

計量に関する基礎知識

注意事項

- 1 解答時間は、1 時間 20 分である。
- 2 答案用紙の所定の欄に、氏名、生年月日及び受験番号を楷書体で正確に記入し、生年月日及び受験番号については、その下のマーク欄にもマークすること。
- 3 問題は 25 問で、全問必須である。
- 4 出題の形式は、五肢択一方式である（各問に対して五つの選択肢が用意されており、その中から一つの解答を選ぶ方法）。
- 5 マークの記入については、答案用紙の記入例を参照すること。
- 6 採点は機械による読み取りで行う。解答の記入にあたっては、次の点に十分注意すること。
 - (1) 解答は、各問の番号に対応するマーク欄に一か所のみマークすること。
 - (2) 筆記用具は HB の黒鉛筆または黒シャープペンシルを用い、マーク欄の枠内を塗りつぶすこと。
※万年筆、黒以外の色の鉛筆、色の薄い鉛筆、ボールペン、サインペン等によるマークは、機械による読み取りができないので使用しないこと。
 - (3) 解答を修正する場合は、消しゴムできれいに消して、消しくずを残さないようにすること。
 - (4) 答案用紙は汚したり、折り曲げたりしないこと。
- 7 黒板に記載の注意事項を必ず確認すること。

以上の注意事項及び試験監督員からの指示事項が守られない場合は、採点されないことがある。

指示があるまで開かないこと。

問 1 集合に関する次の記述の中から誤っているものを一つ選べ。ただし、全体集合を U とし、その空でない部分集合を A, B, C とする。また、 U の任意の部分集合 X の補集合を \overline{X} と表す。

- 1 $A \supset B$ ならば $\overline{B} \supset \overline{A}$ である。
- 2 $A \supset B$ かつ $B \supset C$ ならば $A \supset C$ である。
- 3 $A \cap (B \cup C) = (A \cap B) \cup (A \cap C)$ である。
- 4 $\overline{(A \cap B)} = \overline{A} \cap \overline{B}$ である。
- 5 $A \cap B = A \cup B$ ならば $A = B$ である。

問 2 命題・論理に関する次の記述の中から誤っているものを一つ選べ。ただし、条件 p 、 q の否定をそれぞれ \bar{p} 、 \bar{q} と表す。また、命題「 p ならば q 」を「 $p \Rightarrow q$ 」と表す。

- 1 命題「 $p \Rightarrow q$ 」の逆となる命題は「 $q \Rightarrow p$ 」である。
- 2 命題「 $p \Rightarrow q$ 」が真であるとき、命題「 $\bar{q} \Rightarrow \bar{p}$ 」は真であるとは限らない。
- 3 条件「 p かつ (q または r)」は条件「(p かつ q) または (p かつ r)」に等しい。
- 4 条件「 p かつ q 」の否定は「 \bar{p} または \bar{q} 」である。
- 5 命題「 $q \Rightarrow p$ 」の対偶となる命題は「 $\bar{p} \Rightarrow \bar{q}$ 」である。

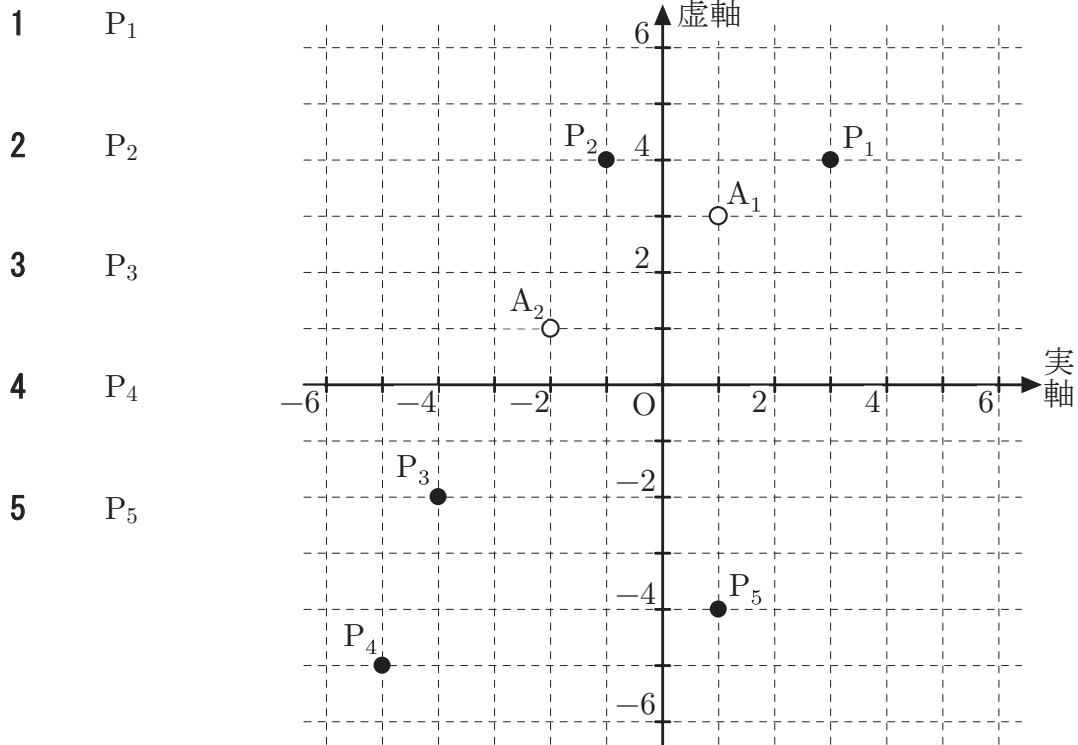
問 3 複素数 $z_1 = 1 + 3i$ 、 $z_2 = -2 + i$ は、複素数平面上で図の 2 点 A_1 、 A_2 に対応する。

