

デジタルハリウッド大学

2022 年度 一般選抜 A 方式

物理 [60 分]

【 注 意 事 項 】

1. 試験監督の指示があるまでは、問題冊子は開かないこと。
2. 試験監督から指示があったら、解答用紙に氏名・受験番号を正確に記入し、受験番号マーク欄にも受験番号を正確にマークすること。
3. 試験開始の合図後、この問題冊子を開き、16 ページ(白紙ページ含む)揃っているか確認すること。
4. 乱丁、落丁、印刷不鮮明などがある場合は、手を挙げて試験監督に知らせること。
5. 解答は、すべて別紙の解答用紙の解答欄にマークすること。
6. 試験開始から終了までの間は、試験教室から退出できません。
7. 不正行為を行った場合は、その時点で受験の中止と退室を指示され、同日受験したすべての科目の成績が原則無効となる。
8. 解答用紙は試験終了後、回収される。問題冊子は持ち帰っても良い。

第1問 次の文章(A・B)を読み、下の問い(問1～6)に答えよ。〔 1 ～ 6 〕

A 図1のように、1molの単原子分子理想気体がピストン付きの断熱円筒容器に封入されていて、ピストンはなめらかに動く。必要に応じてピストンに力を加えたり熱交換器を作動させたりして、気体の圧力 p [Pa] と体積 V [m³] の関係が、図2の ABCDA の経路で変化するようにした。A→Bは等温変化、B→Cは断熱変化、C→Dは等温変化、D→Aは断熱変化である。状態Aのときの気体の圧力を p_A [Pa]、体積を V_A [m³]、絶対温度を T_A [K]、状態Bのときの気体の圧力を p_B [Pa]、状態Cのときの気体の絶対温度を T_C [K] とする。また、容器の断面積を S [m²]、ピストンの質量を M [kg]、大気圧を p_0 [Pa]、重力加速度の大きさを g [m/s²] とする。



図1

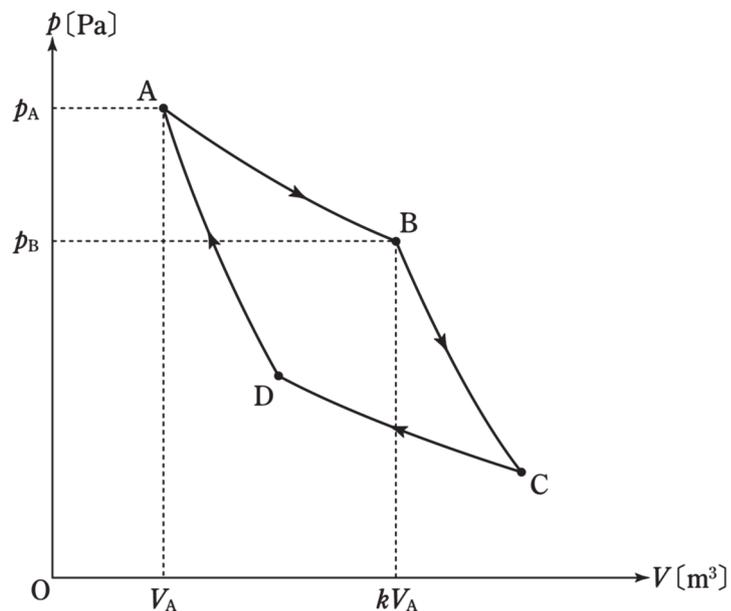


図2

問1 状態Aのときの気体の圧力 $p_A =$ である。

に入る最も適当なものを以下の①～⑥から1つ選べ。

- ① p_0 ② Mg ③ $p_0 + Mg$
 ④ $p_0 - Mg$ ⑤ $p_0 + \frac{Mg}{S}$ ⑥ $p_0 - \frac{Mg}{S}$

問2 状態Bのときの気体の体積が kV_A [m^3]に等しい場合、 $p_B = \boxed{2} \times p_A$ である。

$\boxed{2}$ に入る最も適当なものを①～⑥から1つ選べ。

- ① $\frac{1}{k^2}$ ② $\frac{1}{k^{\frac{5}{3}}}$ ③ $\frac{1}{k}$
④ k ⑤ $k^{\frac{5}{3}}$ ⑥ k^2

