2026年度

Aa 物　理　問　題

注　意

1．試験開始の指示があるまでこの問題冊子を開いてはいけません。
2．解答用紙はすべて**黒鉛筆または黒芯のシャープペンシル**で記入することになっています。黒鉛筆・消しゴムを忘れた人は監督に申し出てください。
（万年筆・ボールペン・サインペンなどを使用してはいけません。）
3．この問題冊子は**16ページ**までとなっています。試験開始後，ただちにページ数を確認してください。なお，問題番号はⅠ～Ⅵとなっています。
4．解答用紙にはすでに受験番号が記入されていますので，出席票の受験番号が，あなたの受験票の番号であるかどうかを確認し，出席票の氏名欄に**氏名**のみを記入してください。なお，出席票は切り離さないでください。
5．解答は解答用紙の指定された解答欄に記入し，その他の部分には何も書いてはいけません。
6．解答用紙を折り曲げたり，破ったり，傷つけたりしないように注意してください。
7．計算には，この問題冊子の余白部分を使ってください。
8．この問題冊子は持ち帰ってください。

マーク・センス法についての注意

マーク･センス法とは,鉛筆でマークした部分を機械が直接よみとって採点する方法です。

1．マークは，下記の記入例のように黒鉛筆で枠の中をぬり残さず濃くぬりつぶしてください。
2．１つのマーク欄には１つしかマークしてはいけません。
3．訂正する場合は消しゴムでよく消し，消しくずはきれいに取り除いてください。

マーク記入例：

A	1 2 3 4 5 ○ ○ ● ○ ○

（3と解答する場合）

Ⅰ. 次の文を読み，下記の設問１～５に答えよ。解答は解答用紙の所定欄にしるせ。

針金でできた半径 R のリング（質量 M ）にビーズ（質量 m ）が通してあり，ビーズはリングに沿ってなめらかに動くことができる。このときのビーズの運動を考える。重力加速度の大きさを g とする。

A．図１のようにリングを鉛直面内に立て，固定する。リングの最高点Ａから速さ v_0 でビーズを発射する。このビーズがリングの最下点Ｂに到達したときの速さを v_1 とすると，

$$v_1 = \boxed{\text{あ}}$$

である。

1．文中の空所 $\boxed{\text{あ}}$ にあてはまる数式をしるせ。

B．図２のようにリングを鉛直軸周りに角速度 ω （> 0）で回転させたところ，リングの中心をＯとして，OB とのなす角が ϕ （> 0）となる位置にビーズがリングに対して静止した。このとき，リングの接線方向の力のつり合いの式は

$$mg \sin\phi = \boxed{\text{い}}$$

となる。

2．文中の空所 $\boxed{\text{い}}$ にあてはまる数式をしるせ。

3．このように $\phi > 0$ の位置にビーズが静止するためには，ω がある条件を満たす必要がある。その条件を不等式で表せ。

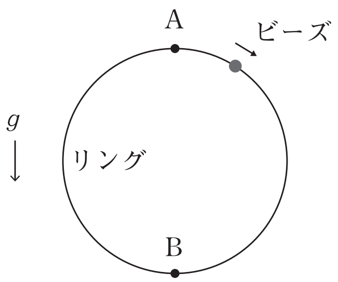


図１

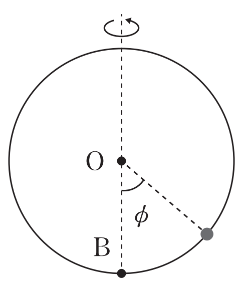


図２

C．図 3 のように，リングを天井から軽い糸で吊るす。リングは鉛直面内に留まり，回転することはないものとする。リングの最高点 A から，2 個のビーズを同時に反対方向に静かに放出した。それぞれのビーズが OA とのなす角 θ の位置にあるときの速さを v とする。v を m，R，θ を用いて表すと，$v =$ [う] となる。それぞれのビーズがリングから受ける垂直抗力 N を v を用いずに表すと，$N =$ [え] となる。ただし，中心 O から離れる向きを正とする。$\theta = \theta_0$ のときにリングが鉛直方向に浮き上がったとすると，$\cos\theta_0 =$ [お] である。

