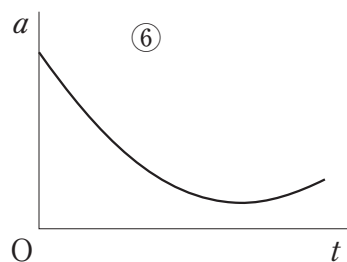
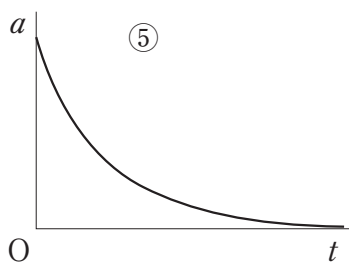
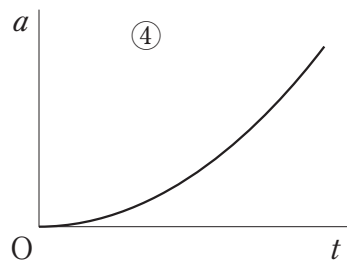
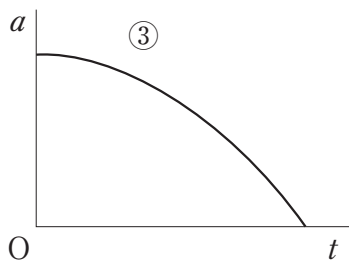
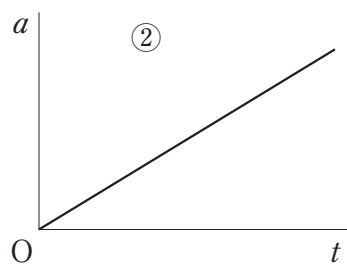
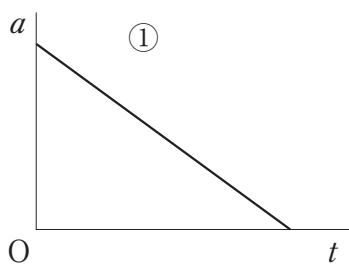


物 理

【問題 1】 次の問 1 から問 6 について、それぞれ指定されたように答えなさい。

(解答番号 -)

問 1 雨滴は空気中を落下するとき、速さがあまり大きくならない範囲では、速さに比例する抵抗力を受ける。雨滴が落下し始めてから、その加速度 a は時間 t とともにどのように変化するか。次のグラフのうち、最も適当なものを一つ選び、番号で答えなさい。



問2 2個の同じ角材（角材1と角材2），および質量が無視できて変形しない薄い板を，図1のように貼りあわせて水平な床に置いた．図2の（ア）～（エ）のように薄い板の長さが異なるとき，倒れることなく床の上に立つものをすべて選ぶとどうなるか．最も適当なものを，下のうちから一つ選び，番号で答えなさい．ただし，図2は図1を矢印の向きから見たものであり， G_1 と G_2 はそれぞれ角材1と角材2の重心， C は G_1 と G_2 の midpointである．

