



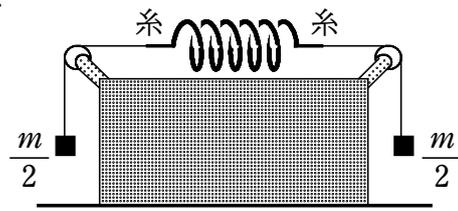
新年度進級試験

高2物理(60分)

氏名

1

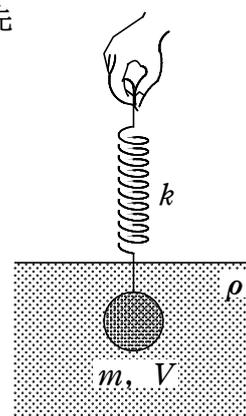
問1 質量 m のおもりを鉛直につるすと l だけ伸びる軽いばねがある。このばねの両端にそれぞれ質量 $\frac{m}{2}$ のおもりを図のようにつなぐ。このとき、ばねの伸びはどうなるか。次の ①～④のうちから正しいものを1つ選べ。



1

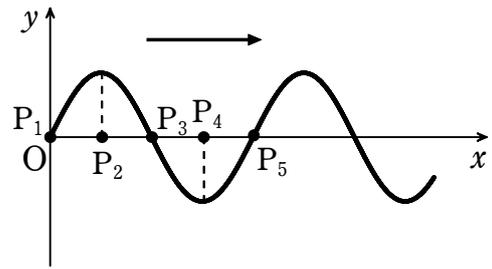
- ① ばねの左右にはたらく力は打ち消しあうので、ばねは伸びない。
- ② ばねは左右に $\frac{l}{2}$ ずつ伸びるので、全体として l だけ伸びる。
- ③ ばねの片側を固定した場合と同じだから、 $\frac{l}{2}$ だけ伸びる。
- ④ おもりの質量の合計は m だから、 l だけ伸びる。

問2 図のように、質量 m 、体積 V の物体をばね定数 k のばねの先端に取り付け、密度 ρ の液体に完全に沈めたところ、ばねが自然の長さから x だけ伸びた状態でつりあった。液体の密度 ρ を表す式として正しいものを、次の ①～⑤ のうちから1つ選べ。ただし、重力加速度の大きさを g とし、ばねの質量および体積は無視できるものとする。 $\rho =$



- ① $\frac{m}{V}$ ② $\frac{kx}{Vg}$ ③ $\frac{mg+kx}{Vg}$ ④ $\frac{mg-kx}{Vg}$ ⑤ $\frac{kx-mg}{Vg}$

問3 図のグラフは左から右へ進んでいる縦波を、横波のように表したものである。それぞれの解答群から正しいものを1つ選べ。



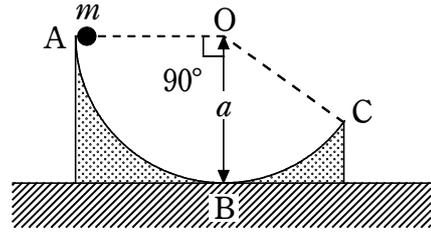
(ア) 媒質の密度が最小の位置はどこか。

- ① P₂ ② P₃ ③ P₄
- ④ P₁とP₅ ⑤ P₂とP₄

(イ) 右向きが速度が最大になる位置はどこか。

- ① P₂ ② P₃ ③ P₄ ④ P₁とP₅ ⑤ P₂とP₄

問4 図のように、半径 a の円弧の形をしたなめらかなすべり台 ABC が、水平な床に点 B で接して固定されている。中心を O とする円弧 ABC は鉛直な平面内にあり、 $\angle AOB = 90^\circ$ である。点 A に静止していた質量 m の小球が、すべり台をすべり落ちて点 B を通過する瞬間に、小球がすべり台に及ぼす力の大きさはいくらか。次の ①～⑥ のうちから 1 つ選べ。重力加速度の大きさを g とし、空気の抵抗は無視する。



5

- ① 0 ② mg ③ $\sqrt{2}mg$ ④ $\sqrt{3}mg$ ⑤ $2mg$ ⑥ $3mg$



2

次の文章(A・B)を読み、下の問いに答えよ。

A 地球のまわりを、質量 m の人工衛星が地上からの高さ h で等速円運動をしている。地球は質量 M で半径 R の均質な球とし、地球の自転、公転および他の天体からの影響は考えない。次の問いの答えを、それぞれの解答群のうちから1つずつ選べ。ただし、万有引力定数を G とする。

