TMPS医学館　過去問解説図書館

物　理

日本大学医学部　2026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。
2026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。

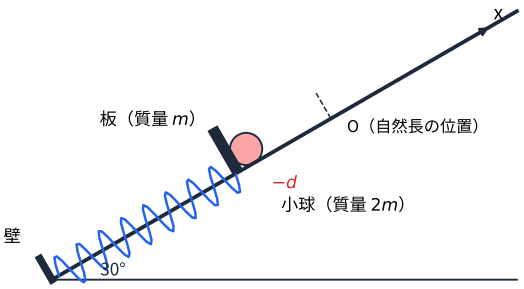
試験時間の目安：60分

大問	ページ	時間配分の目安
I （斜面上のばねと小球・板）	2	12分
II （ピストンと気体の状態変化）	3	12分
III （正弦波の反射と定在波）	5	12分
IV （ダイオードを含む直流回路）	7	12分
V （原子のボーア模型）	9	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　図のように，水平面となす角が 30° の斜面に平行にばねを置き，一端を斜面の下端の壁に固定し，もう一端に質量 m の板を取り付ける。ばねが自然長のときの板の下端を原点 O とし，斜面に沿って上向きを正として x 軸をとる。板は斜面に垂直な状態を保って動く。この板に接するように質量 $2m$ の小球を斜面上に置き，板の下端を $x=-d$ まで動かして手をはなしたところ，板と小球は静止した。摩擦や空気抵抗は無視でき，重力加速度の大きさを g 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。



(1)　ばねのばね定数を求めよ。 1

解答群

① $\dfrac{3mg}{d}$　② $\dfrac{3mg}{2d}$　③ $\dfrac{mg}{d}$

④ $\dfrac{mg}{2d}$　⑤ $\dfrac{2mg}{3d}$　⑥ $\dfrac{mg}{3d}$

静止した位置からさらにばねを $\sqrt{2}\,d$ 押し縮め，板を $x=-(1+\sqrt{2})d$ まで移動させて静かにはなすと，板と小球は一緒に動き始め，小球が原点 O に達した瞬間に板から離れた。

(2)　小球が板からはなれる瞬間の小球の速さを求めよ。 2

解答群

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

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

(3)　板からはなれた後，小球が達する最高点の x 座標を求めよ。 3

解答群

① $\dfrac{1}{4}d$　② $\dfrac{1}{2}d$　③ $\dfrac{\sqrt{2}}{2}d$

④ d　⑤ $\sqrt{2}\,d$　⑥ $2d$

(4)　小球がはなれた後，板が達する最高点の x 座標を求めよ。 4

解答群

① $\dfrac{1}{6}d$　② $\dfrac{1}{4}d$　③ $\dfrac{1}{3}d$

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

(5)　小球がはなれてから，板が最高点に達するまでにかかる時間を求めよ。 5

解答群

① $\dfrac{\pi}{6}\sqrt{\dfrac{d}{3g}}$　② $\dfrac{\pi}{6}\sqrt{\dfrac{2d}{3g}}$　③ $\dfrac{\pi}{3}\sqrt{\dfrac{d}{3g}}$

④ $\dfrac{\pi}{3}\sqrt{\dfrac{2d}{3g}}$　⑤ $\dfrac{2\pi}{3}\sqrt{\dfrac{d}{3g}}$　⑥ $\dfrac{2\pi}{3}\sqrt{\dfrac{2d}{3g}}$

II　図1のように，水平面上に置かれた断面積 S の熱をよく通すシリンダー内に，質量 m の断熱材でできたピストンによって一定量の単原子分子理想気体を閉じ込めたところ，シリンダー底面からピストンまでの距離が h となったところでピストンが静止した。外気の圧力は p_0，絶対温度は T_0 であり，はじめの状態では気体の絶対温度も外気と等しく T_0 であった。重力加速度の大きさを g とし，ピストンは摩擦なくなめらかに動くものとする。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。