2

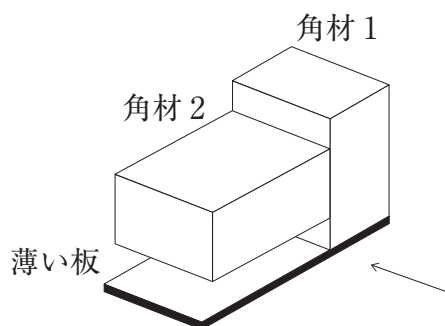


図1

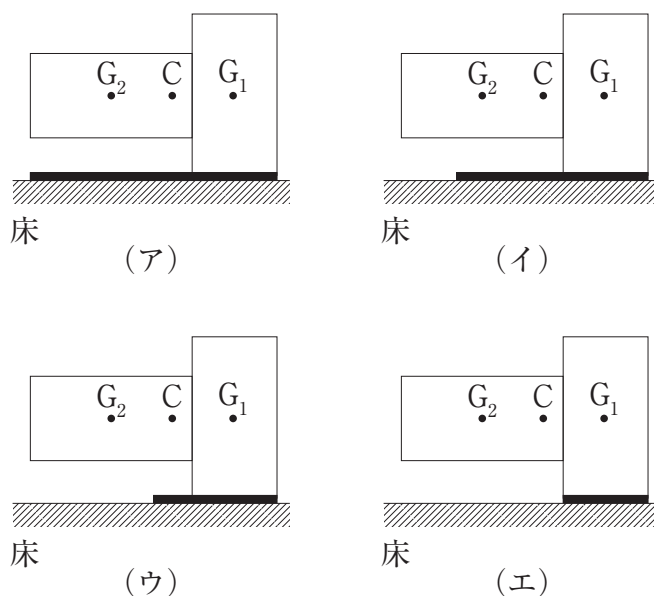
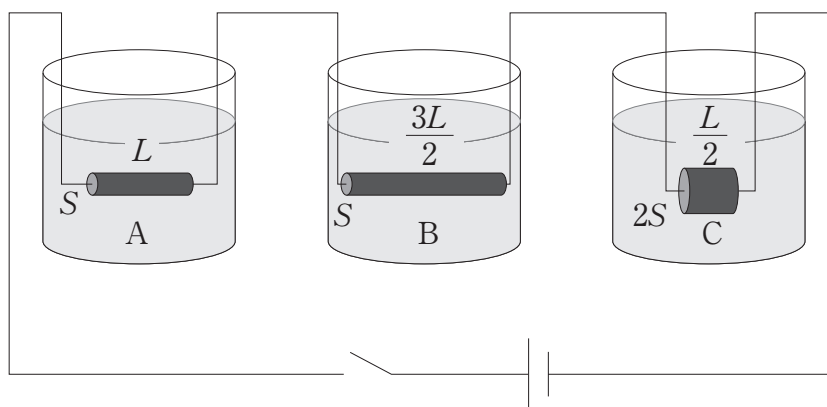


図2

- ① (ア) ② (ア), (イ) ③ (ウ), (エ)
 ④ (ア), (イ), (ウ) ⑤ (イ), (ウ), (エ) ⑥ (ア), (イ), (ウ), (エ)

問3 一様な同一物質で作られた抵抗線 A, B, C がある. それぞれの断面積は $S, S, 2S$ であり, 長さは $L, \frac{3L}{2}, \frac{L}{2}$ である. 図のように, 同じ温度の水が同じ量だけ入った断熱容器にこれらの3つの抵抗線を入れて, それらとスイッチ, 直流電源を直列に接続した. 次に, 水をかき混ぜながらしばらく電流を流したのち, スwitchを切って各断熱容器の水温を測定した. このとき, 抵抗線 A, B, C の入っている各断熱容器の水温 T_A, T_B, T_C の大小関係として最も適当なものを, 下のうちから一つ選び, 番号で答えなさい. ただし, 抵抗線で発生した熱はすべて水の温度上昇に使われたものとする.