問1 この人工衛星にはたらいっている万有引力の大きさは、地上にあったときの何倍か。

1

- ① $\frac{h}{R}$ ② $\frac{h^2}{R^2}$ ③ $\frac{R}{h}$ ④ $\frac{R^2}{h^2}$
⑤ $\frac{R}{R+h}$ ⑥ $\frac{R^2}{(R+h)^2}$ ⑦ $\frac{R+h}{R}$ ⑧ $\frac{(R+h)^2}{R^2}$

問2 人工衛星の速さ v はいくらか。

2

- ① $\sqrt{\frac{GM}{R+h}}$ ② $\sqrt{\frac{2GM}{R+h}}$ ③ $\frac{GM}{\sqrt{R+h}}$ ④ $GM\sqrt{\frac{2}{R+h}}$
⑤ $\frac{M}{m}\sqrt{\frac{GM}{R+h}}$ ⑥ $\frac{M}{m}\sqrt{\frac{2GM}{R+h}}$ ⑦ $\frac{\sqrt{GM}}{R+h}$ ⑧ $\frac{\sqrt{2GM}}{R+h}$

問3 人工衛星の軌道半径が月の公転の軌道半径の $\frac{1}{4}$ であるとき、人工衛星の公転周期

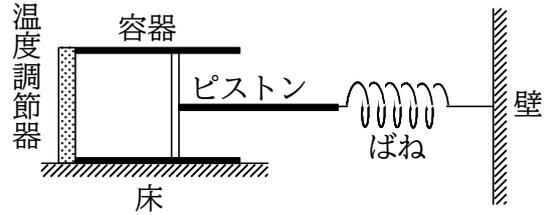
は何日か。ただし、月の公転周期を27日とする。

3

- ① 54 ② 27 ③ 14 ④ 6.8
⑤ 4.8 ⑥ 3.4 ⑦ 2.4 ⑧ 1.7



B 図のように、温度調節器、断熱材で作られた容器とピストンおよび、ばねからなる装置がある。容器は床に固定され、ピストンの断面積は S である。外気の圧力は p_0 であり、容器内には最初、圧力 p_0 、体積 V_0 、温度 T_0 の単原子分子理想気体 1 mol



が入っている。ばねは自然の長さ l_0 の状態にあり、そのばね定数は k である。いま、温度調節器から容器内の気体に熱を与えたところ、ピストンが動き、ばねが縮んで、その長さは l となり、気体の圧力は p 、温度は T になった。次の問いの答えを、それぞれの解答群のうちから 1 つずつ選べ。ただし、気体定数を R とする。

問 4 気体の圧力 p はいくらか。 4

- ① $p_0 - \frac{k}{2S}(l_0 - l)^2$ ② $p_0 + \frac{k}{2S}(l_0 - l)^2$
 ③ $p_0 - \frac{k}{S}(l_0 - l)$ ④ $p_0 + \frac{k}{S}(l_0 - l)$

問 5 容器内の気体の温度 T はいくらか。 5

- ① $\frac{1}{R} p_0 \{V_0 + (l_0 - l)S\}$ ② $\frac{1}{R} p_0 \{V_0 - (l_0 - l)S\}$
 ③ $\frac{1}{R} p \{V_0 + (l_0 - l)S\}$ ④ $\frac{1}{R} p \{V_0 - (l_0 - l)S\}$

問 6 気体の内部エネルギーの増加 ΔU はいくらか。 6

- ① $\frac{1}{2} R(T - T_0)$ ② $R(T - T_0)$
 ③ $\frac{3}{2} R(T - T_0)$ ④ $\frac{5}{2} R(T - T_0)$

問 7 ばねに蓄えられたエネルギーを E 、ピストンが外気にした仕事を W とすると、温度調節器が放出した熱量 Q はいくらか。 7

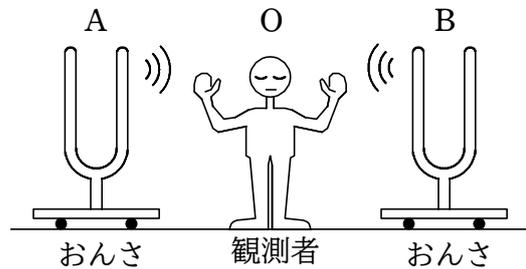
- ① $E - \Delta U - W$ ② $E - \Delta U + W$ ③ $E + \Delta U - W$ ④ $E + \Delta U + W$



