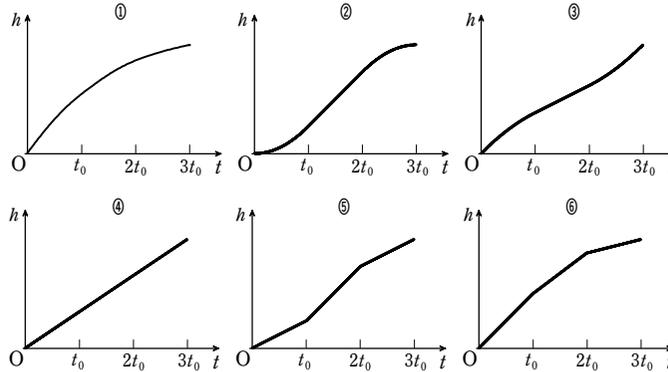
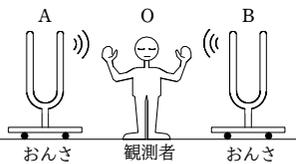


1

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  $n$  回のうなりが聞こえた。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 0 ~ 5 のの中から 1 つ選べ。

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

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 0 ~ 5 のの中から 1 つ選べ。

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

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 0, 1 から選べ。

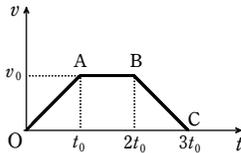
- 0 観測者 O に近づく向き  
1 観測者 O から遠ざかる向き

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 0 ~ 5 のの中から 1 つ選べ。

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

2

人をのせたエレベーターに、ロープで鉛直上向きに力を加えて上昇させた。図は、エレベーターの上昇の速さ  $v$  が時間  $t$  とともにどう変わったかを示している。



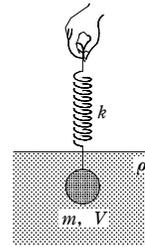
問1 OA 間の加速度の大きさはいくらか。解答群から選べ。

- 0  $\frac{v_0}{2t_0}$    1  $\frac{v_0}{t_0}$    2  $\frac{2v_0}{t_0}$    3  $\frac{t_0}{2v_0}$    4  $\frac{t_0}{v_0}$    5  $\frac{2t_0}{v_0}$

問2 エレベーターの上昇距離  $h$  と、時間  $t$  との関係を表すグラフを解答群から選べ。

3

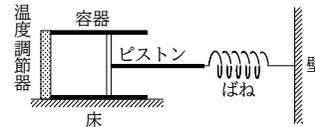
図のように、質量  $m$ 、体積  $V$  の物体をばね定数  $k$  のばねの先端に取り付け、密度  $\rho$  の液体に完全に沈めたところ、ばねが自然の長さから  $x$  だけ伸びた状態でありつづいた。液体の密度  $\rho$  を表す式として正しいものを、次の 0 ~ 5 のうちから 1 つ選べ。ただし、重力加速度の大きさを  $g$  とし、ばねの質量および体積は無視できるものとする。



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

4

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1 気体の圧力  $p$  はいくらか。

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

- 2 0  $p_0 - \frac{k}{S}(l_0 - l)$    1  $p_0 + \frac{k}{S}(l_0 - l)$

問2 容器内の気体の温度  $T$  はいくらか。

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

問3 気体の内部エネルギーの増加  $\Delta U$  はいくらか。

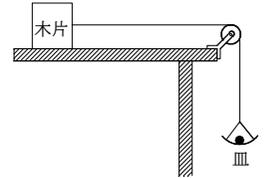
- 0  $\frac{1}{2} R(T - T_0)$    1  $R(T - T_0)$   
2  $\frac{3}{2} R(T - T_0)$    3  $\frac{5}{2} R(T - T_0)$

問4 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。

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

5

図のように、水平な台の上に質量  $M$  の木片を置き、台の端に取りつけた滑車を通して伸び縮みしないひもで皿と結び、皿の上に質量  $m$  のおもりをのせる。重力加速度の大きさを  $g$  とし、また、ひもと皿の質量は無視でき、滑車は軽くてなめらかに回転できるものとする。木片と台の間に摩擦がないとした場合の運動を考えよう。