3

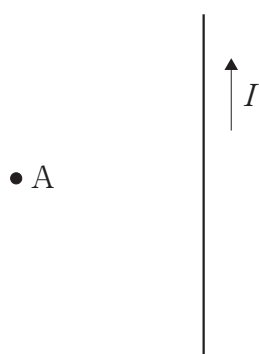


図

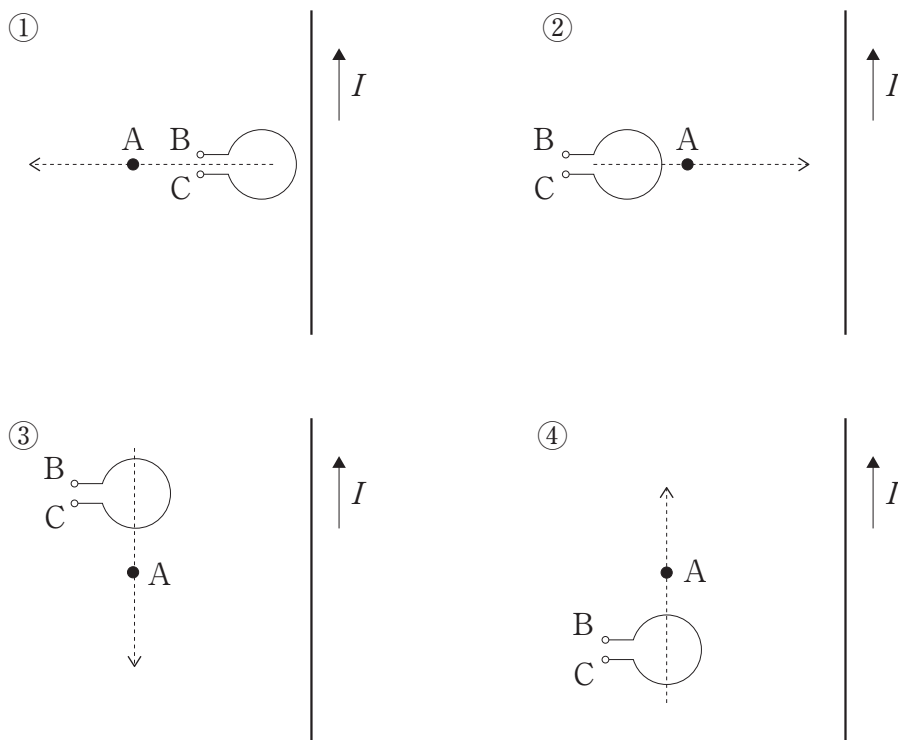
- | | |
|---------------------|---------------------|
| ① $T_A > T_B > T_C$ | ② $T_A > T_C > T_B$ |
| ③ $T_B > T_A > T_C$ | ④ $T_B > T_C > T_A$ |
| ⑤ $T_C > T_A > T_B$ | ⑥ $T_C > T_B > T_A$ |

問4 図のように，まっすぐな導線に一定の電流 $I(>0)$ を上向きに流す．導線の近くの点を A とし，点 A と導線を含む面内で，小さな円形コイルを下の①～④のように破線矢印の向きに動かす．ただし，コイル面は点 A と導線を含む面内に保ったままとする．コイル面の中心が点 A を通過するとき生じる誘導起電力が最も大きいのはどの場合か．①～④のうちから一つ選び，番号で答えなさい．ただし，コイルを動かす速さはすべての場合で同じとし， B から C の向きに電流が流れる誘導起電力を正とする．

4



図



問5 空気中を伝わる音に関する記述として最も適当なものを，次のうちから一つ選び，番号で答えなさい。

5

- ① 音を1オクターブ高くすると，波長は1.5倍になる．
- ② 音の速さは，波長に比例して増加する．
- ③ 振動数が等しく，振幅が少し異なる二つの音が重なると，うなりが生じる．
- ④ 音が障害物の背後にまわりこむ現象は，回折と呼ばれる．
- ⑤ 音源が観測者に近づく速さが大きいほど，観測者が聞く音の振動数は小さくなる．

問6 媒質の振動が振幅 A [m] で， x 軸の正の向きに伝わる正弦波を考える．図1は位置 $x=0$ [m] における媒質の変位 y [m] と時間 t [s] の関係を表すグラフである．また，図2は時間 $t=1$ [s] における媒質の変位 y [m] と位置 x [m] の関係を表すグラフである．時間 t [s]，位置 x [m] における変位 y [m] を表す式を，下のうちから一つ選び，番号で答えなさい。