3

次の文章(A・B)を読み，下の問いに答えよ。

A 台車に乗せたおんさ A，B と観測者 O が，図のように直線上に並んでいる。おんさはいずれもこの直線上を動くことができる。おんさ A，B と観測者 O を静止させた状態で，A，B を鳴らしたとき，観測者 O に毎秒 n 回うなりが聞こえた。空気は一律で風はなく，おんさ A の振動数を f [Hz]，音の速さを V [m/s] とする。



問1 おんさ A を静止している観測者 O に向かって一定の速さで走らせたところ，うなりが消えた。おんさ B の振動数は何 Hz か。正しいものを，次の ①～⑤ の中から1つ選べ。

- ① $f-n$ ② $f+n$ ③ f ④ nf ⑤ $\frac{f}{n}$

問2 問1でうなりが消えたときの，おんさ A の速さは何 m/s か。正しいものを，次の ①～⑤ の中から1つ選べ。

- ① $\frac{f}{f-n}V$ ② $\frac{n}{f-n}V$ ③ $\frac{f}{f+n}V$ ④ $\frac{n}{f+n}V$ ⑤ $\frac{n}{f}V$

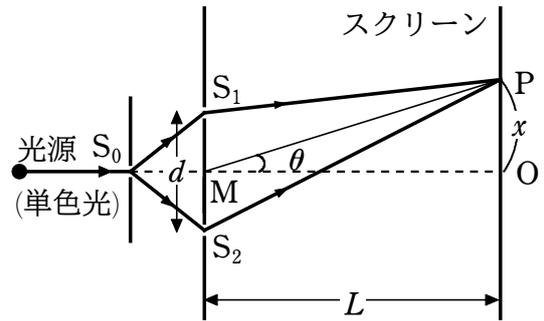
問3 おんさ A と観測者 O を静止させた状態で，おんさ B を一定の速さで走らせたところ，うなりが消えた。このとき，おんさ B を走らせた向きはいずれか。正しいものを，次の ①，② から選べ。

- ① 観測者 O に近づく向き
② 観測者 O から遠ざかる向き

問4 問3でうなりが消えたときの，おんさ B の速さは何 m/s か。正しいものを，次の ①～⑤ の中から1つ選べ。

- ① $\frac{n}{f}V$ ② $\frac{n}{f+n}V$ ③ $\frac{f}{f+n}V$ ④ $\frac{f}{f-n}V$ ⑤ $\frac{n}{f-n}V$

B 図はヤングの実験装置を示す。光源を出てスリット S_0 を通った光は、さらにスリット S_1, S_2 を通ってから干渉し、スクリーン上に明暗の縞(しま)模様をつくる。 S_1, S_2 の間隔は d 、スリットからスクリーンまでの距離は L で、 d は L に比べて十分に小さい。 S_1, S_2 を結ぶ線分の垂直二等分線とスクリーンの交点を O 、 S_1 と S_2 の中点を M とし、スクリーン上の1点 P へ M から引いた直線と MO (光軸) とのなす角を θ とする。



問5 S_1, S_2 から点 P までの光の経路差を表す式はどれか。

5

- ① $d \sin \theta$ ② $d \cos \theta$ ③ $\frac{d}{\sin \theta}$ ④ $\frac{d}{\cos \theta}$

問6 点 O に最も近いスクリーン上の明線の位置を、 O からの距離で表すと、その大きさを示す式はどれか。 λ は光の波長である。

6

- ① $\frac{d}{L} \lambda$ ② $\frac{L}{d} \lambda$ ③ $\frac{d}{L \lambda}$ ④ $\frac{L}{d \lambda}$

4

密封された n [mol] の理想気体に、図1のような循環過程 $a \rightarrow b \rightarrow c \rightarrow d \rightarrow a$ を行わせる。状態 a の圧力、体積、温度(絶対温度)は、それぞれ p_0 、 V_0 、 T_0 である。状態 a から温度を一定に保って膨張させ、体積が2倍になった状態を b とする。状態 b から体積を一定に保って温度を変え、圧力が p_0 になった状態を c とする。状態 c から温度を一定に保って体積を V_0 まで圧縮した状態を d とする。さらに、体積を一定に保ったままで温度を変えて最初の状態 a