4．文中の空所 [う] ～ [お] にあてはまる数式をしるせ。

5．このようにリングが浮き上がるためには，リングの質量とビーズの質量の比 M/m がある条件を満たす必要がある。その条件を不等式で表せ。

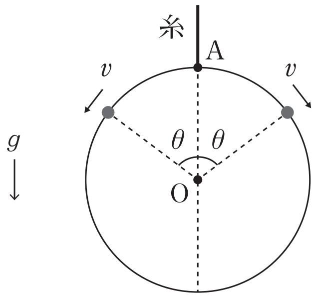


図 3

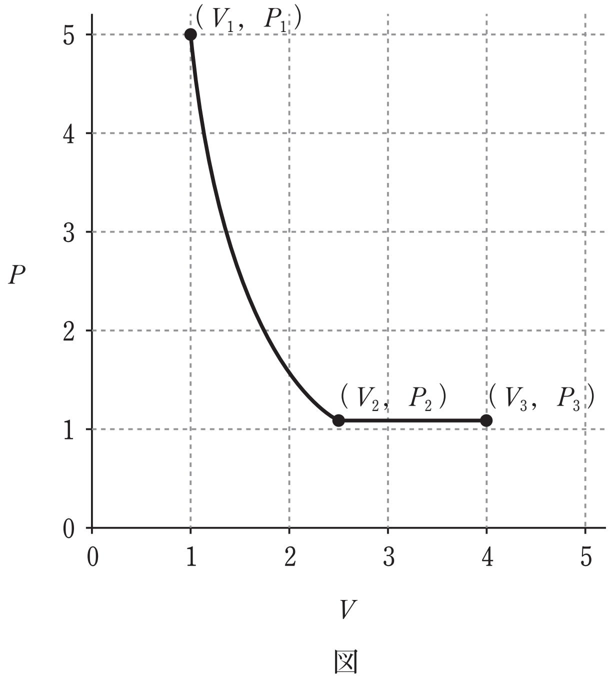
Ⅱ. 次の文を読み，下記の設問１～５に答えよ。解答は解答用紙の所定欄にしるせ。

１モルの理想気体がピストンで閉じられたシリンダー内に封入されている。この気体に対して，以下の２段階の操作をゆっくり行う。

(i) 圧力 P_1，体積 V_1，温度 T_1 の初期状態（P_1，V_1，T_1）から，ピストンを引きだし，気体を断熱的に膨張させる。この結果，圧力 P_2，体積 V_2，温度 T_2 の中間状態（P_2，V_2，T_2）に至る。

(ii) さらに，圧力を一定（$P_2 = P_3$）に保ったまま，体積が V_3 まで増加する定圧膨張を行い，最終状態（P_3，V_3，T_3）に至る。この過程では外部と熱のやり取りがある。

気体定数を R，定積モル比熱を C_V，定圧モル比熱を C_P，比熱比 $\gamma = \dfrac{C_P}{C_V}$ とする。
断熱変化においては，圧力 P と体積 V の間に $PV^{\gamma} =$ 一定 が成り立つとする。



図

1．(i)の断熱膨張において，温度 T_2 を表した式としてもっとも適当なものを，次のａ～ｊから１つ選び，その記号をマークせよ。

ａ．$T_2 = T_1$　　ｂ．$T_2 = T_1 \dfrac{V_2}{V_1}$　　ｃ．$T_2 = T_1 \left(\dfrac{P_2}{P_1}\right)^{\gamma}$

ｄ．$T_2 = T_1 \left(\dfrac{P_1}{P_2}\right)^{\gamma}$　　ｅ．$T_2 = \gamma T_1 \dfrac{V_2}{V_1}$　　ｆ．$T_2 = \gamma T_1 \dfrac{V_1}{V_2}$