6

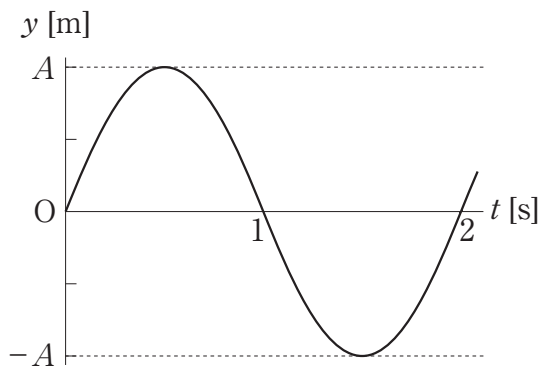


図1

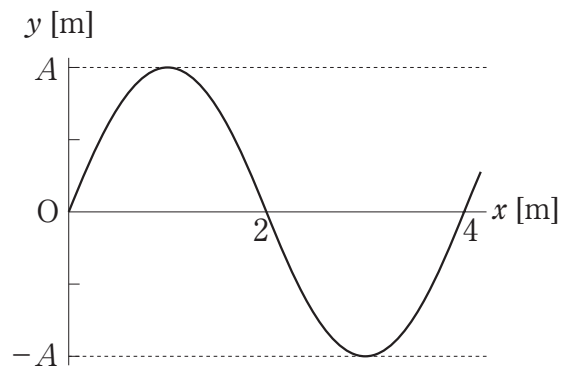


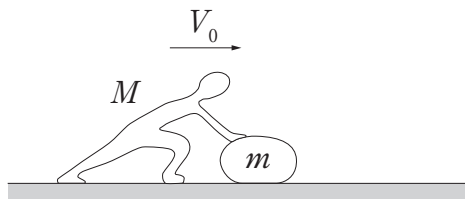
図2

- ① $y = A \sin\left\{\frac{\pi}{2}(t-x)\right\}$ ② $y = A \sin\left\{\frac{\pi}{2}(t+x)\right\}$ ③ $y = A \sin\left\{\frac{\pi}{2}\left(t-\frac{x}{2}\right)\right\}$
- ④ $y = A \sin\left\{\frac{\pi}{2}\left(t+\frac{x}{2}\right)\right\}$ ⑤ $y = A \sin\left\{\pi\left(t-\frac{x}{2}\right)\right\}$ ⑥ $y = A \sin\left\{\pi\left(t+\frac{x}{2}\right)\right\}$
- ⑦ $y = A \sin\left\{\pi\left(t-\frac{x}{4}\right)\right\}$ ⑧ $y = A \sin\left\{\pi\left(t+\frac{x}{4}\right)\right\}$ ⑨ $y = A \sin\left\{2\pi\left(t-\frac{x}{4}\right)\right\}$
- ⑩ $y = A \sin\left\{2\pi\left(t+\frac{x}{4}\right)\right\}$

【問題 2】 次の文章を読み，問 1 と問 2 に答えなさい。

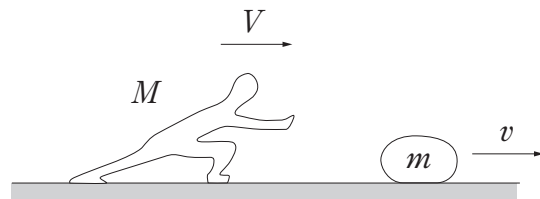
(解答番号 7 - 8)

氷の上で石を滑らせることについて考える。図 1 のように，質量 M の人が質量 m の石とともに速度 V_0 で摩擦のない水平な面の上を滑っている。人が一定の力 F を水平方向に Δt の時間の間，石に加えたところ，図 2 のように人と石がたがいに離れた。このとき，人の速度は V ，石の速度は v となった。



摩擦のない水平な面

図 1



摩擦のない水平な面

図 2

問 1 速度 V を表す式として最も適当なものを，次のうちから一つ選び，番号で答えなさい。

7

- ① $V_0 + \frac{F}{m} \Delta t$ ② $V_0 - \frac{F}{m} \Delta t$ ③ $V_0 + \frac{F}{M} \Delta t$ ④ $V_0 - \frac{F}{M} \Delta t$
- ⑤ $V_0 + \frac{MF}{m} \Delta t$ ⑥ $V_0 - \frac{MF}{m} \Delta t$ ⑦ $V_0 + \frac{mF}{M} \Delta t$ ⑧ $V_0 - \frac{mF}{M} \Delta t$

問 2 人と石がたがいに離れたとき，人がちょうど静止した。そのときの人と石の運動エネルギーの合計は，石を押す前に比べ何倍になったか。最も適当なものを，次のうちから一つ選び番号を答えなさい。

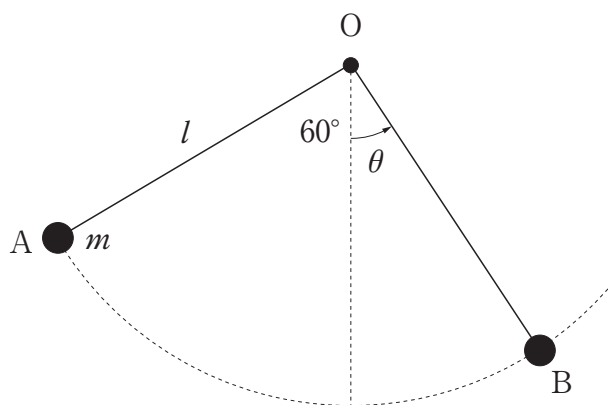
8

- ① 1 ② $\frac{M}{m}$ ③ $\frac{m}{M}$ ④ $\frac{M}{M+m}$
- ⑤ $\frac{m}{M+m}$ ⑥ $\frac{M+m}{M}$ ⑦ $\frac{M+m}{m}$