A→Bの過程で気体が吸収した熱を Q_{AB} [J]、気体がした仕事を W_{AB} [J]、内部エネルギーの増加を U_{AB} [J]、B→Cの過程で気体が吸収した熱を Q_{BC} [J]、気体がした仕事を W_{BC} [J]、内部エネルギーの増加を U_{BC} [J]、C→Dの過程で気体が吸収した熱を Q_{CD} [J]、気体がした仕事を W_{CD} [J]、内部エネルギーの増加を U_{CD} [J]、D→Aの過程で気体が吸収した熱を Q_{DA} [J]、気体がした仕事を W_{DA} [J]、内部エネルギーの増加を U_{DA} [J]とする。

問3 Q_{AB} , W_{AB} , U_{AB} , Q_{BC} , W_{BC} , U_{BC} , Q_{CD} , W_{CD} , U_{CD} , Q_{DA} , W_{DA} , U_{DA} のうち、正の値を取るものは何個あるか。以下の①～⑥から1つ選べ。 $\boxed{3}$ 個

- ① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5 ⑥ 6

問4 Q_{AB} , W_{AB} , U_{AB} , Q_{BC} , W_{BC} , U_{BC} , Q_{CD} , W_{CD} , U_{CD} , Q_{DA} , W_{DA} , U_{DA} のうち、0になるものは何個あるか。以下の①～⑥から1つ選べ。 $\boxed{4}$ 個

- ① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5 ⑥ 6

問5 ABCDAのサイクルは『カルノーサイクル』という熱サイクルであり、その熱効率 e は $e = 1 - \frac{T_C}{T_A}$ で与えられることが知られている。1サイクルの間に気体が吸収した熱

を Q_1 [J]、放出した熱を Q_2 [J] とすると、 $\frac{Q_2}{Q_1} = \boxed{5}$ である。

$\boxed{5}$ に入る最も適当なものを以下の①～⑥から1つ選べ。

- ① $\left(1 - \frac{T_C}{T_A}\right)^2$ ② $1 - \frac{T_C}{T_A}$ ③ $\frac{T_C}{T_A}$
④ $\frac{T_A}{T_C}$ ⑤ $1 - \frac{T_C}{T_A}$ ⑥ $\frac{T_A}{T_A - T_C}$

B 図3のように、体積 V_1 [m³]、 V_2 [m³]の断熱容器A、Bがコックのついた細い管でつながれている。容器Aには絶対温度 T [K]の理想気体が入っていて容器Bは真空である。細い管の体積は無視できるものとする。コックをゆっくり開けて気体を容器A、Bの全体に広げた。

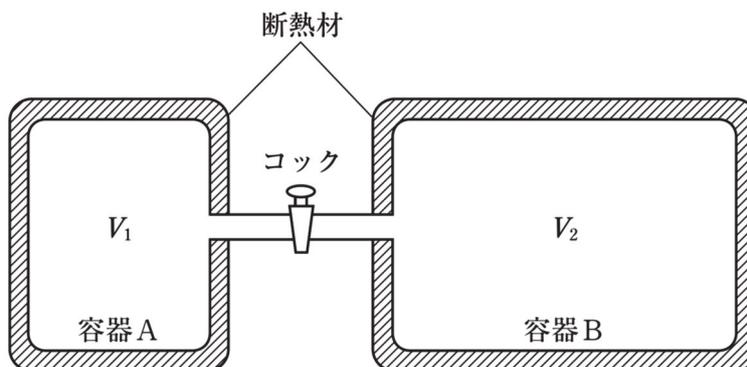


図3

問6 十分に時間が経過して全体が一様になったときの気体の絶対温度は [K]である。

に入る最も適当なものを以下の①～⑥から1つ選べ。

- ① T ② $\frac{V_1}{V_2} T$ ③ $\frac{V_2}{V_1} T$
- ④ $\frac{V_1}{V_1+V_2} T$ ⑤ $\frac{V_2}{V_1+V_2} T$ ⑥ $2T$

第2問 次の文章を読み、下の問い（問1～5）に答えよ。〔 7 〕～〔 12 〕

図1のように、内部抵抗が無視できる一定の電圧 E [V]の直流電源に抵抗 A と可変抵抗 B を直列に接続する。抵抗 A の抵抗値は R [Ω]で一定である。可変抵抗 B の抵抗値は $0 \sim \infty$ [Ω]の範囲で連続的に変化させることができるものとする。