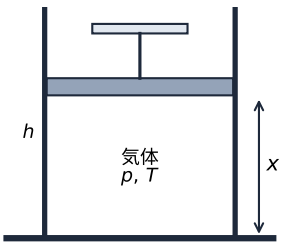


図1

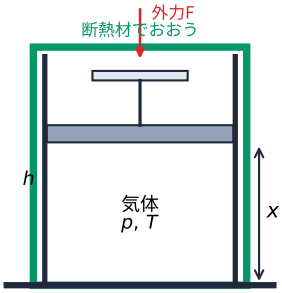


図2

(1)　はじめの状態において，気体の圧力 p_1 を求めよ。 6

解答群

① $p_0 + \dfrac{mg}{S}$　② $p_0 + mg$　③ $p_0 + \dfrac{mg}{Sh}$

④ $p_0 - \dfrac{mg}{S}$　⑤ $p_0 - mg$　⑥ $p_0 - \dfrac{mg}{Sh}$

(2)　はじめの状態からピストンに外力を加え，底面からピストンまでの距離が $\dfrac{1}{3}h$ になるまでゆっくり動かした（過程I）。この間，気体の温度は T_0 のまま一定に保たれた。変化後の気体の圧力 p_2 を求めよ。 7

解答群

① $\dfrac{1}{3}p_1$　② $\dfrac{2}{3}p_1$　③ $3p_1$

④ $3p_1 + 3mg$　⑤ $p_1 + \dfrac{3mg}{S}$　⑥ $3p_1 + \dfrac{3mg}{S}$

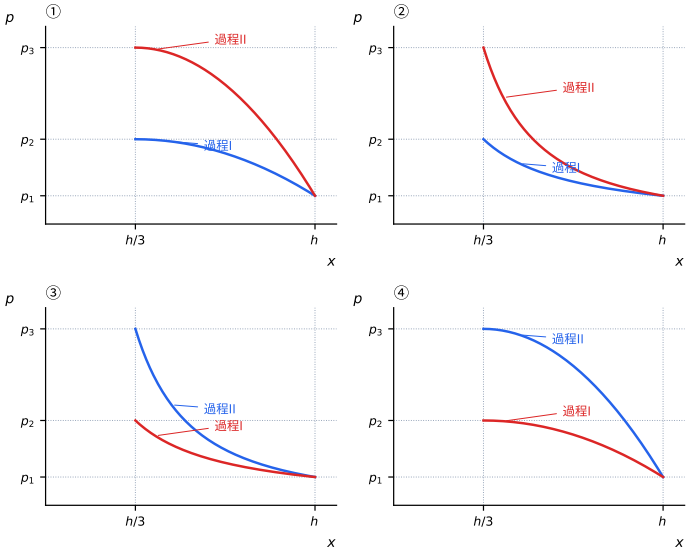
(3)　はじめの状態に戻してから，図2のようにシリンダーを断熱材で覆い，外力 F を加えて底面からピストンまでの距離が $\dfrac{1}{3}h$ になるまでゆっくり動かした（過程II）。この間，気体と外部との熱のやり取りはなかった。変化後の気体の圧力 p_3 を求めよ。必要であれば，単原子分子理想気体が断熱変化を行うとき，その圧力 p，体積 V の間に $pV^{5/3} =$ 一定の関係があることを用いよ。 8

解答群

① $\dfrac{3}{2}p_1$　② $\dfrac{5}{3}p_1$　③ $3^{\frac{3}{5}}p_1$

④ $3^{\frac{5}{3}}p_1$　⑤ $3^{-\frac{5}{3}}p_1$　⑥ $3^{-\frac{3}{5}}p_1$

(4) (2)の過程I，(3)の過程IIにおいて，シリンダー内の気体の圧力 p を縦軸に，底面からピストンまでの距離 x を横軸にとって気体の状態変化を表した図として，最も適切なものを一つ選べ。 9