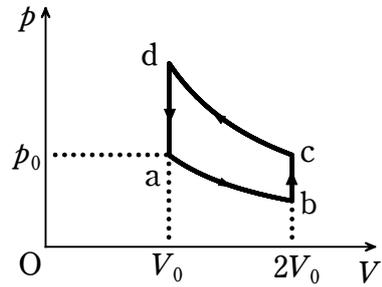


図1

にもどす。気体定数を R 、定圧モル比熱を C_p 、定積モル比熱を C_v として、次の問いの答えを、それぞれの解答群のうちから1つずつ選べ。

問1 状態 b の気体の圧力はいくらか。

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

問2 状態 c の気体の温度はいくらか。

- ① $\frac{1}{2}T_0$ ② T_0 ③ $\frac{3}{2}T_0$ ④ $2T_0$ ⑤ $\frac{5}{2}T_0$ ⑥ $3T_0$

問3 (1) $a \rightarrow b$ の過程で、気体が外界からされる仕事と外界から吸収する熱量の和はいくらか。

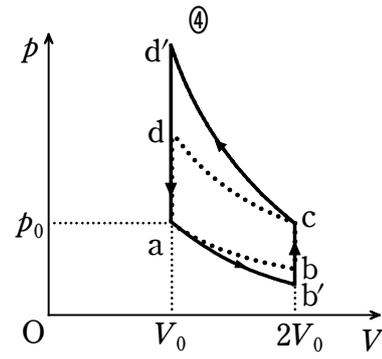
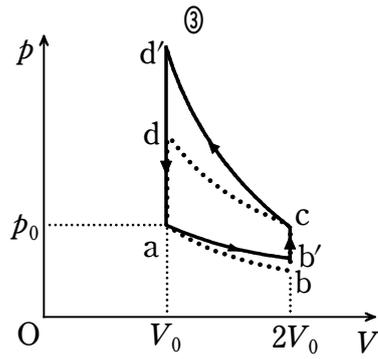
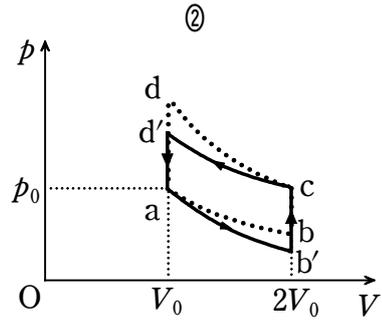
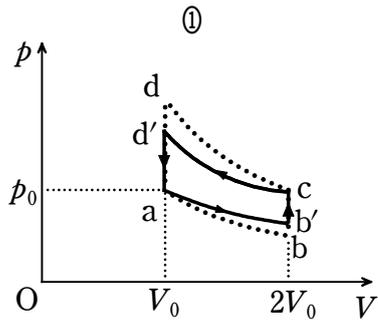
(2) 状態 d 、 a の気体の内部エネルギーをそれぞれ U_d 、 U_a とするとき、 $d \rightarrow a$ の過程での内部エネルギーの変化、 $U_a - U_d$ はいくらか。

(3) 圧力を一定に保って、状態 c から状態 a にもどる過程を考える。この $c \rightarrow a$ の過程で気体が外界からされる仕事 W と、外界から吸収する熱量 Q は、それぞれいくらか。 W 、 Q

(1)~(3) の解答群

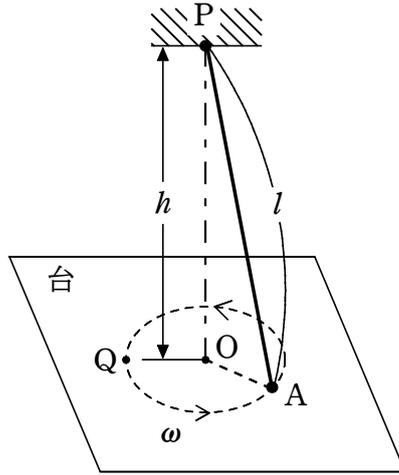
- ① nRT_0 ② $-nRT_0$ ③ nC_pT_0 ④ $-nC_pT_0$
 ⑤ nC_vT_0 ⑥ $-nC_vT_0$ ⑦ 0

問4 図1において、状態 a から断熱的に体積を $2V_0$ まで膨張させた状態を b' とする。また、状態 c から断熱的に V_0 まで圧縮した状態を d' とする。気体に循環過程 $a \rightarrow b' \rightarrow c \rightarrow d' \rightarrow a$ を行わせたときの、気体の圧力 p と体積 V の関係を表すグラフを選べ。ただし、破線は図1の $a \rightarrow b \rightarrow c \rightarrow d \rightarrow a$ を表す。