このとき、複素数

$$w = z_1 z_2$$

は図の $P_1 \sim P_5$ のいずれの点と対応するか。正しいものを次の中から一つ選べ。

ただし、 i は虚数単位を表す。



問 4 10 進数の 0.625 を 2 進数で表した結果として正しいものを次の中から一つ選べ。
例えば 10 進数の 0.25 は 2 進数では 0.01 である。

1 0.011

2 0.100

3 0.101

4 0.110

5 0.111

問5 実関数

$$\sin x + \sin \left(x + \frac{2}{3}\pi \right)$$

の最大値として正しいものを次の中から一つ選べ。

1 1

2 $\sqrt{2}$

3 $\sqrt{3}$

4 $\frac{\sqrt{2}}{2}$

5 $\frac{\sqrt{3}}{2}$

問 6 三次元直交座標系 (xyz 空間) において、3 点 $(1, 1, 1)$ 、 $(2, -1, 3)$ および $(a, b, 7)$ が一直線上にある。このとき a 、 b の値として正しいものを次の中から一つ選べ。

1 $a = 3, b = -2$

2 $a = 3, b = -3$

3 $a = 3, b = -5$

4 $a = 4, b = -3$

5 $a = 4, b = -5$

問7 極限

$$\lim_{x \rightarrow \frac{\pi}{4}} \frac{\tan(x) - \tan\left(\frac{\pi}{4}\right)}{x - \frac{\pi}{4}}$$

の値として正しいものを次の中から一つ選べ。

1 0

2 $\frac{1}{2}$

3 1

4 $\frac{3}{2}$

5 2

問 8 三次元直交座標系 (xyz 空間) において、

$$0 \leq x \leq \frac{\pi}{2}, \quad 0 \leq y \leq \frac{\pi}{2}, \quad 0 \leq z \leq \cos(x+y)$$

を満たす立体の体積を考える。斜線部は、平面 $x = u$ でこの立体を切った断面図である (図 1、図 2)。この断面の面積を利用して、考える体積を計算した結果として正しいものを次の中から一つ選べ。

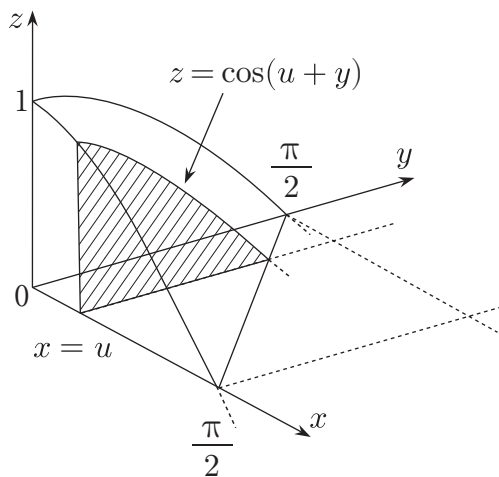


図 1

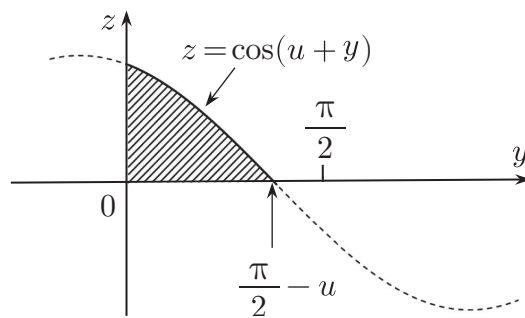


図 2

- 1 $2 - \frac{\pi}{2}$
- 2 $\frac{\pi-3}{2}$
- 3 $\frac{\pi}{2} - 1$
- 4 $\frac{\pi-1}{2}$
- 5 $\frac{\pi}{2}$

