TMPS医学館　過去問解説図書館

物　理

日本大学医学部　2025年度型（N全学統一方式第1期）
そっくり類題セット

※ これは日本大学の入試問題ではありません。
2025年度の出題形式（大問の数・設問の構成・解答形式）をもとに，
TMPS医学館が題材や数値・設定を変えて作成したオリジナル問題です。

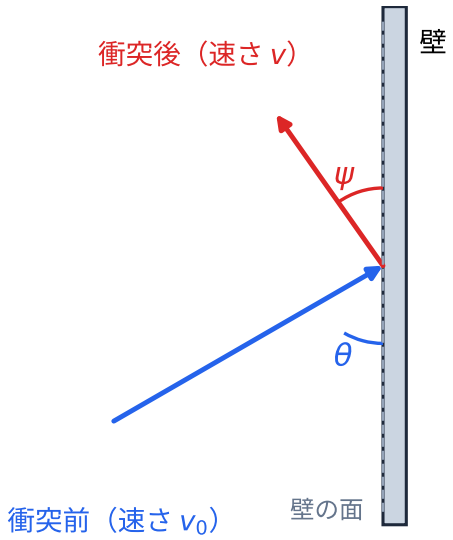
試験時間の目安：60分

大問	ページ	時間配分の目安
I （壁との斜め衝突）	2	12分
II （2つの容器と気体の状態変化）	4	12分
III （平凸レンズと液体の干渉）	6	12分
IV （斜面上の導体棒と電磁誘導）	8	12分
V （核融合と放射性同位体）	10	7分（見直し5分）

注意事項

1. 問題は I〜V の全5題で，解答欄は $\boxed{1}$〜$\boxed{25}$ の25個である。すべて解答群（またはグラフの選択肢）から最も適切なものを一つ選び，その番号をマークする形式（マーク式を想定）。
2. 重力加速度の大きさは g とし，摩擦や空気抵抗は，とくに断りがなければ無視してよい。
3. 解答・解説は，解説ページ（TMPS医学館の過去問解説図書館）に掲載している。

I　なめらかな水平面上を運動する質量 m の小球を，水平面に垂直に立つ壁に衝突させる。図は上から見たようすで，衝突前の小球の速さは v_0，進む向きが壁の面となす角は θ（壁の法線となす角ではない）である。衝突後の小球の速さを v，進む向きが壁の面となす角を ψ，小球と壁の間のはねかえり係数を e とし，空気抵抗および水平面と小球の間の摩擦は無視できるものとする。次の各問いについて，解答群の中から最も適切なものを一つ選び，解答欄の数字にマークしなさい。



はじめに，小球と壁の間に働く摩擦力が無視できる場合を考える。このとき壁に平行な成分は変化せず，壁に垂直な成分は向きが逆になって大きさが e 倍になる。

(1)　摩擦力が無視できるとき，衝突後の小球の速度の壁に平行な成分の大きさ $v_{//}$ と垂直な成分の大きさ $v_{\perp}$ の組合せとして最も適当なものを一つ選べ。 1

解答群

① $v_{//} = v_0 \sin\theta,\ v_{\perp} = ev_0 \cos\theta$　② $v_{//} = v_0 \cos\theta,\ v_{\perp} = ev_0 \sin\theta$

③ $v_{//} = v_0 \cos\theta,\ v_{\perp} = \dfrac{1}{e}v_0 \sin\theta$　④ $v_{//} = ev_0 \cos\theta,\ v_{\perp} = v_0 \sin\theta$

⑤ $v_{//} = v_0 \sin\theta,\ v_{\perp} = \dfrac{1}{e}v_0 \cos\theta$　⑥ $v_{//} = \dfrac{1}{e}v_0 \cos\theta,\ v_{\perp} = ev_0 \sin\theta$

(2)　摩擦力が無視できるとき，$\tan\psi$ を求めよ。 2

解答群

① $e\sin\theta$　② $e\cos\theta$　③ $e\tan\theta$

④ $\dfrac{1}{e}\sin\theta$　⑤ $\dfrac{1}{e}\cos\theta$　⑥ $\dfrac{1}{e}\tan\theta$

次に，壁との間に摩擦力が働く場合を考える。衝突の間，小球が壁から受ける，壁に平行な方向の力積の大きさは，壁に垂直な方向の力積の大きさの $\dfrac{1}{4}$ 倍であるとする。また $\theta = 60°$，$e = \dfrac{1}{3}$ とする。