【問題 3】 次の文章を読み、問 1 と問 2 に答えなさい。

(解答番号 9 - 10)

長さ l の軽くて伸びない糸に質量 m の小球をつけた振り子がある。図のように、糸が鉛直方向と 60° をなす点 A から小球を静かにはなすと、鉛直線に対する最大振れ角 60° で運動をくり返した。ただし、重力加速度の大きさを g とし、小球と糸に対する空気の抵抗は無視できるとする。



図

問 1 小球が図の点 A にあるときの小球の力学的エネルギーと、点 B（振れ角 θ ）を通過しているときの小球の力学的エネルギーの組合せとして正しいものを、次のうちから一つ選び、番号で答えなさい。ただし、点 B を通過するときの小球の速さを v_B とし、小球が通過する最下点を含む水平面を重力による位置エネルギーの基準面とする。

9

	点A	点B
①	$\frac{2-\sqrt{3}}{2}mgl$	$mgl(1-\sin\theta) + \frac{1}{2}mv_B^2$
②	$\frac{2-\sqrt{3}}{2}mgl$	$mgl(1-\cos\theta) + \frac{1}{2}mv_B^2$
③	$\frac{2-\sqrt{3}}{2}mgl$	$mgl(1-\sin\theta) + \frac{1}{2}ml^2v_B^2$
④	$\frac{2-\sqrt{3}}{2}mgl$	$mgl(1-\cos\theta) + \frac{1}{2}ml^2v_B^2$
⑤	$\frac{1}{2}mgl$	$mgl(1-\sin\theta) + \frac{1}{2}mv_B^2$
⑥	$\frac{1}{2}mgl$	$mgl(1-\cos\theta) + \frac{1}{2}mv_B^2$
⑦	$\frac{1}{2}mgl$	$mgl(1-\sin\theta) + \frac{1}{2}ml^2v_B^2$
⑧	$\frac{1}{2}mgl$	$mgl(1-\cos\theta) + \frac{1}{2}ml^2v_B^2$

問2 点Bを通過するときの小球の速さ v_B として正しいものを、次のうちから一つ選び、番号で答えなさい。

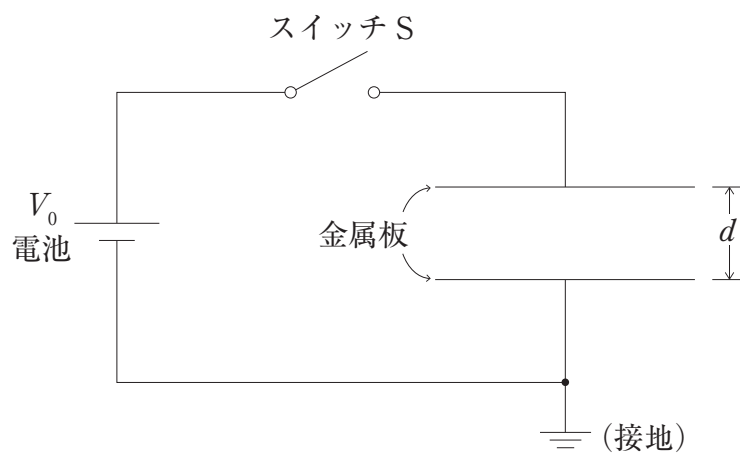
10

- ① $\sqrt{2\frac{g}{l}\left(\sin\theta - \frac{1}{2}\right)}$ ② $\sqrt{2\frac{g}{l}\left(\cos\theta - \frac{1}{2}\right)}$ ③ $\sqrt{2gl\left(\sin\theta - \frac{1}{2}\right)}$
- ④ $\sqrt{2gl\left(\cos\theta - \frac{1}{2}\right)}$ ⑤ $\sqrt{2\frac{g}{l}\left(\sin\theta - \frac{\sqrt{3}}{2}\right)}$ ⑥ $\sqrt{2\frac{g}{l}\left(\cos\theta - \frac{\sqrt{3}}{2}\right)}$
- ⑦ $\sqrt{2gl\left(\sin\theta - \frac{\sqrt{3}}{2}\right)}$ ⑧ $\sqrt{2gl\left(\cos\theta - \frac{\sqrt{3}}{2}\right)}$