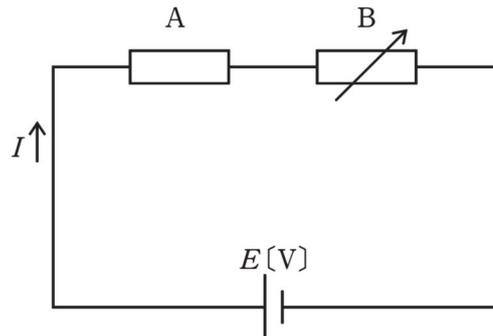


図1

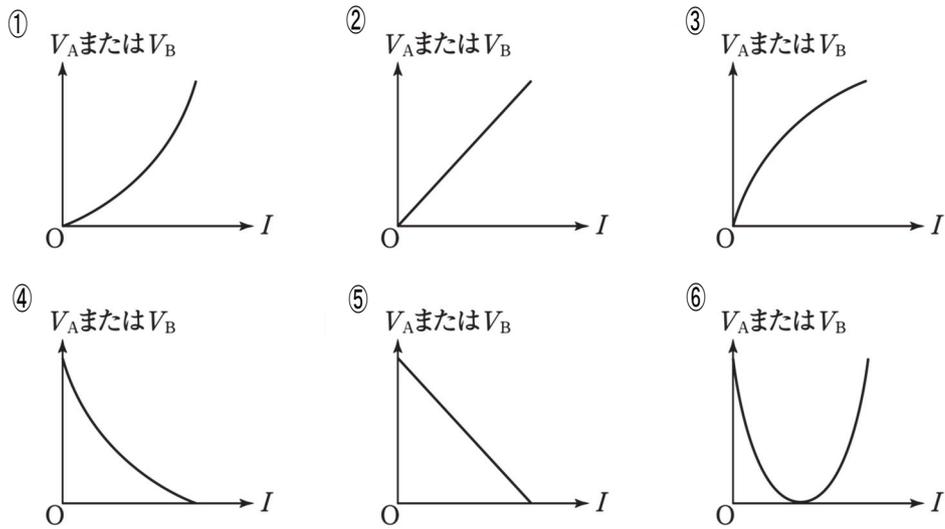
問1 回路に流れる電流を I [A]，電気素量（電子の電荷の大きさ）を e [C]とすると，電流が流れることにより t [s]間に電源に流れ込む電子の数 N は， $N =$ 〔 7 〕 個である。

〔 7 〕に入る最も適当なものを以下の①～⑥から1つ選べ。

- ① elt ② $\frac{eI}{t}$ ③ $\frac{et}{I}$ ④ $\frac{It}{e}$ ⑤ $\frac{t}{eI}$ ⑥ $\frac{I}{et}$

問2 可変抵抗 B の抵抗値を変化させると，回路に流れる電流 I [A]も変化する。図1の回路において，抵抗 A の電圧を V_A [V]，可変抵抗 B の電圧を V_B [V]とすると， V_A と I の関係を表すグラフは 〔 8 〕 であり， V_B と I の関係を表すグラフは 〔 9 〕 である。

〔 8 〕，〔 9 〕に入る最も適当なグラフを以下の①～⑥から1つずつ選べ。必要ならば，同じものを選んでもよい。



問3 以下の文章の **ア** , **イ** に入れるものの組み合わせとして最も適当なものを以下の①～⑨から1つ選べ。 **10**

図1の回路において、抵抗Aの消費電力を P_A [W]、可変抵抗Bの抵抗値を R_B [Ω]、消費電力を P_B [W]とする。 P_B が最大になるとき、 $R_B =$ **ア**、回路全体の消費電力 $P_A + P_B$ が最大になるとき、 $R_B =$ **イ** である。