(3)　衝突の間に，小球が壁から受ける，壁に垂直な方向の力積の大きさを求めよ。 3

解答群

① $\dfrac{\sqrt{3}}{6}mv_0$　② $\dfrac{\sqrt{3}}{3}mv_0$　③ $\dfrac{1}{2}mv_0$

④ $\dfrac{2\sqrt{3}}{3}mv_0$　⑤ $\dfrac{\sqrt{3}}{2}mv_0$　⑥ $\dfrac{4\sqrt{3}}{3}mv_0$

(4) 衝突後の小球の速度の壁に平行な成分の大きさ $v_{//}$ を求めよ。 4

解答群

① $\dfrac{1}{2}v_0$ ② $\dfrac{3+\sqrt{3}}{6}v_0$ ③ $\dfrac{\sqrt{3}}{6}v_0$

④ $\dfrac{1}{4}v_0$ ⑤ $\dfrac{3-\sqrt{3}}{6}v_0$ ⑥ $\dfrac{3-\sqrt{3}}{12}v_0$

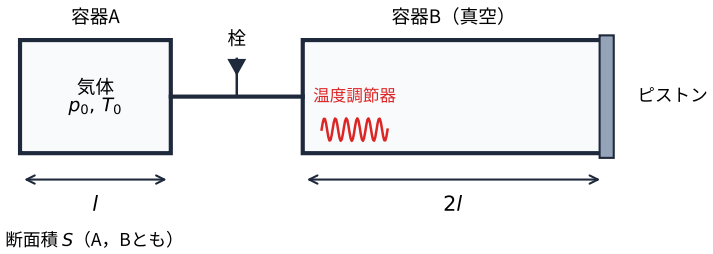
(5) 摩擦力が無視できない場合の $\tan\psi$ の値を求めよ。 5

解答群

① $\dfrac{\sqrt{3}-1}{2}$ ② $\dfrac{\sqrt{3}}{3}$ ③ 1

④ $\dfrac{\sqrt{3}+1}{2}$ ⑤ $\sqrt{3}$ ⑥ 2

II　図のように，断面積 S，長さ l の容器Aと，断面積 S の容器Bが，細い管でつながれている。細い管には自由に開閉できる栓があり，容器A，容器B，細い管および栓は断熱材でできている。容器Bはなめらかに動くピストンを備え，内部の気体を加熱できる温度調節器が取り付けてある。ただし，細い管の体積は無視でき，栓が閉じているときは，容器AとBの気体は互いに影響を与えないものとする。温度調節器はピストンの動きを妨げないものとし，ピストンの右側は一定の圧力 p_0 の外気に接している。気体定数を R とし，実験に使用する理想気体の定積モル比熱を $\dfrac{3}{2}R$ とする。次の各問いについて，解答群の中から最も適切なものを一つ選び，解答欄の数字にマークしなさい。



はじめに，栓を閉じたまま，容器Aに圧力 p_0，温度 T_0 の理想気体を封入する。容器Bの内部は真空で，ピストンを固定して容積を $2Sl$ にしておく。この状態で栓を開き，十分に時間が経過すると，気体は容器AとB全体に均一にひろがった。この状態を状態Iとする。

(1)　状態Iにおける，気体の圧力を求めよ。 6

解答群

① $\dfrac{1}{9}p_0$　② $\dfrac{1}{6}p_0$　③ $\dfrac{1}{2}p_0$
④ $\dfrac{2}{3}p_0$　⑤ $\dfrac{1}{3}p_0$　⑥ p_0

(2)　状態Iにおいて，容器Bに存在する気体の物質量を求めよ。 7

解答群

① $\dfrac{p_0Sl}{3RT_0}$　② $\dfrac{p_0Sl}{2RT_0}$　③ $\dfrac{p_0Sl}{RT_0}$
④ $\dfrac{2p_0Sl}{3RT_0}$　⑤ $\dfrac{4p_0Sl}{3RT_0}$　⑥ $\dfrac{3p_0Sl}{2RT_0}$

次に，状態Iから栓を閉じ，容器Aのようすはそのままにして，ピストンを固定したまま温度調節器で容器Bの気体の圧力が p_0 になるまで加熱した（状態II）。続いて，ピストンを自由に動けるようにして，容器Bの容積が $3Sl$ になる位置まで容器Bの気体を加熱し，その後ピストンを固定した（状態III）。