問 9 行列

$$A = \begin{pmatrix} a+2 & 1 \\ 3 & a+1 \end{pmatrix}$$

に対して、行列 $B = A^2 + A - 6E$ とおく。このとき、 $B = (A - 2E)C$ を満たす

行列 C として正しいものを次の中から一つ選べ。ただし、 a は実数、 $E = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$

とし、 $(A - 2E)$ は逆行列をもつものとする。

1 $\begin{pmatrix} a+5 & 1 \\ 3 & a+4 \end{pmatrix}$

2 $\begin{pmatrix} a+2 & a \\ 3a & a+1 \end{pmatrix}$

3 $\begin{pmatrix} a+2 & a+1 \\ a+3 & a+1 \end{pmatrix}$

4 $\begin{pmatrix} a+2 & 1 \\ 3 & a+1 \end{pmatrix}$

5 $\begin{pmatrix} a-1 & 1 \\ 3 & a-2 \end{pmatrix}$

問10 1 と書かれた札が 1 枚、2 と書かれた札が 2 枚の合計 3 枚が入った袋がある。

この中から 1 枚の札を無作為に取り出し、袋に戻してから札を混ぜて再び 1 枚を取り出したとき、これら 2 枚の札に書かれた数の積の期待値として正しいものを次の中から一つ選べ。

1 $\frac{3}{2}$

2 $\frac{5}{3}$

3 $\frac{7}{4}$

4 $\frac{7}{9}$

5 $\frac{25}{9}$

問11 命中率 8 割のクレール射撃選手が 6 回の射撃をしたとき、4 回だけ命中する確率として最も近い値を、次の中から一つ選べ。

1 0.13

2 0.18

3 0.25

4 0.32

5 0.44

問12 図のように4個の頂点 A、B、C、D をもつ正四面体の各稜線上を移動する虫がいる。この虫が頂点 A から出発して、同じ頂点を通ることなく3回稜線を移動し全頂点に到達する確率として正しいものを次の中から一つ選べ。ただし、虫が一つの頂点から次の他の頂点へ到達する確率は等しく $\frac{1}{3}$ である。

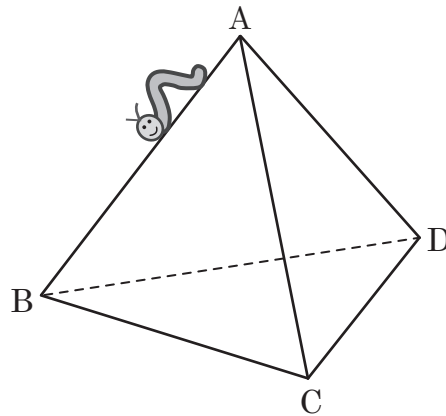
1 $\frac{1}{9}$

2 $\frac{2}{9}$

3 $\frac{1}{3}$

4 $\frac{4}{9}$

5 $\frac{5}{9}$



問13 セシウム 137 は約 30 年の半減期をもつ。セシウム 137 の原子数が、現在の $\frac{1}{8}$ になるのは何年後か。最も近いものを次の中から一つ選べ。