問1 このとき、木片の加速度の大きさはいくらか。正しいものを、次の 0 ~ 5 のうちから 1 つ選べ。

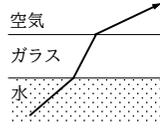
- 0  $g$    1  $\frac{m}{M+m}g$    2  $\frac{M}{M+m}g$    3  $\frac{m}{M}g$    4  $\frac{M+m}{m}g$   
5  $\frac{M+m}{M}g$

問2 また、ひもが木片を引く力の大きさはいくらか。正しいものを、次の 0 ~ 5 のうちから 1 つ選べ。

- 0  $Mg$    1  $mg$    2  $(M+m)g$    3  $\frac{m^2}{M+m}g$    4  $\frac{Mm}{M+m}g$   
5  $\frac{M^2}{M+m}g$

6

水面上に厚さ一定のガラスが置かれている。水、ガラス、空気の屈折率をそれぞれ  $\frac{4}{3}$ ,  $\frac{3}{2}$ , 1 とする。次の問の答えを解答群の中から選べ。



問3では  に当てはまるものを選べ。

[解答群] ①  $\frac{4}{3}$  ②  $\frac{3}{4}$  ③  $\frac{3}{2}$  ④  $\frac{2}{3}$  ⑤  $\frac{9}{8}$

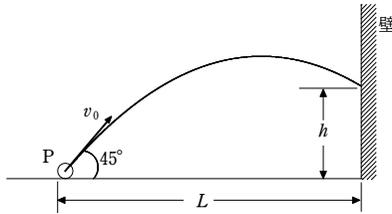
問1 水に対するガラスの屈折率はいくらか。

問2 ガラスから空気中に光が進むときの臨界角を  $\theta$  とすると、 $\sin \theta$  の値はいくらになるか。

問3 水中からガラスに入射する光が空気中へ透過できるためには、入射角を  $i$  として  $0 \leq \sin i < \text{$  になる。

7

図のように、壁から水平に距離  $L$  だけ離れた点 P から、水平から角度  $45^\circ$ 、速さ  $v_0$  の初速度でボールをけり上げると、ボールは最高点に達した後、直接壁にぶつかった。ただし、ボールの大きさと空気の抵抗を無視し、重力加速度の大きさを  $g$  とする。

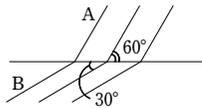


ボールが壁にぶつかった点の高さ  $h$  を表す式として正しいものを、次の ①～⑥のうちから1つ選べ。

①  $L - \frac{gL^2}{2v_0^2}$  ②  $L - \frac{gL^2}{v_0^2}$  ③  $L - \frac{2gL^2}{v_0^2}$   
 ④  $\frac{L}{2} - \frac{gL^2}{2v_0^2}$  ⑤  $\frac{L}{2} - \frac{gL^2}{v_0^2}$  ⑥  $\frac{L}{2} - \frac{2gL^2}{v_0^2}$

8

図は水深が深い所からやってきた波面 A と、水深の浅い所で屈折して進む波面 B を表している。



問1 入射角はいくらか。正しいものを1つ選べ。

①  $30^\circ$  ②  $60^\circ$  ③  $90^\circ$  ④  $120^\circ$   
 ⑤  $150^\circ$

問2 屈折角はいくらか。正しいものを1つ選べ。

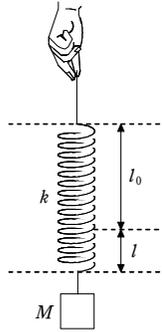
①  $30^\circ$  ②  $60^\circ$  ③  $90^\circ$  ④  $120^\circ$  ⑤  $150^\circ$

問3 A に対する B の屈折率はいくらか。最も適当なものを1つ選べ。

① 0.5 ② 0.6 ③ 0.7 ④ 1.0 ⑤ 1.7

9

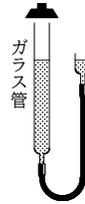
ばね定数  $k$ 、自然の長さ  $l_0$  のばねがある。図のように、質量  $M$  のおもりをばねの一端に取り付け、他端を持って引き上げた。ばねの伸びが  $l$  であるとき、おもりの加速度として正しいものを、次の ①～⑥のうちから1つ選べ。ただし、加速度の正の向きは鉛直上向きとし、重力加速度の大きさを  $g$  とする。また、ばねの質量は無視できるものとする。