(3)　状態Iから状態IIまでの間に，容器Bの気体が吸収した熱量を求めよ。 8

解答群

① p_0Sl　② $\dfrac{3}{2}p_0Sl$　③ $2p_0Sl$
④ $3p_0Sl$　⑤ $4p_0Sl$　⑥ $6p_0Sl$

(4) 状態IIIにおいて，容器Bの気体の温度を求めよ。 9

解答群

① $3T_0$ ② $\frac{7}{2}T_0$ ③ $4T_0$

④ $\frac{9}{2}T_0$ ⑤ $6T_0$ ⑥ $9T_0$

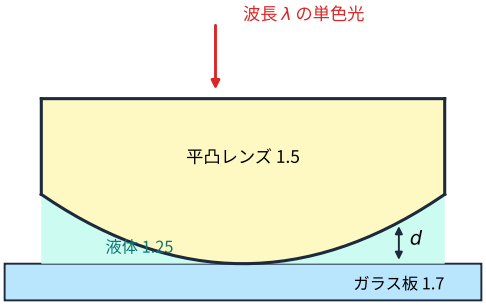
(5) 状態IIIから栓を開き，十分に時間が経過したときの気体の温度を求めよ。 10

解答群

① $3T_0$ ② $\frac{10}{3}T_0$ ③ $\frac{7}{2}T_0$

④ $\frac{11}{3}T_0$ ⑤ $4T_0$ ⑥ $\frac{9}{2}T_0$

III　図のように，一方が球面（半径 R）で他方が平面の平凸レンズ（屈折率 1.5）を，球面を下にして，平らなガラス板（屈折率 1.7）の上に置き，レンズとガラス板のすき間を屈折率 1.25 の透明な液体で満たした。レンズの真上から波長 λ の単色光を垂直に入射させ，上から観察すると，レンズ下面で反射する光とガラス板の上面で反射する光が干渉して，レンズとガラス板が接する点（中心）を中心とする同心円状の明環，暗環が見られた。空気の屈折率は 1.0 とし，R はすき間の厚さに比べて十分大きいとする。また，レンズ下面とガラス板の間のすき間の厚さを d と表す。次の各問いについて，解答群の中から最も適切なものを一つ選び，解答欄の数字にマークしなさい。



(1)　すき間の厚さが d の位置において，レンズ下面で反射する光とガラス板の上面で反射する光の光路差を求めよ。 11

解答群

① d　② $\dfrac{5}{4}d$　③ $3d$

④ $\dfrac{5}{2}d$　⑤ $5d$　⑥ $2d$

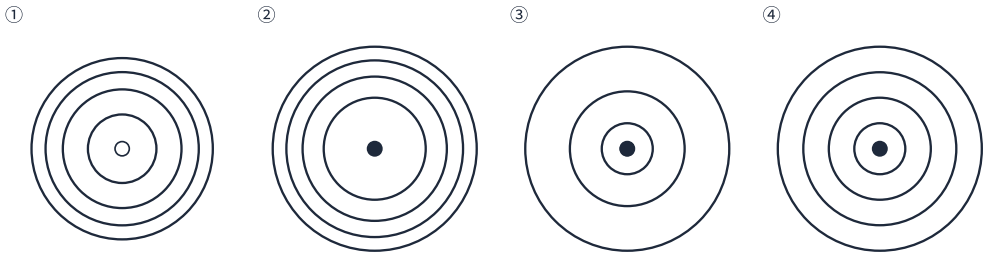
(2)　中心から外側へ向かって，$m = 0, 1, 2, \cdots$ 番目の暗環ができるとき，すき間の厚さ d が満たす条件を求めよ。ただし中心の暗点を0番目とする。 12

解答群

① $d = \dfrac{m\lambda}{5}$　② $d = \dfrac{2m\lambda}{5}$　③ $d = \dfrac{m\lambda}{2}$

④ $d = \left(m + \dfrac{1}{2}\right)\dfrac{2\lambda}{5}$　⑤ $d = \left(m + \dfrac{1}{2}\right)\dfrac{\lambda}{5}$　⑥ $d = \left(m + \dfrac{1}{2}\right)\dfrac{\lambda}{2}$

(3) レンズの上から見たとき，中心の暗点とそれに近い4つの暗環のようすを表した図として最も適当なものを一つ選べ。 13



(4) m 番目の暗環の半径を求めよ。ただし，必要であれば，$|x|$ が1より十分小さいときに成り立つ近似式 $(1+x)^n \fallingdotseq 1+nx$ を用いてよい。 14

解答群

① $\sqrt{mR\lambda}$ ② $\sqrt{\dfrac{2}{5}mR\lambda}$ ③ $\sqrt{\dfrac{1}{5}mR\lambda}$