ｇ．$T_2 = T_1 \left(\dfrac{V_1}{V_2}\right)^{\gamma-1}$　　ｈ．$T_2 = T_1 \left(\dfrac{V_2}{V_1}\right)^{\gamma-1}$　　ｉ．$T_2 = T_1 \left(\dfrac{V_1}{V_2}\right)^{\gamma}$

ｊ．$T_2 = T_1 \left(\dfrac{V_2}{V_1}\right)^{\gamma}$

2．(ii)の定圧膨張において，気体が外部にした仕事 W を表す式としてもっとも適当なものを，次のａ～ｊから１つ選び，その記号をマークせよ。

ａ．$W = C_P(T_2 - T_3)$　　ｂ．$W = \dfrac{1}{2}R(T_3 - T_2)$　　ｃ．$W = C_V(T_3 - T_2)$

ｄ．$W = P_2(V_3 - V_2)$　　ｅ．$W = P_2 V_3$　　ｆ．$W = P_2 V_2$

ｇ．$W = R \log_e \dfrac{V_3}{V_2}$　　ｈ．$W = \dfrac{1}{2}P_2(V_3 + V_2)$　　ｉ．$W = \gamma P_2(V_3 - V_2)$

ｊ．$W = \dfrac{RT_3}{V_2}(V_2 - V_3)$

3．(i)と(ii)を通して，内部エネルギー変化 $\varDelta U$ を表した式としてもっとも適当なものを，次のａ～ｊから１つ選び，その記号をマークせよ。

ａ．$\varDelta U = C_V(T_2 - T_1)$　　ｂ．$\varDelta U = C_P(T_2 - T_1)$　　ｃ．$\varDelta U = C_V(T_3 - T_2)$

ｄ．$\varDelta U = C_P(T_3 - T_2)$　　ｅ．$\varDelta U = C_P(T_3 - T_1)$　　ｆ．$\varDelta U = C_V(T_3 - T_1)$

ｇ．$\varDelta U = R(T_3 - T_1)$　　ｈ．$\varDelta U = R \log_e \dfrac{T_3}{T_1}$　　ｉ．$\varDelta U = \dfrac{1}{2}C_V(T_3 + T_1)$

ｊ．$\varDelta U = C_V T_3 - C_P T_1$

4．(i)と(ii)を通して，外部から気体に加えられた熱量 Q を表した式としてもっとも適当なものを，次の a ～ j から１つ選び，その記号をマークせよ。

a．$Q = R(T_3 - T_2)$　　b．$Q = C_P(T_3 - T_1)$　　c．$Q = C_P(T_2 - T_3)$

d．$Q = C_V(T_3 - T_1)$　　e．$Q = R\log_e \dfrac{T_3}{T_2}$　　f．$Q = C_P T_3 - C_V T_2$

g．$Q = P_2(V_3 - V_2)$　　h．$Q = C_P(T_3 - T_2)$　　i．$Q = C_V(T_3 - T_2)$

j．$Q = C_P T_3$

5．具体的に，(i)と(ii)に相当する状態が図に示した数値にしたがい変化するときを考える。このとき，３つの状態（P_1，V_1，T_1），（P_2，V_2，T_2），（P_3，V_3，T_3）における温度の大小関係としてもっとも適当なものを，次の a ～ j から１つ選び，その記号をマークせよ。

a．$T_1 > T_2 = T_3$　　b．$T_1 = T_2 < T_3$　　c．$T_1 = T_2 > T_3$　　d．$T_1 = T_2 = T_3$

e．$T_1 < T_2 < T_3$　　f．$T_1 > T_3 > T_2$　　g．$T_2 < T_1 < T_3$　　h．$T_2 > T_1 > T_3$

i．$T_1 < T_2 = T_3$　　j．$T_1 > T_2 > T_3$

【必要があれば，このページは計算用紙に使用してよい】

Ⅲ. 次の文を読み，下記の設問１〜４に答えよ。解答は解答用紙の所定欄にしるせ。

⑴　図１のように起電力 V の電池，コンデンサー，及びスイッチからなる回路を考える。コンデンサーの両極板の面積はそれぞれ S で，極板間の距離を d とする。極板間は最初真空で，真空の誘電率を ε_0 とする。このときコンデンサーの電気容量は $\boxed{\text{あ}}$ である。スイッチを閉じてから充分時間が経過したあと，コンデンサーに蓄えられた電気量 Q の値は $\boxed{\text{い}}$ である。