①  $\frac{kl^2}{2M} - g$  ②  $\frac{kl^2}{2M}$  ③  $\frac{kl^2}{2M} + g$   
 ④  $\frac{kl}{M} - g$  ⑤  $\frac{kl}{M}$  ⑥  $\frac{kl}{M} + g$

10

ガラス管の管口の真上に取りつけたスピーカーから一定の振動数の音を出しておき、ガラス管に満たした水の面をゆっくり下げているところ、気柱の長さが  $l_1 = 18.9 \text{ cm}$  のときに初めて音が大きく聞こえた。さらに水面を下げていくと、音はいったん小さくなり、 $l_2 = 59.1 \text{ cm}$  のときに再び音が大きく聞こえた。それぞれの解答群から正しいものを選べ。



問1 管内の定常波の波長はいくらか。

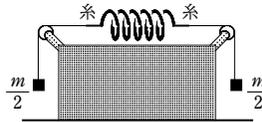
① 18.9 cm ② 37.8 cm ③ 59.1 cm ④ 75.6 cm  
 ⑤ 80.4 cm

問2 気柱の長さが  $l_2 = 59.1 \text{ cm}$  のとき、空気の振動の振幅が特に大きい位置は、管口から何 cm 下の位置か。

① 0 cm ② 18.9 cm ③ 39.0 cm ④ 39.4 cm ⑤ 59.1 cm

11

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 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。

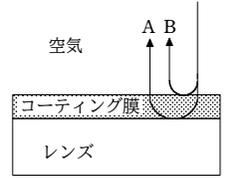
② ばねの片側を固定した場合と同じだから、 $\frac{l}{2}$  だけ伸びる。

③ 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。

④ おもりの質量の合計は  $m$  だから、 $l$  だけ伸びる。

12

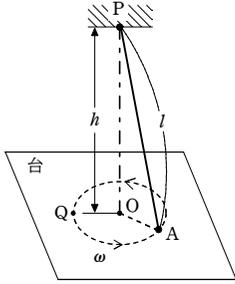
カメラやめがねのレンズには、反射を防止するための薄い膜がコーティングされている。外からやってきた光は膜の表面で反射する光 B と、膜とレンズとの境界面で反射する光 A とが干渉しあって弱めあうようになっている。コーティングされた膜の屈折率を  $n$ 、外からやってくる光の波長を  $\lambda$  とすると、反射を防止する膜の厚さはいくらにすればよいか。この厚さの最小値を求めよ。ただし、屈折率の大きさは 空気 < コーティング膜 < レンズ の順である。正しいものを解答群から1つ選べ。



①  $\frac{\lambda}{4n}$  ②  $\frac{\lambda}{2n}$  ③  $\frac{\lambda}{n}$  ④  $\frac{2\lambda}{n}$  ⑤  $\frac{4\lambda}{n}$

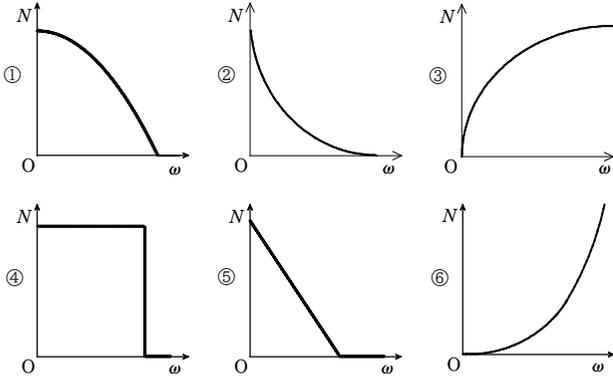
13 [1993 センター物理 (1992~1996)]

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  $l$  の軽く伸縮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  $\omega$  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
- ①  $\frac{1}{2}ml^2\omega^2$     ②  $\frac{1}{2}ml\omega^2$     ③  $\frac{1}{2}m(l^2-h^2)\omega^2$   
 ④  $\frac{1}{2}m(l-h)\omega^2$     ⑤  $\frac{1}{2}m(l^2-h^2)\omega^2$     ⑥  $\frac{1}{2}m\sqrt{l^2-h^2}\omega^2$
- (2) 糸の張力はいくらか。 2
- ①  $ml\omega$     ②  $ml\omega^2$     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  $\omega$  の関係を表す図として正しいものはどれか。