	ア	イ
①	0	0
②	0	R
③	0	$2R$
④	R	0
⑤	R	R
⑥	R	$2R$
⑦	$2R$	0
⑧	$2R$	R
⑨	$2R$	$2R$

次に、電流-電圧特性のグラフが図2で与えられる電球Cを用意し、図1の回路の抵抗Aを電球Cに取りかえて図3の回路にした。

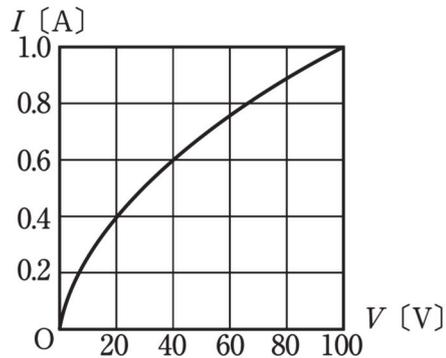


図2

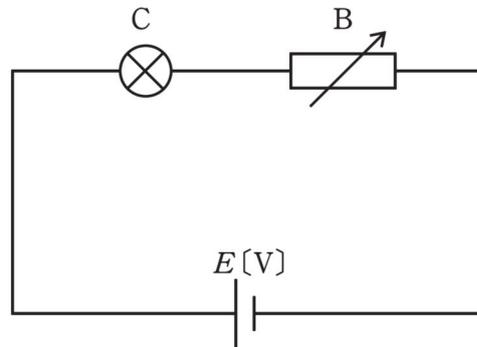


図3

問4 可変抵抗Bの抵抗値を調整して 100Ω にしたら、回路に流れる電流は 0.6A であった。このことから直流電源の電圧 $E = \boxed{11}$ V であることがわかる。

$\boxed{11}$ に入る最も適当なものを以下の①～⑥から1つ選べ。

- ① 20 ② 40 ③ 60 ④ 80 ⑤ 100 ⑥ 120

問5 電源を別の直流電源に取りかえて、可変抵抗Bの抵抗値を調節して 50Ω にしたら、可変抵抗Bの電圧と電球Cの電圧が等しくなった。このときに回路に流れる電流は

$\boxed{12}$ A である。

$\boxed{12}$ に入る最も適当なものを以下の①～⑥から1つ選べ。

- ① 0.2 ② 0.4 ③ 0.6 ④ 0.8 ⑤ 1.0 ⑥ 1.2

第3問 次の文章を読み、下の問い（問1～6）に答えよ。〔13～18〕

13 は、1687年の著書『プリンキピア』において運動の3つの法則（慣性の法則、運動の法則、作用反作用の法則）をまとめ、力学の基礎を確立した。

伸び縮みしない軽いひもの一端に質量 M [kg] の物体A、他端に質量 m [kg] ($m < M$) のおもりBをとりつけて、図1のように定滑車を介してつるした。ひもが鉛直を保つように物体Aを支えている状態から静かに支えを取り除くと、Aは鉛直下向きに落下し、Bは鉛直上向きに上昇した。AおよびBの共通の加速度の大きさを a [m/s^2]、重力加速度の大きさを g [m/s^2] とする。A、Bに働く空気抵抗および定滑車とひもの間の摩擦力は無視する。また、運動はAが床に達する以前、かつ、Bが定滑車に達する以前の範囲で考える。

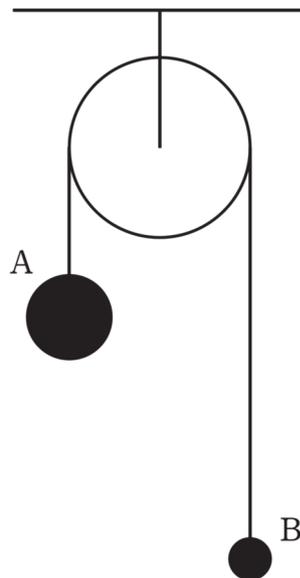


図1

問1 13に入る最も適当な人名を以下の①～⑥から1つ選べ。

- | | |
|---------------|----------------|
| ① ルネ・デカルト | ② レオナルド・ダ・ヴィンチ |
| ③ ガリレオ・ガリレイ | ④ ヨハネス・ケプラー |
| ⑤ アイザック・ニュートン | ⑥ ニコラウス・コペルニクス |

問2 ひもの張力の大きさを T [N] とすると、物体Aの運動方程式は 14 となる。

14に入る最も適当なものを以下の①～⑥から1つ選べ。

- | | |
|-----------------|-----------------|
| ① $Ma=Mg+T$ | ② $Ma=Mg-T$ |
| ③ $Ma=Mg$ | ④ $Ma=Mg-mg+2T$ |
| ⑤ $Ma=Mg-mg-2T$ | ⑥ $Ma=Mg-mg$ |