【問題 4】 次の文章を読み，問 1 から問 3 に答えなさい。

(解答番号 11 - 13)

面積の等しい 2 枚の金属板を距離 d だけ離して平行板コンデンサーをつくった。ただし，距離 d は十分小さく，金属板の端付近における電場の乱れは無視できるものとし，空気の比誘電率を 1 とする。このコンデンサーに起電力 V_0 の電池とスイッチ S を図のようにつないだ。スイッチ S を閉じて十分に時間が経ったとき，コンデンサーに蓄えられた電荷を Q_0 ，静電エネルギーを W_0 とする。



図

問 1 スイッチ S を閉じたまま，コンデンサーの極板間の距離を $3d$ にひろげた。十分に時間が経った後，コンデンサーに蓄えられた電荷は Q_0 の何倍になったか。最も適当なものを，次のうちから一つ選び，番号で答えなさい。

11

- ① $\frac{1}{6}$ ② $\frac{1}{4}$ ③ $\frac{1}{3}$ ④ $\frac{1}{2}$ ⑤ 1
⑥ 2 ⑦ 3 ⑧ 4 ⑨ 6

問2 スイッチSを閉じたまま極板間の距離を d に戻し、十分に時間が経った後、スイッチSを開いた。その後、極板間の距離を $2d$ にひろげたとき、コンデンサーに蓄えられた静電エネルギーは W_0 の何倍になったか。最も適当なものを、次のうちから一つ選び、番号で答えなさい。

12

- ① $\frac{1}{6}$ ② $\frac{1}{4}$ ③ $\frac{1}{3}$ ④ $\frac{1}{2}$ ⑤ 1
⑥ 2 ⑦ 3 ⑧ 4 ⑨ 6

問3 再び極板間の距離を d に戻し、スイッチSを閉じて十分に時間が経った後、スイッチSを開いた。その後、極板間に比誘電率2の誘電体をすき間なく入れると、極板間の電位差は V_0 の何倍になったか。最も適当なものを、次のうちから一つ選び、番号で答えなさい。

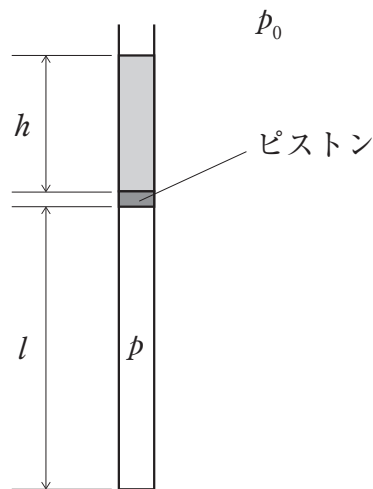
13

- ① $\frac{1}{6}$ ② $\frac{1}{4}$ ③ $\frac{1}{3}$ ④ $\frac{1}{2}$ ⑤ 1
⑥ 2 ⑦ 3 ⑧ 4 ⑨ 6

【問題5】 次の文章を読み、問1から問3に答えなさい。

(解答番号 14 - 16)

図のように、上端が開き下端が閉じた断面積 S のガラス管を鉛直に立て、なめらかに動く軽いピストンで物質量 n の単原子分子の理想気体を閉じ込め、その上に密度 ρ の液体を注入した。ピストンが静止したとき、液体部分の長さは h 、理想気体の部分の長さは l であった。大気圧を p_0 、気体定数を R 、重力加速度の大きさを g とする。ただし、表面張力の影響は無視できるものとする。



図

問1 ガラス管内部の気体の圧力 p を表す式として最も適当なものを、次のうちから一つ選び、番号で答えなさい。

14

- | | | | |
|-------------|-------------------|-----------------------|-----------------------------|
| ① p_0 | ② $p_0 + \rho gh$ | ③ $p_0 + \rho ghS$ | ④ $p_0 + \frac{\rho gh}{S}$ |
| ⑤ ρgh | ⑥ ρghS | ⑦ $\frac{\rho gh}{S}$ | |