3



- (4) 角速度  $\omega$  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  $\sqrt{\frac{h}{g}}$

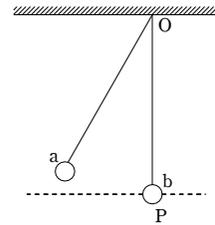
- ⑤  $\frac{l}{g}$     ⑥  $\sqrt{\frac{l}{g}}$     ⑦  $\frac{g}{l}$     ⑧  $\sqrt{\frac{g}{l}}$

- (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  $\vec{OQ}$  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。

14

質量  $m_a$  の小球 a と質量  $m_b$  の小球 b が、それぞれ軽い糸で支点 O からつり下げられている。図のように、小球 a を糸がたるまないようにして、ある高さまで引き上げて静かにはなし、O の直下の点 P に静止している小球 b に衝突させる。2 つの小球の衝突は弾性衝突であるとす。

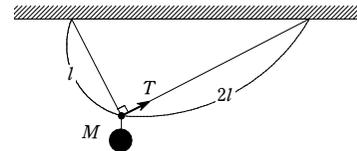


小球 a が小球 b に衝突する直前の速さを  $v$  とすると、衝突直後の小球 a, b の速度  $v_a, v_b$  はそれぞれいくらか。次の ①~⑥ のうちから正しいものを1つずつ選べ。ただし、衝突直前の小球 a の速度の向きを正とする。

- ① 0    ②  $\frac{m_a v}{m_a + m_b}$     ③  $\frac{m_b v}{m_a + m_b}$   
 ④  $\frac{2m_a v}{m_a + m_b}$     ⑤  $\frac{2m_b v}{m_a + m_b}$     ⑥  $\frac{(m_a - m_b)v}{m_a + m_b}$

15

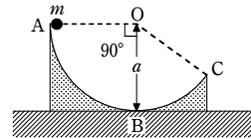
図のように、長さ  $l$  と  $2l$  の2本の糸で質量  $M$  のおもりを水平な天井からつらした。このとき、2本の糸のなす角度は  $90^\circ$  であった。長さ  $2l$  の糸の張力の大きさ  $T$  を表す式として正しいものを、次の ①~⑥ のうちから1つ選べ。ただし、重力加速度の大きさを  $g$  とする。



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

16

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  $g$

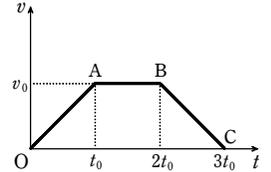


とし、空気の抵抗は無視する。

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

17

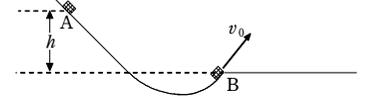
人を乗せたエレベーターにロープで鉛直上向きの力  $F$  を加えて上昇させた。図は、エレベーターの上昇の速さ  $v$  が時間  $t$  とともにどう変わったかを示している。エレベーターと人の質量の和を  $M$ 、OA 間の加速度の大きさを  $a$ 、重力加速度の大きさを  $g$  とする。ただし、 $a$  は  $g$  より小さいものとする。O から A までの間に、ロープからはたらく力  $F$  がエレベーターにした仕事はいくらか。次の ①~⑥ のうちから正しいものを1つ選べ。



- ①  $\frac{1}{2}M(g-a)v_0t_0$     ②  $M(g-a)v_0t_0$     ③  $\frac{1}{2}Mgv_0t_0$     ④  $Mgv_0t_0$   
 ⑤  $\frac{1}{2}M(g+a)v_0t_0$     ⑥  $M(g+a)v_0t_0$

18

なめらかな斜面 AB とそれにつづく水平面があり、斜面上の点 A に質量  $m$  の小物体を置く。点 A から静かにすべり出した小物体は点 B から空中に飛び出した。点 A の水平面からの高さは  $h$ 、点 B で飛び出すときの速さは  $v_0$  とする。また、重力加速度の大きさを  $g$  とし、空気の抵抗は無視できるものとする。



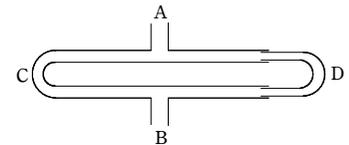
点 B での小物体の速さ  $v_0$  はいくらか。次の ①~④ のうちから正しいものを1つ選べ。