④ $\sqrt{\left(m+\dfrac{1}{2}\right)\dfrac{4}{5}R\lambda}$ ⑤ $\sqrt{\dfrac{4}{5}mR\lambda}$ ⑥ $\sqrt{\dfrac{5}{2}mR\lambda}$

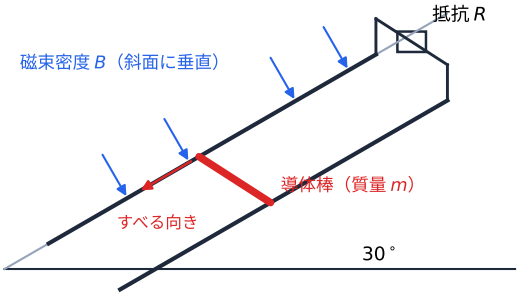
(5) $R = 1.0\ \mathrm{m}$，$\lambda = 5.0 \times 10^{-7}\ \mathrm{m}$ とする。レンズの半径 $2.5\ \mathrm{mm}$ の範囲内に見える暗環（中心の暗点は数えない）は何本か。 15

解答群

① 8 ② 10 ③ 12

④ 15 ⑤ 16 ⑥ 31

IV　図1のように，水平面と 30° の角をなすなめらかな斜面上に，間隔 l の2本の導体のレールが平行に置かれている。斜面に垂直に，磁束密度の大きさが B の一様な磁場がかかっていて，レールの上端には抵抗値 R の抵抗がつながれている。質量 m の導体棒は，2本のレールに対して常に垂直を保ちながら，レール上をなめらかにすべることができる。ここで，重力加速度の大きさを g とし，導体棒とレールの間の摩擦，空気抵抗，およびレールと導体棒の電気抵抗は無視できるものとする。また，棒とレールに流れる電流が作る磁場は，B に比べて十分小さく無視できるものとする。次の各問いについて，解答群の中から最も適切なものを一つ選び，解答欄の数字にマークしなさい。



はじめに，導体棒をレール上に静かに置くと，棒はレール上をすべりだし，しばらくして一定の速さ v_1 になった。

(1)　導体棒が一定の速さ v_1 で運動しているとき，導体棒を流れる電流の大きさを求めよ。 16

解答群

① $\dfrac{mg}{Bl}$　② $\dfrac{mg}{2Bl}$　③ $\dfrac{\sqrt{3}mg}{2Bl}$

④ $\dfrac{mgl}{2B}$　⑤ $\dfrac{mgB}{2l}$　⑥ $\dfrac{mgBl}{2}$

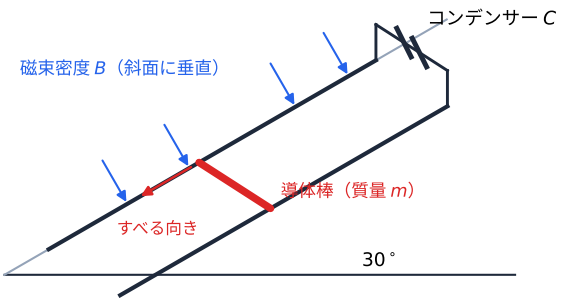
(2)　速さ v_1 を求めよ。 17

解答群

① $\dfrac{mgR}{Bl}$　② $\dfrac{mgR}{2Bl}$　③ $\dfrac{mgR}{B^2l^2}$

④ $\dfrac{\sqrt{3}mgR}{2B^2l^2}$　⑤ $\dfrac{mgR}{2B^2l^2}$　⑥ $\dfrac{mgRl}{2B^2}$

次に図2のように，抵抗を取り除き，レールの上端に電気容量 C の，電荷をもたないコンデンサーを接続した。導体棒をレール上に静かに置くと，棒はレール上をすべりだした。



(3) コンデンサーを接続した場合，導体棒の加速度の大きさ a を求めよ。ただし，a は一定になる。 18

解答群

① $\dfrac{g}{2}$ ② $\dfrac{mg}{m+CB^2l^2}$ ③ $\dfrac{mg}{2(m-CB^2l^2)}$

④ $\dfrac{mg}{2(m+CB^2l^2)}$ ⑤ $\dfrac{g}{2(1+CBl)}$ ⑥ $\dfrac{CB^2l^2g}{2(m+CB^2l^2)}$