⑵　⑴で $Q = \boxed{\text{い}}$ となったあと，回路のスイッチを開いた。次に両極板をゆっくり離し，極板間距離を $d + \varDelta d$，$\varDelta d > 0$ とした。ただし，$\varDelta d$ は d に比べて充分に小さいとする。このとき，両極板を離したことによるコンデンサーの静電エネルギーの変化 $\varDelta U$ は $\boxed{\text{う}}$ である。したがって，極板を離すために必要な外力の大きさは $\boxed{\text{え}}$ である。

⑶　⑴で $Q = \boxed{\text{い}}$ となったあと，スイッチを閉じたまま極板を離し，極板間距離を $d + \varDelta d$ とした。再び $\varDelta d$ は d に比べて充分に小さいとする。このとき，静電エネルギーの変化は $\varDelta U = \boxed{\text{お}}$ である。また，電池のした仕事は $\boxed{\text{か}}$ であり，したがって，極板を離すために必要な外力の大きさは $\boxed{\text{き}}$ である。

⑷　図２のように，両極板は辺の長さがそれぞれ X，Y の長方形だとする。⑴のあとスイッチを閉じたまま，両極板の右端から長さ x の部分にだけ，比誘電率が ε_r の誘電体を極板間に右側からゆっくりとさしこんだとする。ただし，$\varepsilon_r > 1$ とする。このとき，コンデンサー全体は誘電体が挿入された部分のコンデンサーと挿入されていない部分のコンデンサーの並列接続とみなすことができるから，全体のコンデンサーの電気容量は $\boxed{\text{く}}$ である。したがって，誘電体の挿入に伴う静電エネルギーの変化は $\boxed{\text{け}}$，電池のした仕事は $\boxed{\text{こ}}$ であり，よって，誘電体がさしこまれた部分の長さを x から $x + \varDelta x$ に変化させるために必要な外力は，大きさが $\boxed{\text{さ}}$ で，図２で $\boxed{\text{ア}}$ 向きである。ただし，$0 < \varDelta x \ll x$ とする。

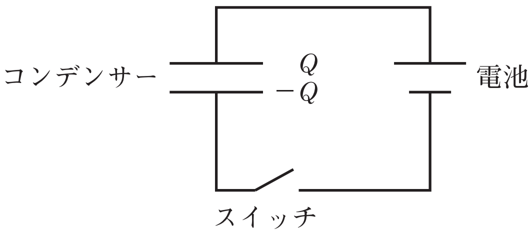


図１

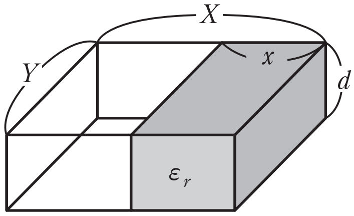


図２

1．文中の $\boxed{\text{あ}}$ ， $\boxed{\text{い}}$ にあてはまる数式を，V，ε_0，S，d の中から必要なものを用いてしるせ。

2．文中の $\boxed{\text{う}}$ ， $\boxed{\text{え}}$ にあてはまる数式を，Q，ε_0，S，d，$\varDelta d$ の中から必要なものを用いてしるせ。

3．文中の $\boxed{\text{お}}$ ～ $\boxed{\text{き}}$ にあてはまる数式を，V，ε_0，S，d，$\varDelta d$ の中から必要なものを用いてしるせ。解答には x が1と比べて充分に小さいときに成り立つ近似式 $(1+x)^a \fallingdotseq 1+ax$ を用いよ。