1 30 年後

2 60 年後

3 90 年後

4 120 年後

5 150 年後

問14 波の速さを v 、周波数を f 、波長を λ としたとき、これらの関係を表す式として正しいものを次の中から一つ選べ。

1 $v = \lambda^2 f$

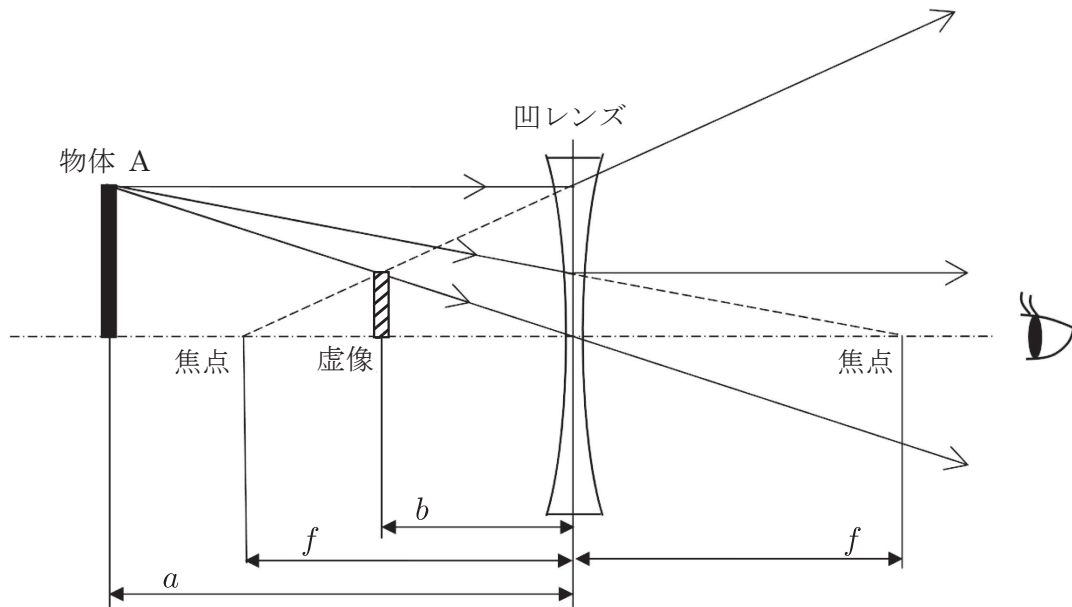
2 $v = \lambda f$

3 $v = \frac{\lambda}{f}$

4 $v = \frac{f}{\lambda}$

5 $v = \frac{1}{\lambda f}$

問15 焦点距離が f の凹レンズから、 a だけ離れた位置に物体 A を置き、レンズに対して物体 A の反対側から見ると、レンズから b だけ離れた位置に虚像が見える。 b の表現として、正しいものを次の中から一つ選べ。ただし、 $a > f > b$ とする。



1 $\frac{a^2}{a+f}$

2 $\frac{af}{a-f}$

3 $\frac{f^2}{a+f}$

4 $\frac{af}{f-a}$

5 $\frac{af}{a+f}$

問16 2台の車AとBが直線の道路を同じ向きに、それぞれ一定の速さで走っている。このとき、Bの車から一定の周波数で鳴り続ける音を、Aの車に乗っている人が聞いている。次の記述の中から、Aの車に乗っている人に聞こえる音の周波数が最初高く、後に低くなるものを一つ選べ。

- 1 最初AがBの前を走っていて、Aの方がBより速い。
- 2 最初AがBの前を走っていて、AとBの速さは同じ。
- 3 最初AがBの後ろを走っていて、Aの方がBより速い。
- 4 最初AがBの後ろを走っていて、AとBの速さは同じ。
- 5 最初AがBの後ろを走っていて、Aの方がBより遅い。

問 17 金属に、ある波長（限界波長）以下の光を真空中で入射すると光電子が飛び出すようになる。金（Au）の限界波長として、最も近いものを次の中から一つ選べ。ただし、金の仕事関数の値は 5.1 eV である。また、電気素量を 1.6×10^{-19} C、プランク定数を 6.6×10^{-34} Js、真空中の光の速さを 3.0×10^8 m/s とする。

1 12 nm

2 24 nm

3 120 nm

4 240 nm

5 1200 nm

問 18 水平面上で、静止している質量 m の小球に質量 M の小球を速さ V で正面衝突させたところ、衝突後に二つの小球は一体となって運動した。衝突前後における二つの小球の全運動エネルギー変化量として、正しいものを次の中から一つ選べ。ただし、小球が水平面や空気から受ける抵抗は無視できるものとする。