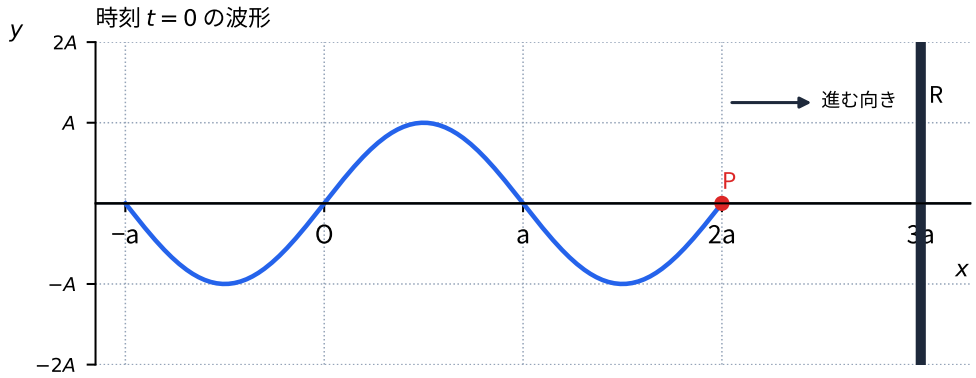
(5) 過程IIにおいて，ピストンに加えた外力 F がした仕事を求めよ。 10

解答群

① $\frac{1}{3}p_3Sh$　② $\frac{1}{2}p_3Sh$　③ $\frac{1}{2}(p_3-p_1)Sh$

④ $\frac{1}{6}(3p_3-13p_1)Sh$　⑤ $\frac{1}{6}(3p_3-4p_1)Sh$　⑥ $\frac{1}{2}(p_3-3p_1)Sh$

III　図は，x-y 平面上を，周期 T で振動しながら x 軸の正の向きに進む正弦波の時刻 $t=0$ における波形を表している。時刻 $t=0$ において波の先端は位置 $x=2a$ の点 P にあり，波は $x<0$ の十分遠方まで広がっている。また，位置 $x=3a$ には反射壁 R が設置してあり，波は反射壁 R で固定端反射を行う。波の振幅は A，波長は $2a$（図の目盛りのとおり）である。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。



(1)　この正弦波が伝わる速さ V を求めよ。 11

解答群

① $\dfrac{T}{2a}$　② $\dfrac{T}{a}$　③ $\dfrac{a}{T}$

④ aT　⑤ $\dfrac{2a}{T}$　⑥ $2aT$

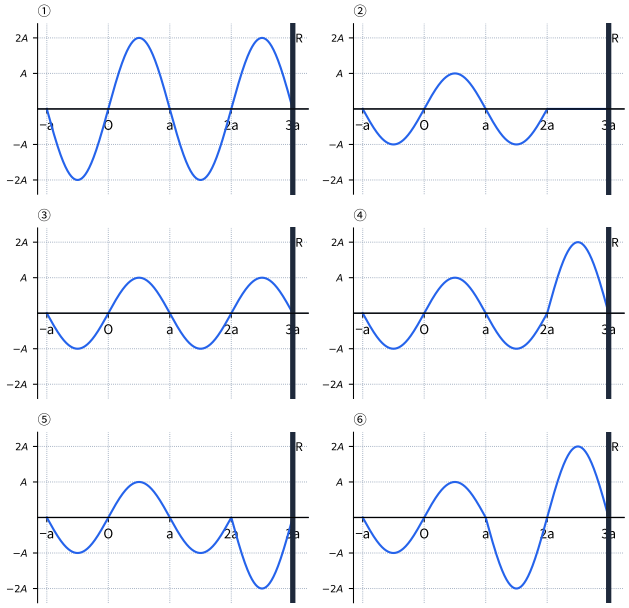
(2)　時刻 $t=0$ において，媒質が振動する速度が y 軸の負の向きに最大となる位置の x 座標を $0 \leq x \leq 2a$ の範囲ですべて答えよ。 12

解答群

① $0,\ 2a$　② a　③ $0,\ a,\ 2a$

④ $\dfrac{1}{2}a,\ \dfrac{3}{2}a$　⑤ $\dfrac{1}{2}a$　⑥ $\dfrac{3}{2}a$

(3) 時刻 $t = T$ における入射波と反射波の合成波の波形を表した図として，最も適切なものを一つ選べ。 13



(4) 反射波が $x = 0$ に達した後，反射壁 R の位置を $x = 3a$ からゆっくりと x 軸の正の向きへ移動させていったところ，ある位置 $x = x_1$ で，原点 O は定在波の節であり，OR間（$0 \leq x \leq x_1$）につくられる定在波の腹の数が5個となった。このときの反射壁 R の位置 x_1 を求めよ。 14

解答群

① $4a$　② $\dfrac{9}{2}a$　③ $5a$

④ $\dfrac{11}{2}a$　⑤ $6a$　⑥ $7a$

(5) 続いて，反射壁 R の位置を $x = 3a$ から x 軸の正の向きへ一定の速さ v で移動させたところ，原点 O で観測される反射波の周期が $\dfrac{3}{2}T$ となった。速さ v を求めよ。 15