4．文中の $\boxed{\text{く}}$ にあてはまる数式を ε_0，ε_r，d，x，X，Y の中から必要なものを用いてしるせ。$\boxed{\text{け}}$ ～ $\boxed{\text{さ}}$ にあてはまる数式としてもっとも適当なものをそれぞれの解答群から1つずつ選び，その記号をマークせよ。また，$\boxed{\text{ア}}$ にあてはまる記述としてもっとも適当なものを解答群から1つ選び，その記号をマークせよ。

$\boxed{\text{け}}$ および $\boxed{\text{こ}}$ の解答群

a．$\dfrac{\varepsilon_0(\varepsilon_r-1)xY}{d}V^2$　b．$\dfrac{\varepsilon_0(\varepsilon_r-1)XY}{d}V^2$　c．$\dfrac{\varepsilon_0(\varepsilon_r+1)xY}{2d}V^2$

d．$\dfrac{\varepsilon_0(\varepsilon_r-1)xY}{2d}V^2$　e．$\dfrac{\varepsilon_0(\varepsilon_r+1)xY}{d}V^2$　f．$\dfrac{\varepsilon_0(\varepsilon_r+1)XY}{d}V^2$

g．$\dfrac{\varepsilon_0(\varepsilon_r+1)XY}{2d}V^2$　h．$\dfrac{\varepsilon_0(\varepsilon_r-1)XY}{2d}V^2$

$\boxed{\text{さ}}$ の解答群

a．$\dfrac{\varepsilon_0(\varepsilon_r-1)Y}{d}V^2$　b．$\dfrac{\varepsilon_0(\varepsilon_r+1)Y}{d}V^2$　c．$\dfrac{\varepsilon_0(\varepsilon_r-1)X}{d}V^2$

d．$\dfrac{\varepsilon_0(\varepsilon_r+1)X}{d}V^2$　e．$\dfrac{\varepsilon_0(\varepsilon_r-1)Y}{2d}V^2$　f．$\dfrac{\varepsilon_0(\varepsilon_r+1)Y}{2d}V^2$

g．$\dfrac{\varepsilon_0(\varepsilon_r-1)X}{2d}V^2$　h．$\dfrac{\varepsilon_0(\varepsilon_r+1)X}{2d}V^2$

$\boxed{\text{ア}}$ の解答群

a．左向き　b．右向き

Ⅳ. 次の文を読み，下記の設問1〜3に答えよ。解答は解答用紙の所定欄にしるせ。

x 軸方向の1次元の波について考える。振幅 A，波長 λ，角周波数 ω をもつ正弦波（横波）の進行波が x が正に充分大きい値の地点から x 軸の負の向きに向かって入射し，$x=0$ を固定端として反射した。その結果，進行波と反射波は干渉し，$x=L$（$L>0$）で腹となる定在波が観測された。

1．定在波が形成される条件を表す，波長 λ，L，0以上の整数 n の関係式としてもっとも適当なものを，次のa〜jから1つ選び，その記号をマークせよ。

a．$\lambda=\dfrac{nL}{4}$　b．$\lambda=\dfrac{nL}{2}$　c．$\lambda=\dfrac{nL}{2n+1}$　d．$\lambda=\dfrac{L}{2n}$

e．$\lambda=(2n+1)L$　f．$\lambda=2L$　g．$\lambda=2Ln$　h．$\lambda=\dfrac{4L}{2n+1}$

i．$\lambda=\dfrac{2L}{2n+1}$　j．$\lambda=\dfrac{2L}{n+2}$

2．定在波が形成されているとき，位置 x，時刻 t における変位 $y(x,\ t)$ を表す式としてもっとも適当なものを，次のa〜jから1つ選び，その記号をマークせよ。ただし，$t=0$ での位相を ϕ とする。