問2 ガラス管内部の気体の温度 T を表す式として最も適当なものを，次のうちから一つ選び，番号で答えなさい。

15

- ① npR ② $npRlS$ ③ $\frac{plS}{nR}$
- ④ $\frac{p}{nR}$ ⑤ $\frac{npR}{lS}$ ⑥ $\frac{p}{nRlS}$
- ⑦ $\frac{nR}{p}$ ⑧ $\frac{nRlS}{p}$ ⑨ $\frac{nR}{plS}$

問3 ガラス管内部の気体の温度が下がり，ピストンの位置が a だけ下がった．気体の内部エネルギーの減少分を表す式として最も適当なものを，次のうちから一つ選び，番号で答えなさい。

16

- ① plS ② paS ③ $\frac{l^2}{a}pS$
- ④ $\frac{3}{2}plS$ ⑤ $\frac{3}{2}paS$ ⑥ $\frac{3l^2}{2a}pS$
- ⑦ $\frac{5}{2}plS$ ⑧ $\frac{5}{2}paS$ ⑨ $\frac{5l^2}{2a}pS$

【問題 6】 次の文章を読み、問 1 と問 2 に答えなさい。

(解答番号 17 - 18)

図 1 のように、空気中で平面ガラス板 A の一端を平面ガラス板 B の上に置き、O で接触させた。O から距離 L の位置に厚さ t の薄いフィルムをはさんで、ガラス板の間にくさび形のすきまを作り、ガラス板の真上から波長 λ の単色光を入射させた。ただし、空気に対するガラスの屈折率は 1.5 である。屈折率の小さい媒質を進んできた光が、屈折率の大きい媒質との境界面で反射するときは、位相が反転 (π だけ変化) する。

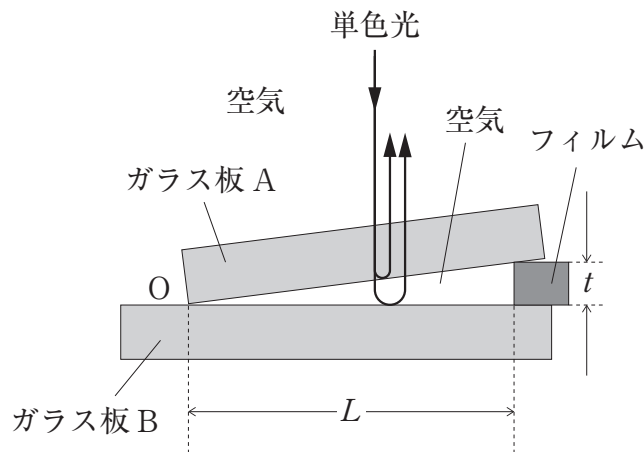


図 1

問 1 ガラス板の真上から観察したとき、ガラス板 A の下面で反射する光と、ガラス板 B の上面で反射する光とが干渉し、明線と暗線が並ぶ縞模様が見えた。隣り合う明線の間隔 d として正しいものを、次のうちから一つ選び、番号で答えなさい。

17

- | | | | |
|-------------------------|-------------------------|-------------------------|------------------------|
| ① $\frac{L\lambda}{4t}$ | ② $\frac{L\lambda}{3t}$ | ③ $\frac{L\lambda}{2t}$ | ④ $\frac{L\lambda}{t}$ |
| ⑤ $\frac{Lt}{4\lambda}$ | ⑥ $\frac{Lt}{3\lambda}$ | ⑦ $\frac{Lt}{2\lambda}$ | ⑧ $\frac{Lt}{\lambda}$ |

問2 次の文章中の空欄〔ア〕,〔イ〕に入れる語と式の組合せとして最も適当なものを,下のうちから一つ選び,番号で答えなさい。

18

ガラス板の真下から透過光を観測した。図2のように,反射せずに透過する光と,2回反射したのち透過する光とが干渉し,真上から見たとき明線のあった位置には〔ア〕が見えた。このとき隣り合う明線の間隔は d であった。