(4) 導体棒を流れる電流の大きさを求めよ。 19

解答群

① $\dfrac{CBlg}{2}$ ② $\dfrac{CBlmg}{m+CB^2l^2}$ ③ $\dfrac{CBlmg}{2(m+CB^2l^2)}$

④ $\dfrac{mg}{2Bl}$ ⑤ $\dfrac{CBlg}{2(m+CB^2l^2)}$ ⑥ $\dfrac{m^2g}{2Bl(m+CB^2l^2)}$

(5) 導体棒を静かに置いてから時間 t_1 たったとき，コンデンサーに蓄えられているエネルギーを求めよ。 20

解答群

① $\dfrac{CB^2l^2m^2g^2t_1^2}{2(m+CB^2l^2)^2}$ ② $\dfrac{CB^2l^2m^2g^2t_1^2}{4(m+CB^2l^2)^2}$

③ $\dfrac{CB^2l^2mg^2t_1^2}{8(m+CB^2l^2)}$ ④ $\dfrac{CBlmgt_1}{2(m+CB^2l^2)}$

⑤ $\dfrac{C^2B^2l^2m^2g^2t_1^2}{8(m+CB^2l^2)^2}$ ⑥ $\dfrac{CB^2l^2m^2g^2t_1^2}{8(m+CB^2l^2)^2}$

V 軽い原子核どうしが結合して，より重い原子核になる反応を核融合という。重水素 ${}_1^2\mathrm{H}$ と三重水素 ${}_1^3\mathrm{H}$ の核融合反応の例は，次のように表される。次の文章を読み，続く各問いについて，解答群の中から最も適切なものを一つ選び，解答欄の数字にマークしなさい。

核融合反応の例　${}_1^2\mathrm{H} + {}_1^3\mathrm{H} \rightarrow {}_b^a\mathrm{He} + {}_0^1\mathrm{n}$　　この反応の前後で原子核の全質量が減少し，その減少分に相当するエネルギーが放出される。この質量の減少分を［ア］という。また，核子1個あたりの結合エネルギーが最も大きい原子核は［イ］の付近にある原子核である。

(1) 上記の文章中の［ア］と［イ］に当てはまる語句の組合せとして最も適当なものを一つ選べ。 21

解答群

① ア：質量欠損　イ：鉄　② ア：質量欠損　イ：ウラン　③ ア：質量欠損　イ：ヘリウム

④ ア：結合エネルギー　イ：鉄　⑤ ア：結合エネルギー　イ：ウラン　⑥ ア：臨界　イ：鉄

(2) 上記の核融合反応の例に示された原子核反応式中の a，b に当てはまる数値の組合せとして正しいものを一つ選べ。 22

解答群

① $a=3,\ b=2$　② $a=4,\ b=1$　③ $a=4,\ b=2$

④ $a=3,\ b=1$　⑤ $a=5,\ b=2$　⑥ $a=5,\ b=3$

(3) ${}_1^2\mathrm{H}$ の質量が 2.0141 u，${}_1^3\mathrm{H}$ が 3.0160 u，${}_2^4\mathrm{He}$ が 4.0026 u，${}_0^1\mathrm{n}$ が 1.0087 u である。ここで u は統一原子質量単位で，1 u の質量をエネルギーに換算した量は 930 MeV である。上記の反応で放出されるエネルギーを求めよ。（単位：MeV） 23

解答群

① 3.5　② 8.8　③ 14.1

④ 17.5　⑤ 28.3　⑥ 35.0

(4) ある核融合炉では，核融合で放出されるエネルギーの 40 % が電気エネルギーとして取り出され，その出力は 200 MW である。1回の核融合反応で 17.5 MeV のエネルギーが放出されると考えたとき，この炉の中で1秒間に起こる核融合反応の回数を求めよ。ただし，$1\ \mathrm{eV} = 1.6 \times 10^{-19}\ \mathrm{J}$ とする。（単位：回） 24

解答群

① 1.8×10^{18}　② 1.8×10^{19}　③ 7.1×10^{19}

④ 1.8×10^{20}　⑤ 4.5×10^{20}　⑥ 7.1×10^{21}

(5) 三重水素 ${}_1^3\mathrm{H}$ は半減期が 12 年の放射性同位体である。ある地下水に含まれる ${}_1^3\mathrm{H}$ の量は，大気中の水に含まれる量の 10 % であった。この水が地下にしみこんでから何年たったと考えられるか。ただし，$\log_2 10 \div 3.3$ を用いてよい。（単位：年） 25

解答群

① 6　② 12　③ 24

④ 36　⑤ 40　⑥ 120

終