a．$y(x,\ t)=2A\sin\left(\dfrac{2\pi x}{\lambda}\right)\cos(\omega t+\phi)$

b．$y(x,\ t)=2A\cos\left(\dfrac{2\pi x}{\lambda}\right)\cos(\omega t+\phi)$

c．$y(x,\ t)=A\sin\left(\dfrac{2\pi x}{\lambda}\right)\cos(\omega t+\phi)$

d．$y(x,\ t)=A\cos\left(\dfrac{2\pi x}{\lambda}\right)\cos(\omega t+\phi)$

e．$y(x,\ t)=2A\sin\left(\dfrac{\pi x}{\lambda}\right)\cos(\omega t+\phi)$

f．$y(x,\ t)=2A\cos\left(\dfrac{\pi x}{\lambda}\right)\cos(\omega t+\phi)$

g．$y(x,\ t)=4A\sin\left(\dfrac{2\pi x}{\lambda}\right)\cos(\omega t+\phi)$

h．$y(x,\ t)=4A\cos\left(\dfrac{2\pi x}{\lambda}\right)\cos(\omega t+\phi)$

i．$y(x,\ t)=A\sin\left(\dfrac{\pi x}{2\lambda}\right)\cos(\omega t+\phi)$

j．$y(x,\ t)=A\cos\left(\dfrac{\pi x}{2\lambda}\right)\cos(\omega t+\phi)$

3．はじめに入射した進行波と，振幅 A および速さは同じで，角周波数 ω が３倍の進行波が入射したとき，ある有限区間における節の数は何倍になるか。もっとも近い数字を次のａ～ｊから１つ選び，その記号をマークせよ。

ａ．１倍　　ｂ．３倍　　ｃ．$\dfrac{1}{3}$倍

ｄ．６倍　　ｅ．$\dfrac{1}{6}$倍　　ｆ．９倍

ｇ．$\dfrac{1}{9}$倍　　ｈ．12倍　　ｉ．$\dfrac{1}{12}$倍

ｊ．15倍

Ⅴ. 次の文を読み，文中の空所 $\boxed{\text{あ}}$ ～ $\boxed{\text{く}}$ にあてはまる数式を解答用紙の所定欄にしるせ。重力加速度の大きさを g とする。

図1のように，水平でなめらかな床の上に，質量 M で密度が一様な直方体（高さが h で，底面が1辺の長さが L の正方形）の剛体1が置かれている。剛体1の左の面の高さ s で奥行方向中央の位置に，質量 m の小球を水平右向きに速さ v で衝突させた。衝突後に剛体は回転せず，並進運動のみ行うとする。小球と剛体1の反発係数が1の場合，衝突後の剛体1の速さは $\boxed{\text{あ}}$ である。小球と剛体1の反発係数が0の場合，衝突後の剛体1の速さは $\boxed{\text{い}}$ で，衝突により減少した運動エネルギーは $\boxed{\text{う}}$ である。

床はなめらかではなく，床と剛体1の間に静止摩擦係数 μ_1 の摩擦がある場合を考える。図2のように，図1と同じ剛体1の左の面の高さ s で奥行方向中央の位置に，水平右向きに力を加えた。力を徐々に大きくしていくと，力の大きさが $\boxed{\text{え}}$ のときに剛体1は水平右向きに動き始めた。さらに摩擦の大きい静止摩擦係数 μ_2 の床に剛体1を置いて，同じように与えた水平右向きの力を徐々に大きくしていくと，力の大きさが $\boxed{\text{お}}$ のときに剛体1は左下の辺が持ち上がるように傾き始めた。静止摩擦係数 μ_2 は，s と L を使うと $\mu_2 >$ $\boxed{\text{か}}$ と書くことができる。

図3のように，水平でなめらかな床に置かれた図1と同じ剛体1の上に，質量 m' で密度が一様な小さい直方体（高さが u で，底面は1辺の長さが t の正方形）の剛体2を，剛体1と辺が平行になるように置いた。剛体1と剛体2の間には大きな摩擦があり滑らない。図3のように剛体1が加速度の大きさが a で右向きに等加速度運動をするように，左面の高さ s で奥行方向中央の位置に力を加え続けた。剛体1とともに等加速度運動している系では，大きさ $\boxed{\text{き}}$ の慣性力がはたらく。加速度の大きさが $\boxed{\text{く}}$ を超える場合，剛体2は傾きはじめる。