問3 物体Aの質量 M は一定として、おもりBの質量 m を $0 < m < M$ の範囲で変えることを考える。このときの張力の大きさ T に関する正しい記述を以下の①～⑥から1つ選べ。

15

- ① $0 < m < \frac{1}{2}M$ の範囲では m を大きくすると T も大きくなるが、 $\frac{1}{2}M < m < M$ の範囲では m を大きくすると T は小さくなる。
- ② $0 < m < \frac{1}{2}M$ の範囲では m を大きくすると T は小さくなるが、 $\frac{1}{2}M < m < M$ の範囲では m を大きくすると T も大きくなる。
- ③ $0 < m < \frac{1}{2}M$ の範囲では m を大きくすると T も大きくなるが、 $\frac{1}{2}M < m < M$ の範囲では T は一定の値を取る。
- ④ $0 < m < M$ の全範囲で m を大きくすると T も大きくなる。
- ⑤ $0 < m < M$ の全範囲で m を大きくすると T は小さくなる。
- ⑥ $0 < m < M$ の全範囲で T は一定の値を取る。

問4 物体Aはある時間にある距離を落下し、おもりBは同じ距離を上昇する。この間のAの運動エネルギーの変化を ΔK_A 、重力による位置エネルギーの変化を ΔU_A 、Bの運動エネルギーの変化を ΔK_B 、重力による位置エネルギーの変化を ΔU_B とする。

ΔK_A 、 ΔU_A 、 ΔK_B 、 ΔU_B に関して正しいものを以下の①～⑥から1つ選べ。 16

- ① $\Delta K_A + \Delta U_A < 0$ かつ $\Delta K_B + \Delta U_B < 0$ ② $\Delta K_A + \Delta U_A < 0$ かつ $\Delta K_B + \Delta U_B > 0$
 ③ $\Delta K_A + \Delta U_A > 0$ かつ $\Delta K_B + \Delta U_B < 0$ ④ $\Delta K_A + \Delta U_A > 0$ かつ $\Delta K_B + \Delta U_B > 0$
 ⑤ $\Delta K_A + \Delta K_B = 0$ かつ $\Delta U_A + \Delta U_B = 0$ ⑥ $\Delta K_A + \Delta U_A = 0$ かつ $\Delta K_B + \Delta U_B = 0$