解答群

① $\dfrac{1}{9}V$　② $\dfrac{1}{5}V$　③ $\dfrac{1}{4}V$

④ $\dfrac{2}{5}V$　⑤ $\dfrac{3}{5}V$　⑥ $\dfrac{4}{5}V$

IV 図1のように，起電力を変化させることのできる直流電源 E，抵抗値 r の抵抗 R_1，抵抗値 r の抵抗 R_2，抵抗値 $2r$ の抵抗 R_3，ダイオード D，スイッチ S を用いて回路をつくった。ダイオード D にかかる電圧 V_D，流れる電流 I_D は，図2に示されるように $V_D \leq V_0$ では $I_D = 0$ であり，$V_D > V_0$ では $I_D = \dfrac{1}{r}(V_D - V_0)$ と表される直線と近似できる。直流電源の内部抵抗や導線の抵抗は無視できるものとし，はじめスイッチ S は開いているとする。次の各問いについて，解答群，またはグラフの選択肢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。

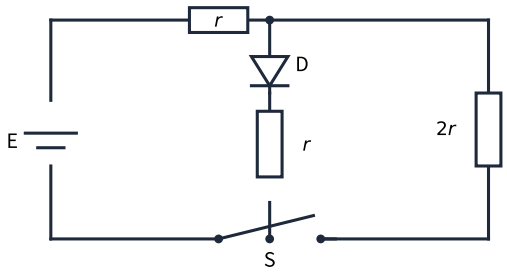


図1

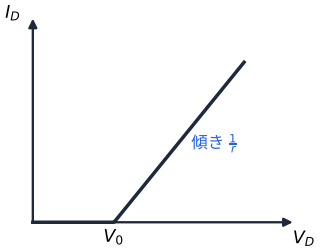


図2

(1) 直流電源 E の起電力を V_0 としてスイッチ S を閉じたところ，ダイオード D には電流が流れなかった。このとき抵抗 R_1 を流れる電流を求めよ。 16

解答群

① $\dfrac{V_0}{5r}$ ② $\dfrac{V_0}{4r}$ ③ $\dfrac{V_0}{3r}$
④ $\dfrac{V_0}{2r}$ ⑤ $\dfrac{2V_0}{3r}$ ⑥ $\dfrac{V_0}{r}$

(2) (1)のとき，回路全体の消費電力を求めよ。 17

解答群

① $\dfrac{V_0^2}{r}$ ② $\dfrac{V_0^2}{3r}$ ③ $\dfrac{V_0^2}{2r}$
④ $\dfrac{V_0^2}{4r}$ ⑤ $\dfrac{2V_0^2}{3r}$ ⑥ $\dfrac{V_0^2}{6r}$

(3) スイッチ S を閉じたまま直流電源 E の起電力を大きくしていくと，起電力が V_1 を越えたところで，ダイオード D に電流が流れだした。V_1 を求めよ。 18

解答群

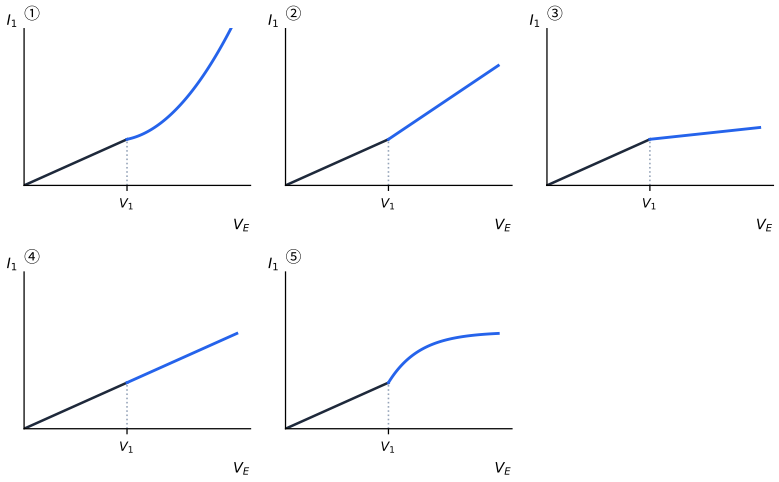
① V_0 ② $\dfrac{4}{3}V_0$ ③ $2V_0$
④ $\dfrac{3}{2}V_0$ ⑤ $\dfrac{5}{2}V_0$ ⑥ $3V_0$