1 0

2 $-\frac{1}{2}mV^2$

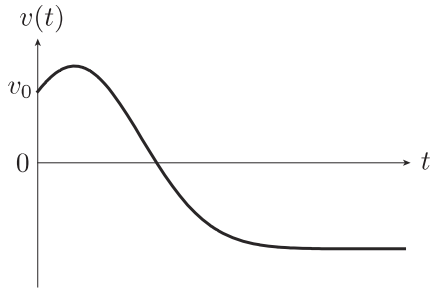
3 $-\frac{1}{8}(3M - m)V^2$

4 $-\frac{Mm}{2(M + m)}V^2$

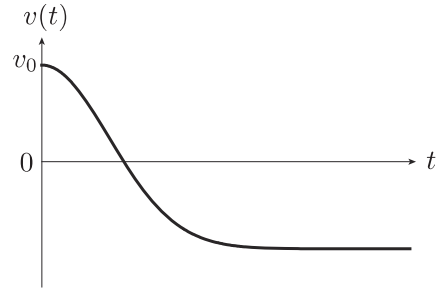
5 $\frac{m^2 - M^2 - Mm}{2(M + m)}V^2$

問19 小球を地表から十分高い位置から鉛直上向きに初速 v_0 で投げ上げる。小球が速度に比例する空気抵抗を受けて運動する場合、地表に落下するまでの小球の速度 $v(t)$ と時間 t のグラフの形として、正しいものを次の中から一つ選べ。ただし、小球が受ける重力は地表からの高さによらず一定とし、速度 $v(t)$ は鉛直上向きを正とする。

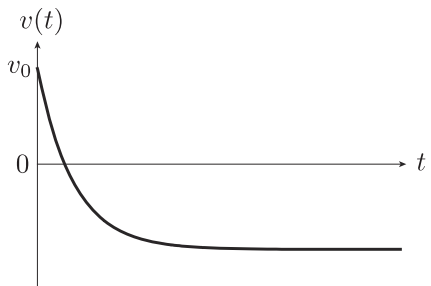
1



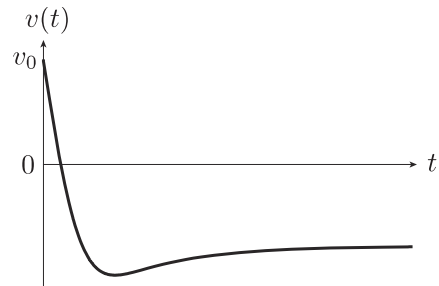
2



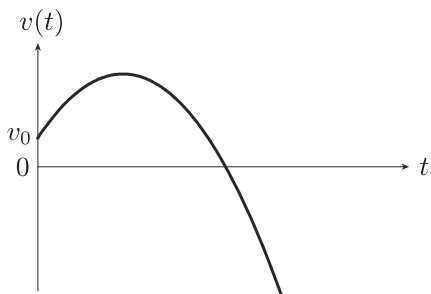
3



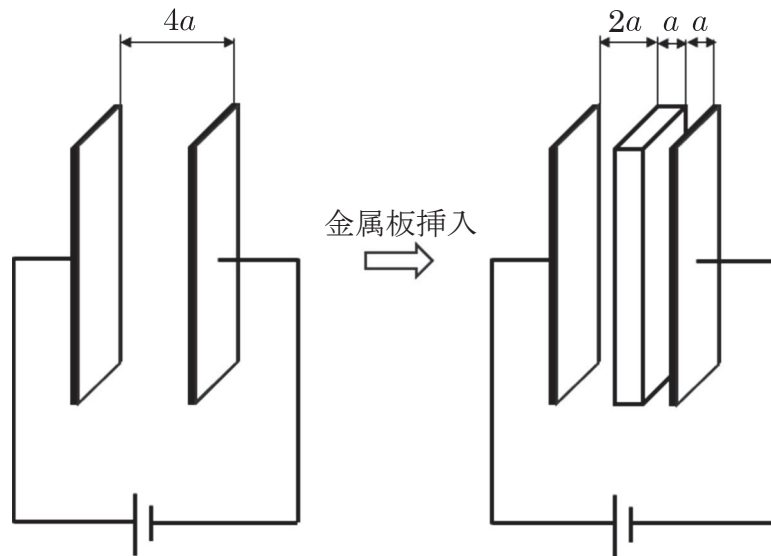
4



5



問20 図のように、金属板 2 枚を距離 $4a$ 隔てて対向させて構成した平行板コンデンサーがある。厚さが a で、両側の 2 枚の金属板と対向する面の形状と面積が等しい金属板を、平行板に対して平行に、図に示す位置に挿入すると、コンデンサーの電気容量は何倍になるか。その倍率として、正しいものを次の中から一つ選べ。ただし、各金属板の端の影響は無視できるものとする。



- 1 2 倍
- 2 $\frac{4}{3}$ 倍
- 3 1 倍
- 4 $\frac{3}{4}$ 倍
- 5 $\frac{1}{2}$ 倍

問21 等方性固体の線膨張率を α 、体積膨張率を β とするとき、 α と β の関係を表す式として正しいものを次の中から一つ選べ。ただし、 α 、 β は十分小さいとする ($\alpha \ll 1$ 、 $\beta \ll 1$)。