次に、図2のように、おもりBを水が入っている水槽の中に入れて、図1のときと同じことをした。ただし、おもりの密度は水の密度よりも大きい。

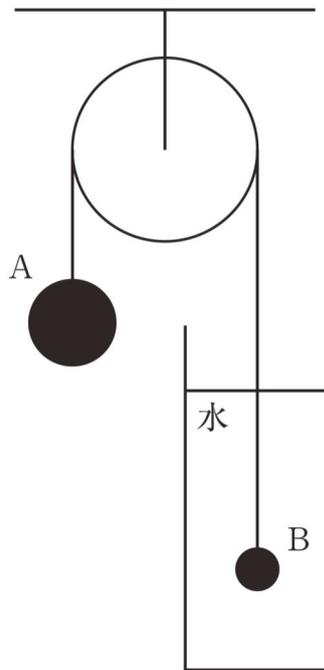


図2

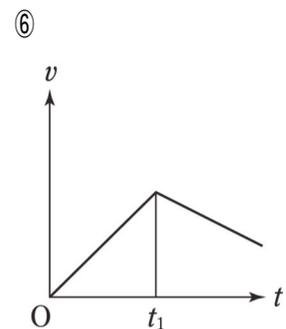
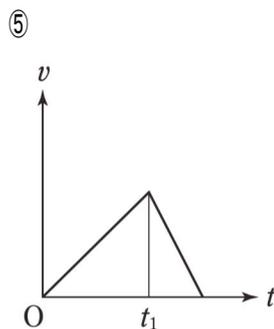
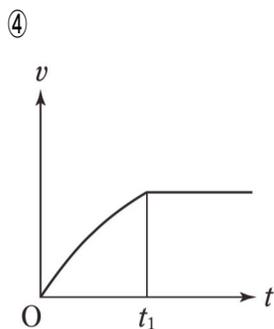
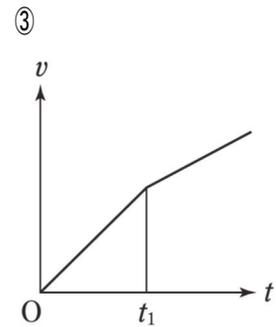
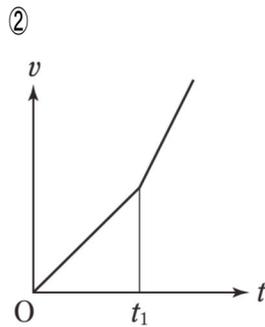
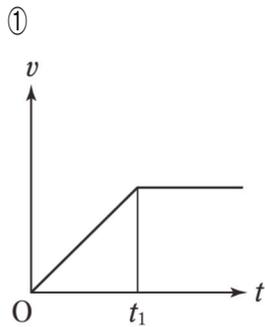
問5 一般に、密度 ρ [kg/m³]、体積 V [m³]の物体が密度 ρ_0 [kg/m³]の液体中にあるとき、この物体が液体から受ける浮力の大きさは 17 [N]である。

17に入る最も適当なものを以下の①～⑥から1つ選べ。

- ① $(\rho - \rho_0)Vg$ ② $(\rho_0 - \rho)Vg$ ③ $\frac{\rho}{\rho_0}Vg$
 ④ $\frac{\rho_0}{\rho}Vg$ ⑤ ρVg ⑥ $\rho_0 Vg$

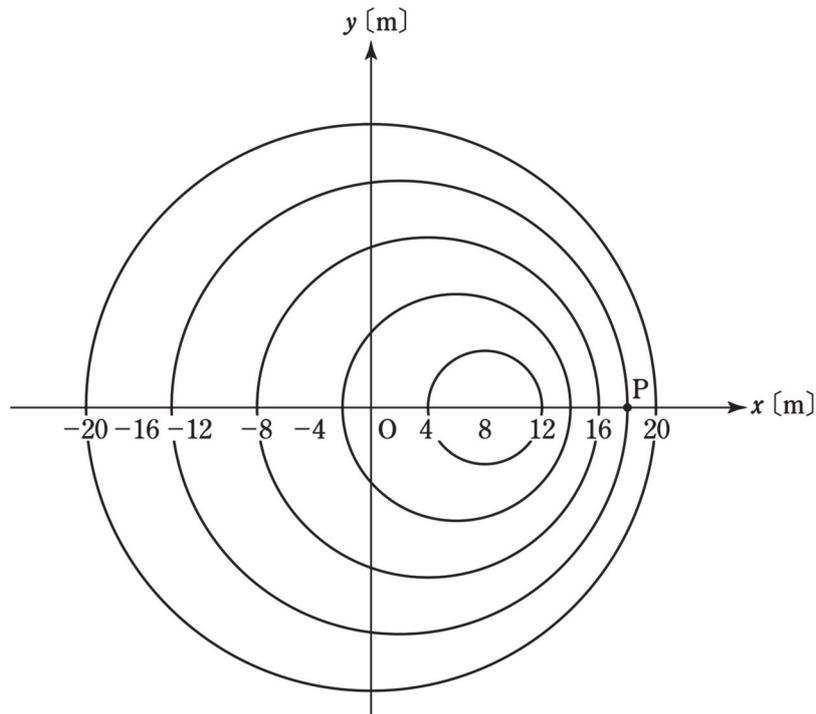
問6 物体Aの速度 v [m/s]の時間変化のグラフは 18 である。ただし、Aの速度は鉛直下向きを正とし、支えを取り除いて運動が始まる時刻を0、おもりBが水と大気境界を通過する時刻を t_1 [s]とする。Bが水と大気境界を通過するのにかかる時間とBが水から受ける抵抗力は無視する。

18に入る最も適当なグラフを以下の①～⑥から1つ選べ。



第4問 次の文章を読み、下の問い（問1～6）に答えよ。〔 19 〕～〔 24 〕

水平で広い水面上の点を振動数 f_0 [Hz] で鉛直に振動させる波源が x 軸の正の向きに速さ v [m/s] で運動している。図中の円は、波源が原点 O を通りすぎてから5秒後の波の山の波面を示している。 x 軸上の波源の前方の点 P に静止している観測点があり、そこで観測される水面波の振動数を f_P [Hz]、波長を λ_P [m] とする。水深は一定であり、水面波が伝わる速さを V [m/s] とする。問2～4の選択肢の有効数字の桁数については考慮しなくてよい。