次に,空気に対する屈折率 $n(1<n<1.5)$ の液体でガラス板の間のすきまを満たしたところ,真下から見た隣り合う明線の間隔は〔イ〕になった。

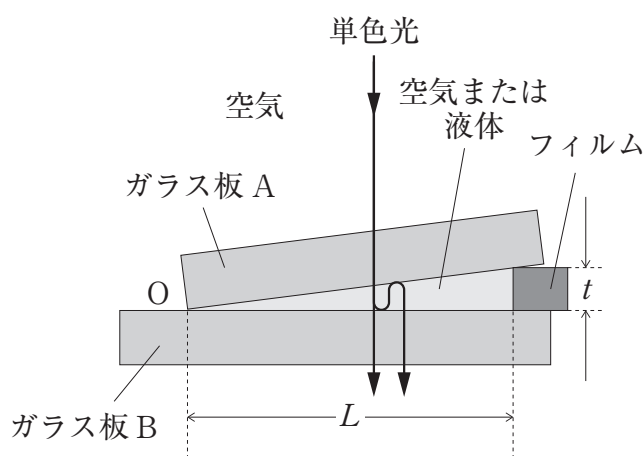


図2

	〔ア〕	〔イ〕
①	暗線	d
②	暗線	nd
③	暗線	$\frac{d}{n}$
④	暗線	$\frac{d}{2n}$
⑤	明線	d
⑥	明線	nd
⑦	明線	$\frac{d}{n}$
⑧	明線	$\frac{d}{2n}$

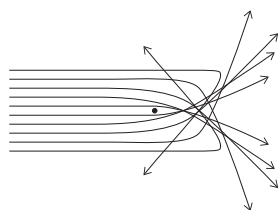
【問題 7】 原子の構造の解明に関して，問 1 と問 2 に答えなさい。

(解答番号 19 - 20)

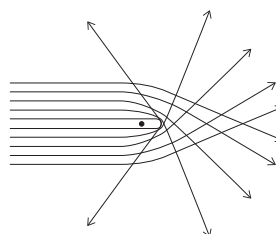
問 1 金箔に照射した α 粒子（電気量 $+2e$ ， e は電気素量）の散乱実験の結果から，ラザフォードは，質量と正電荷が狭い部分に集中した原子核の存在を突き止めた．金の原子核による α 粒子の散乱の様子を示した図として最も適当なものを，次のうちから一つ選び，番号で答えなさい．ただし，図中の黒丸は原子核の位置を，実線は原子核の周辺での α 粒子の飛跡を模式的に示している．

19

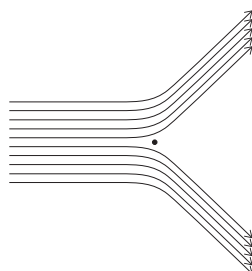
①



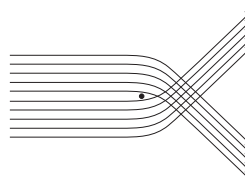
②



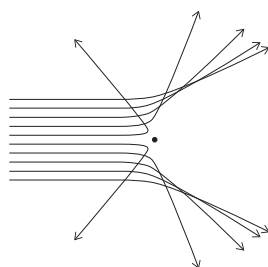
③



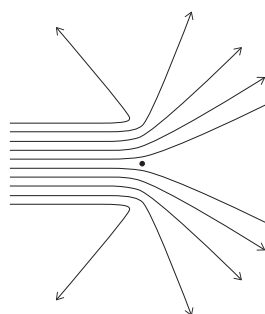
④



⑤



⑥



問2 次の文章中の空欄〔ア〕,〔イ〕に入れる語の組合せとして最も適切なものを, 下のうちから一つ選び, 番号で答えなさい.

20

電子が原子核のまわりを円運動していると考えられるラザフォードの原子模型は, 電子が電磁波を放射して徐々に〔ア〕を失い, 電子の軌道半径が時間とともに小さくなってしまうという問題があった. ボーアはこの問題を解決するために「原子中の電子は, ある条件を満足する円軌道上のみで運動している」という仮説を導入した. このとき, 電子はある決まったエネルギーをもち電磁波を放射しない. この状態を定常状態という.

さらに, 「電子がある定常状態から別のエネルギーをもつ定常状態に移るとき, その差のエネルギーをもつ1個の〔イ〕が放出または吸収される」という仮説も導入し, 水素原子のスペクトルの説明に成功した.

	〔ア〕	〔イ〕
①	電荷	光電子
②	電荷	光子
③	質量	光電子
④	質量	光子
⑤	エネルギー	光電子
⑥	エネルギー	光子