y 軸の負の向きに速さ V_∞ で、単位時間に J 個の割合で一定間隔に質点を射出する。質点回収器は $x = -L$ で質点を回収する。 V_∞ は問 3(c) で求めた速さ、はね返り係数は上と同じ $e = \frac{1}{2}$ とする。質点どうしに力は働かず、羽子板の長さは L より十分に長く、 L は円軌道の半径より十分に大きいとする。

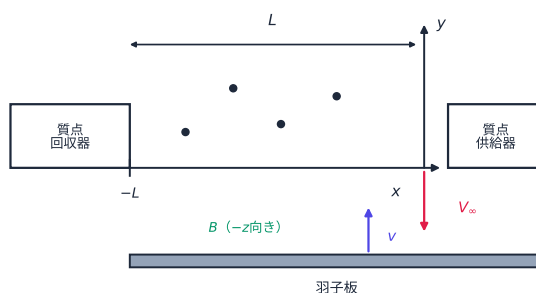


図 5

- (g) 羽根つきが行われる領域 $-L \leq x \leq 0$ に存在する質点の個数の時間平均 N を、問1を参考にして J, L, V_∞ を用いて答えよ。
- (h) 羽子板が、この領域のすべての質点から受ける力の時間平均の大きさを、 m, Q, J, v, B, L のうち必要なものを用いて答えよ。

III 次の問いに答えよ。

平行板コンデンサに関する次の問いに答えよ。真空の誘電率を ε_0 とし、コンデンサの端の効果は無視する。 Δt を微小な時間とし、その間の関数 $f(t)$ の変化を $\Delta f(t)$ と書く。

問1 面積 S_0 の2枚の極板を間隔 d_0 で平行に置き、その間を比誘電率 ε_r の誘電体で満たした。このコンデンサの電気容量 C_0 を $\varepsilon_0, \varepsilon_r, S_0, d_0$ を用いて答えよ。以後、この電気容量を C_0 とする。

問2 図6のように、電圧の最大値 V_0 、角周波数 ω の交流電源、抵抗値 R の抵抗、電気容量 C_0 のコンデンサを直列に接続した。電流は図の矢印の向きを正とし、電源電圧は矢印の向きに電流を流そうとする向きを正として $V(t) = V_0 \sin(\omega t)$ とする。

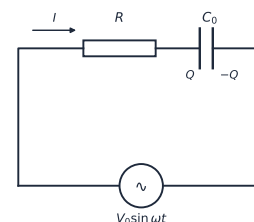


図6

(a) 時刻 t にコンデンサに蓄えられた電荷を $Q(t)$ とすると、キルヒホッフの第2法則から

$$V_0 \sin(\omega t) = \text{【ア】} \frac{\Delta Q(t)}{\Delta t} + \text{【イ】} Q(t)$$

となる。【ア】、【イ】を t, ω, V_0, R, C_0 のうち必要なものを用いて答えよ。

(b) 十分に時間が経ったとき、抵抗を流れる電流は $I(t) = \frac{V_0}{Z} \sin(\omega t + \alpha)$ と表せる。 Z と $\tan \alpha$ を、 ω, V_0, R, C_0 のうち必要なものを用いて答えよ。

(c) コンデンサの両端の電圧の振幅 V_C の、 ω への依存性の概形を、解答欄のグラフに図示せよ。



[解答欄]

問3 d_0 を一定に保ったまま、右側の極板を上下にずらして極板が重なる面積を $S(t) = S_0(1 + \eta \sin \omega t)$ のように時間変化させる (η は 1 より十分小さい正の定数)。このコンデンサを図7のように、電圧 V の直流電源と抵抗値 R の抵抗に接続した。時刻 t の電気容量を $C(t)$ とし、蓄えられた電荷 $Q(t)$ は、コンデンサの両端の電位差と $C(t)$ の積とする。電流 I は図の矢印の向きを正とする。

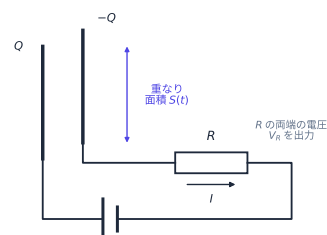


図7

(d) キルヒホッフの第2法則から

$$V = \text{【ア】} \frac{\Delta Q(t)}{\Delta t} + \text{【ウ】} Q(t) \quad \cdots (1)$$

となる。【ウ】を $t, \omega, V, R, C(t)$ のうち必要なものを用いて答えよ。ただし【ア】は問2(a)と同じ式である。

$Q(t)$ を η の1次式

$$Q(t) = q_0(t) + q_1(t)\eta \quad \cdots (2)$$

で近似して(1)式を解こう。ここで $q_0(t), q_1(t)$ は時間の関数で、 η に依存しない。(1)式に(2)式を代入して η のべきでまとめ、 η^2 以上の項は十分に小さいとして無視すると

$$0 = A_0 + A_1\eta \quad \cdots (3)$$

が得られる。ここで A_0, A_1 は η を含まない式であり

$$A_0 = \text{【ア】} \frac{\Delta q_0(t)}{\Delta t} + \text{【エ】} q_0(t) - V, \quad A_1 = \text{【ア】} \frac{\Delta q_1(t)}{\Delta t} + \text{【エ】} q_1(t) + \text{【オ】} q_0(t)$$

となる(必要なら、 $|x| \ll 1$ のとき $\frac{1}{1+x} \doteq 1-x$ を用いてよい)。(3)式が任意の微小量 η で成り立つには $A_0 = A_1 = 0$ でなければならない。 $A_0 = 0$ より、十分に時間が経過したあとは $q_0(t) = \text{【カ】}$ となる。以後の計算では $q_0(t) = \text{【カ】}$ とおく。同様に $A_1 = 0$ より、十分に時間が経過したあとの $q_1(t)$ は

$$0 = \text{【ア】} \frac{\Delta q_1(t)}{\Delta t} + \text{【エ】} q_1(t) + \text{【キ】}$$

を満たす。

(e) 【エ】～【キ】を t, ω, V, R, C_0 のうち必要なものを用いて答えよ。

(f) 回路をつないで十分に時間が経過したあとの、抵抗に生じる電圧の大きさ $|V_R(t)|$ を、問2を参考にして $t, \omega, V, R, C_0, \eta$ のうち必要なものを用いて答えよ。

問4 問3の回路は、音波で極板を動かして電圧に変換するマイクロフォンとして使える。出力は抵抗に生じる電圧である。人間の可聴周波数は 20 Hz から 20000 Hz である。20 Hz の音に対しても、出力電圧の振幅が、 $\omega RC_0 \rightarrow \infty$ としたときの振幅の 90% 以上になるようにしたい。 R と C_0 が満たすべき条件を、問2(c)も参考にして求めよ。数値で答える場合は $\sqrt{19} \doteq 4.36$ 、 $\pi \doteq 3.14$ を用いてよい。

計 算 用 紙

TMPS医学館 慶應義塾大学医学部物理 2026年度型そっくり類題 (TMPSオリジナル)