問1 f_P を V , v , f_0 を用いて表すと、 $f_P =$ 〔 19 〕 である。

〔 19 〕 に入る最も適当なものを以下の①～⑥から1つ選べ。

- ① $\frac{V}{V-v} f_0$ ② $\frac{V}{V+v} f_0$ ③ $\frac{V-v}{V} f_0$
 ④ $\frac{V+v}{V} f_0$ ⑤ $\frac{V+v}{V-v} f_0$ ⑥ $\frac{V-v}{V+v} f_0$

問2 図を利用して λ_P を求めると、 $\lambda_P =$ 〔 20 〕 m である。

〔 20 〕 に入る最も適当なものを以下の①～⑥から1つ選べ。

- ① 0.8 ② 1.6 ③ 2 ④ 4 ⑤ 8 ⑥ 20

問3 図を利用して水面波が伝わる速さを求めると、 $V = \boxed{21}$ m/s である。

$\boxed{21}$ に入る最も適当なものを以下の①～⑥から1つ選べ。

- ① 0.8 ② 1.6 ③ 2 ④ 4 ⑤ 8 ⑥ 20

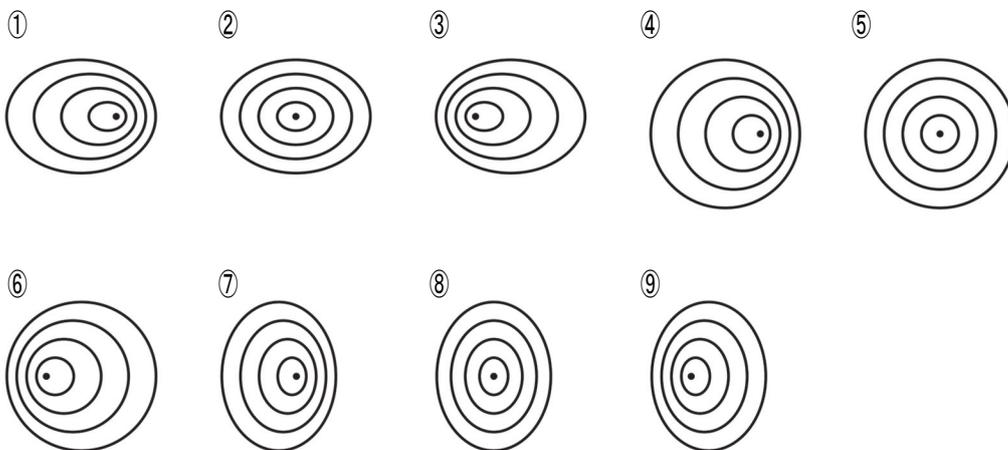
問4 図を利用して波源の速さを求めると、 $v = \boxed{22}$ m/s である。

$\boxed{22}$ に入る最も適当なものを以下の①～⑥から1つ選べ。

- ① 0.8 ② 1.6 ③ 2 ④ 4 ⑤ 8 ⑥ 20

以下では波源は原点O，観測点は点Pにそれぞれ固定されていて，水は一様に x 軸の正の向きに速さ v_w [m/s] ($v_w < V$) で流れている場合を考える。このときに点Pの観測点で観測される水面波の振動数を f_P' [Hz] とする。

問5 水面にできる波面の様子を描いた図として最も適当なものを以下の①～⑨から1つ選べ。すべての図において，右向きが x 軸の正の向き，上向きが y 軸の正の向きである。 $\boxed{23}$



問6 $f_P' = \boxed{24}$ [Hz] である。

$\boxed{24}$ に入る最も適当なものを以下の①～⑥から1つ選べ。

- ① f_0 ② $\frac{V}{V+v_w} f_0$ ③ $\frac{V+v_w}{V} f_0$
- ④ $\frac{V}{V-v_w} f_0$ ⑤ $\frac{V-v_w}{V} f_0$ ⑥ $\sqrt{\frac{V+v_w}{V-v_w}} f_0$