- ①  $\sqrt{mgh}$     ②  $\sqrt{2gh}$     ③  $\frac{1}{\sqrt{2gh}}$     ④  $\frac{1}{\sqrt{mgh}}$

19

図のような装置をクインケ管という。

A から出た音は、C または D を通り B で干渉する。D を引き出しながら A からある振動数の音を送り込むと、B で聞こえる音が最も小さくなってから 8.5 cm 引き出すと再び音が最も小さくなった。



音の速さを 340 m/s とすると、送り込んだ音の振動数はいくらか。正しいものを、次の ①~⑥ のうちから1つ選べ。

- ① 20 Hz    ② 40 Hz    ③  $2.0 \times 10^3$  Hz    ④  $2.9 \times 10^3$  Hz    ⑤  $4.0 \times 10^3$  Hz

20

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く万有引力の大きさは、地上にあったときの何倍か。

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

問2 人工衛星の速さ  $v$  はいくらか。

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

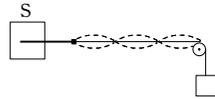
問3 人工衛星の軌道半径が月の公転の軌道半径の  $\frac{1}{4}$  であるとき、人工衛星の公転周期

は何日か。ただし、月の公転周期を27日とする。

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

21

図のように、発振器 S の振動片から弦を水平になめらかな滑車を経ておもりにより張る。振動片は弦に垂直に振動する。水平部分の弦の長さが  $l$  のときに、弦は共振して3つの腹をもつ定常波が生じた。この場合、弦を伝わる進行波の波長は  $\square(1) \times l$  であり、定常波の振動数は  $\square(2)$  である。



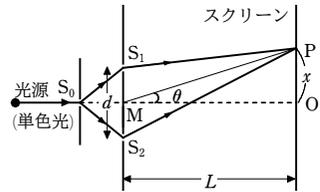
(1), (2) に当てはまるものを、次の解答群から1つ選べ。

ただし、弦を伝わる波の速さを  $v$  とする。

- [解答群] (1) ①  $\frac{1}{3}$     ②  $\frac{1}{2}$     ③  $\frac{2}{3}$     ④ 1    ⑤  $\frac{3}{2}$   
 (2) ①  $\frac{2v}{3l}$     ②  $\frac{2}{3lv}$     ③  $\frac{3v}{2l}$     ④  $\frac{3}{2lv}$

22

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  $\theta$  とする。



問1  $S_1, S_2$  から点 P までの光の経路差を表す式はどれか。

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

問2 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。 $\lambda$  は光の波長である。

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

23

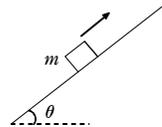
次の文章中の  $\square(1) \cdot \square(2)$  に入れる数値として正しいものを、①~⑥のうちから1つずつ選べ。

水平な地面からの高さが  $h$  の位置から小球を静かに落としたところ、地面で鉛直上方にはねかえった。小球は、衝突の際にエネルギーの一部を失ったためもとの位置までもどらず、はねかえった後に達した最高点の高さは  $\frac{h}{2}$  であった。衝突直後の小球の運動エネルギーは、衝突直前の運動エネルギーの  $\square(1)$  倍であり、衝突直後の小球の速さは、衝突直前の速さの  $\square(2)$  倍である。

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

24

傾き  $\theta$  の斜面上を質量  $m$  の小物体が上がっている。小物体に生じている加速度の大きさはいくらか。次の①~⑥のうちから正しいものを1つ選べ。ただし、小物体と斜面との間の動摩擦係数を  $\mu'$ 、重力加速度の大きさを  $g$  とする。



- ①  $g \sin \theta$     ②  $g \cos \theta$     ③  $g(\cos \theta - \mu' \sin \theta)$   
 ④  $g(\sin \theta - \mu' \cos \theta)$     ⑤  $g(\cos \theta + \mu' \sin \theta)$   
 ⑥  $g(\sin \theta + \mu' \cos \theta)$

25

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 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。

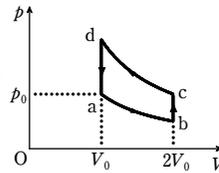


図1

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。

(1)~(3) の解答群

- ①  $nRT_0$     ②  $-nRT_0$     ③  $nC_p T_0$     ④  $-nC_p T_0$   
 ⑤  $nC_v T_0$     ⑥  $-nC_v T_0$     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。