(4) スイッチ S を閉じたまま直流電源 E の起電力を $3V_0$ としたとき，ダイオード D を流れる電流を求めよ。 19

解答群

① $\dfrac{V_0}{8r}$ ② $\dfrac{V_0}{4r}$ ③ $\dfrac{3V_0}{8r}$
④ $\dfrac{V_0}{2r}$ ⑤ $\dfrac{3V_0}{4r}$ ⑥ $\dfrac{V_0}{r}$

(5) 図3は，直流電源の起電力 V_E と，抵抗 R_1 を流れる電流 I_1 の関係を表したグラフである。$V_E \geq V_1$ におけるグラフを表す①～⑤のうち，最も適切なものを一つ選べ。 20



V 水素原子の構造にならって，原子番号2のヘリウムイオン He^+（原子核の電荷 $+2e$，電子1個）の構造について説明した以下の文章を読み，続く各問いについて，それぞれの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。

原子核から距離 r の円軌道上を，質量 m，電荷 $-e$ の電子が速さ v で円運動していると考える。クーロンの法則の比例係数を k とすると，原子核から電子にはたらくクーロン力の大きさは［ア］となる。ボーアは「電子の円運動の角運動量 mvr は，プランク定数 h と量子数 n $(n = 1, 2, 3, \cdots)$ を用いて［イ］を満たすものだけが許される」と考えた。この2つの式から v を消去すると，電子の軌道半径は $r =$［ウ］と求まる。さらに，量子数 n の状態の電子がもつエネルギーは，E_0 を定数として $E_n = -\dfrac{E_0}{n^2}$ と表される。これをエネルギー準位とよぶ。

(1) 文中の［ア］に当てはまる数式を求めよ。［21］

解答群

① $\dfrac{2ke}{r}$ ② $\dfrac{2ke^2}{r}$ ③ $\dfrac{2ke}{r^2}$

④ $\dfrac{2ke^2}{r^2}$

(2) 文中の［イ］に当てはまる数式を求めよ。［22］

解答群

① $mvr = \dfrac{nh}{\pi}$ ② $mvr = \dfrac{nh}{2\pi}$ ③ $mvr = 2\pi nh$

④ $mvr = \dfrac{n^2h}{2\pi}$ ⑤ $mvr = \dfrac{h}{2\pi n}$ ⑥ $mvr = \dfrac{2\pi h}{n}$

(3) 文中の［ウ］に当てはまる数式を求めよ。［23］

解答群

① $\dfrac{n^2h^2}{8\pi^2mke^2}$ ② $\dfrac{n^2h^2}{4\pi^2mke^2}$ ③ $\dfrac{n^2h^2}{2\pi^2mke^2}$

④ $\dfrac{n^2h^2}{8\pi^2mke^4}$ ⑤ $\dfrac{2n^2h^2}{\pi^2mke^2}$ ⑥ $\dfrac{n^2h^2}{16\pi^2mke^2}$

(4) 文中のエネルギー準位の式を用いて，He^+ 中の電子が，量子数 $n = 3$ の状態から量子数 $n = 2$ の状態へ遷移する際に放出される電磁波の波長を求めよ。ただし，真空中の光速を c とする。［24］

解答群

① $\dfrac{5E_0}{36hc}$ ② $\dfrac{5hc}{36E_0}$ ③ $\dfrac{36hc}{5E_0}$

④ $\dfrac{36hc}{13E_0}$ ⑤ $\dfrac{4hc}{3E_0}$ ⑥ $\dfrac{9hc}{5E_0}$

(5) He^+ 中の電子が，量子数 $n \geq 3$ の状態から $n = 2$ の状態へ遷移する際に放出される電磁波のうち，最も波長が長い電磁波のエネルギー E〔eV〕を求めよ。ただし，$E_0 = 54.4$ eV とする。［25］

解答群

① 1.9 eV ② 3.4 eV ③ 7.6 eV

④ 10.2 eV ⑤ 13.6 eV ⑥ 40.8 eV

終