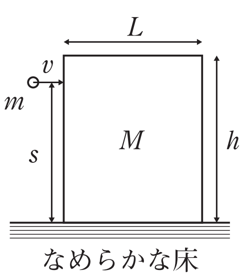


図1

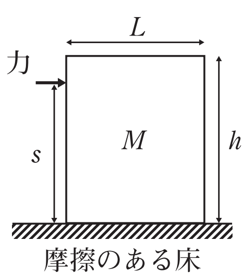


図2

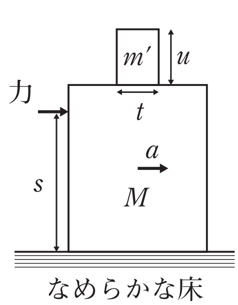


図3

【必要があれば，このページは計算用紙に使用してよい】

Ⅵ. 次の文を読み，文中の空所 $\boxed{\text{あ}}$ ～ $\boxed{\text{き}}$ にあてはまる数式を，空所 $\boxed{\text{ア}}$ にあてはまる現象の名前を解答用紙の所定欄にしるせ。重力は無視できるとし，プランク定数を h，電気素量を e とする。

真空中に充分大きい金属板でできた2枚の電極A，Bを，間隔 d で平行に置いた。図1のように電極面に垂直で，電極Aの位置が原点O，電極Bの位置が $x = d$ になるように x 軸をとる。電極Bを陽極にして2つの電極の電位差を V（$V > 0$）とする。2つの電極の間には x 軸負の方向に大きさ $\boxed{\text{あ}}$ の一様な電場ができる。質量 m の荷電粒子が，電極Aから x 軸正方向に速さ v_0 で飛び出した。電気量が $+q$（$q > 0$）の場合，粒子が電極Bに到達するためには速さ v_0 は $\boxed{\text{い}}$ より大きくなければいけない。また，電気量が $-q$（$q > 0$）の場合，粒子が電極Bに到達するまでにかかる時間は $\boxed{\text{う}}$ で，到達したときの粒子の運動エネルギーは $\boxed{\text{え}}$ である。

図2のように，電極Bを陽極とした両電極間に電流計を取り付け，振動数を変更できる光源を使って電極Aに光を照射した。光の振動数を徐々に大きくしていくと，振動数 ν_0 の時に電流が流れ始めた。これは $\boxed{\text{ア}}$ と呼ばれる現象により電極Aから電子が飛び出したためである。電極Aに照射される光子は毎秒 N 個とし，1個の光子が当たって1個の電子が飛び出す確率を p とする。飛び出した電子は全て電極Bに集められるとすると，電流の大きさは $\boxed{\text{お}}$ となる。また，電極Aの物質の仕事関数は $\boxed{\text{か}}$ であることがわかる。

次に図2と同様であるが，電極Bを陰極として，両電極間の電位差を V（$V > 0$）とした。この場合，電極Aに照射する光の振動数を少なくとも $\boxed{\text{き}}$ 以上にしなければ，電流は流れない。

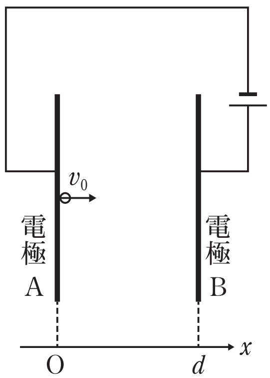


図1

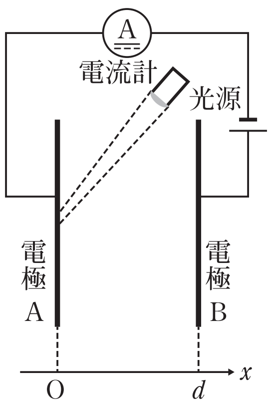


図2

【以下余白】