5

図のように、広い水平な台の上に質量 m の小さい物体 A がある。 A には長さ l の軽く伸び縮みしない糸がつけられている。糸の他端は台から高さ h だけ上の点 P に固定されている。 A が台の上で P の真下の位置 O を中心とする角速度 ω の等速円運動をする場合を考える。ただし、重力加速度の大きさを g とし、台と A との間の摩擦および空気の抵抗は無視できるものとする。下の問いの答えを、それぞれの解答群のうちから1つずつ選べ。



(1) A の運動エネルギーはいくらか。

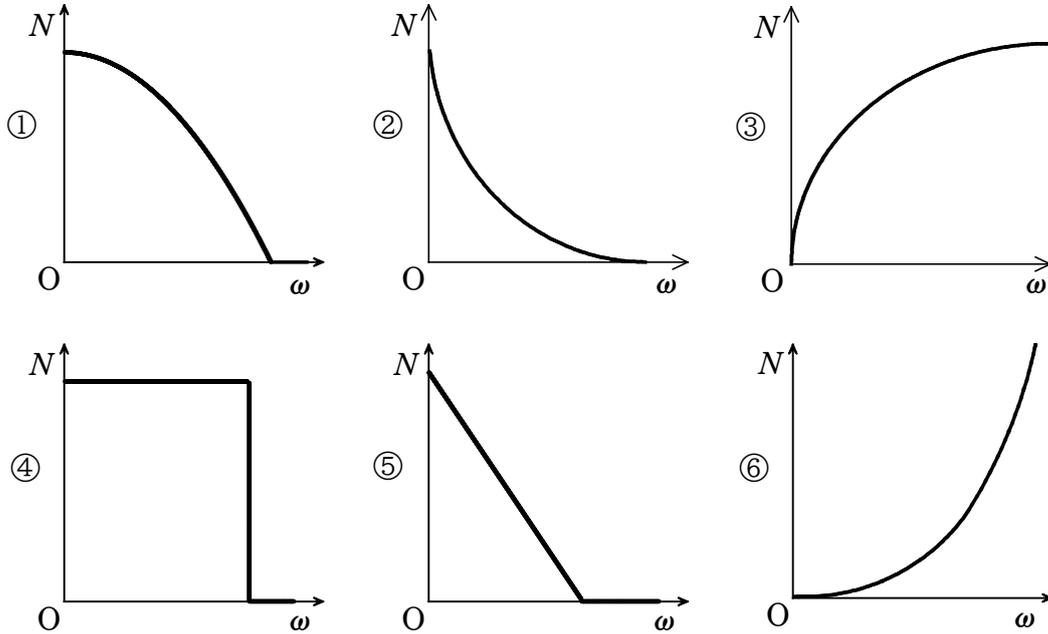
- ① $\frac{1}{2}ml^2\omega^2$ ② $\frac{1}{2}ml\omega^2$ ③ $\frac{1}{2}m(l^2-h^2)\omega$
 ④ $\frac{1}{2}m(l-h)\omega^2$ ⑤ $\frac{1}{2}m(l^2-h^2)\omega^2$ ⑥ $\frac{1}{2}m\sqrt{l^2-h^2}\omega$

(2) 糸の張力はいくらか。

- ① $m\omega$ ② $m\omega^2$ ③ $ml^2\omega^2$
 ④ $mh\omega^2$ ⑤ $mh^2\omega$ ⑥ $m\sqrt{l^2-h^2}\omega^2$

(3) A が台から受ける抗力 N と角速度 ω の関係を表す図として正しいものはどれか。

3



(4) 角速度 ω がある値より大きくなると, A は台から離れる。その値はいくらか。

4

- ① $\frac{g}{h}$ ② $\sqrt{\frac{g}{h}}$ ③ $\frac{h}{g}$ ④ $\sqrt{\frac{h}{g}}$
 ⑤ $\frac{l}{g}$ ⑥ $\sqrt{\frac{l}{g}}$ ⑦ $\frac{g}{l}$ ⑧ $\sqrt{\frac{g}{l}}$

(5) A が台から離れないで運動しているとき, A が図の点 Q にきた瞬間に糸を切ったとすれば, A はその後どのような運動をするか。 5

- ① \overrightarrow{OQ} の向きに進んでいく。
 ② Q における円の接線に沿って進んでいく。
 ③ O のまわりを回りながら, O から遠ざかっていく。
 ④ O のまわりを回りながら, O に近づいていく。