1 $\beta = \alpha$

2 $\beta = 2\alpha$

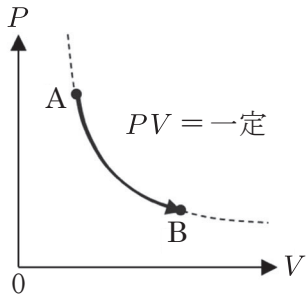
3 $\beta = 3\alpha$

4 $\beta = \alpha^2$

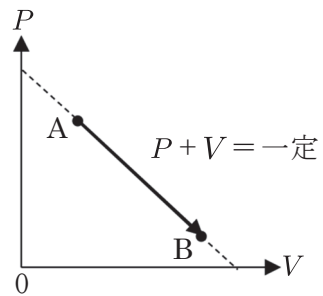
5 $\beta = \alpha^3$

問22 理想気体の圧力、体積をそれぞれ P 、 V とするとき、気体の状態 A から状態 B への変化を示す次の図の中から、等温変化を示す図として正しいものを一つ選べ。

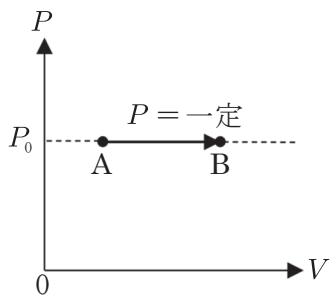
1



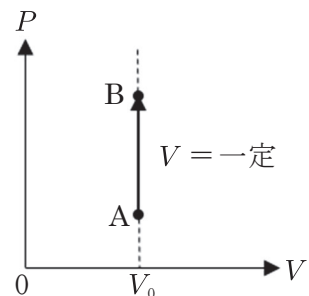
2



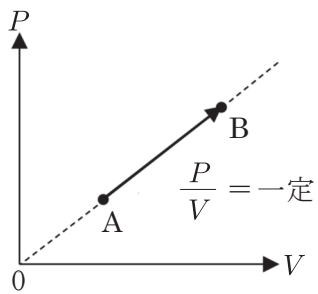
3



4



5



問23 組立量の次元は、基本量の次元のべき乗の積で表せる。圧力の次元の表示として正しいものを次の中から一つ選べ。ただし、次元の記号は長さをL、質量をM、時間をTとする。

1 $L^{-1}MT^{-2}$

2 $L^{-1}MT^{-1}$

3 LMT^{-2}

4 L^2MT^{-2}

5 L^2MT^{-3}

問24 密度 800 kg/m^3 の液体が質量流量 40 kg/s で流れているとき、その体積流量の値として最も近いものを次の中から一つ選べ。

1 $0.050 \text{ m}^3/\text{h}$

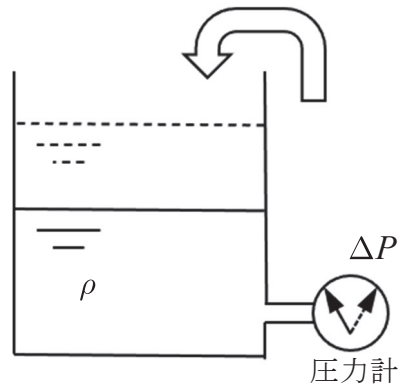
2 $3.0 \text{ m}^3/\text{h}$

3 $20 \text{ m}^3/\text{h}$

4 $180 \text{ m}^3/\text{h}$

5 $1200 \text{ m}^3/\text{h}$

問25 図のように、上部が空いた円筒容器に密度 ρ の液体が入れている。また、容器の底面近くの側面に圧力計が取り付けられている。この容器内の液体と同じ液体を容器へ注ぎ込んで液面が停止したとき、圧力計の指示値は注ぎ込む前より ΔP だけ上昇していた。密度 ρ と注ぎ込んだ液体の質量 M の組み合わせの中から、 ΔP が最も大きくなるものを一つ選べ。



- 1 $\rho = 800 \text{ kg/m}^3, M = 12 \text{ kg}$
- 2 $\rho = 800 \text{ kg/m}^3, M = 14 \text{ kg}$
- 3 $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3, M = 10 \text{ kg}$
- 4 $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3, M = 12 \text{ kg}$
- 5 $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3, M = 15 \text{ kg}$