平成26年度　一般入学試験(後期)問題

理　　科

試験開始の合図があるまで問題冊子を開いてはいけない。

科目選択について

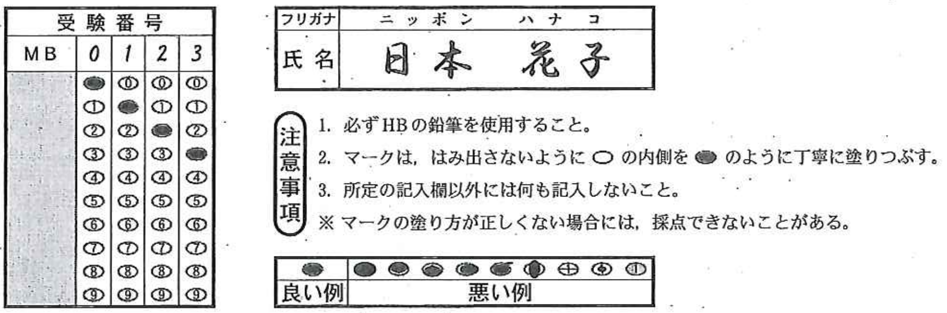
1. 物理・化学・生物の3科目のうち，2科目を選択すること。
2. 3科目全ての解答用紙に受験番号，氏名を記入すること。
3. 選択しない科目の解答用紙の中央に大きく×印を記せ。
4. 選択しない科目の解答用紙は30分後に回収する。

注　意　事　項

1. 試験時間は100分である。
2. 試験開始の合図があるまで，筆記用具を手に持ってはならない。
3. 試験開始後に問題冊子の印刷不鮮明，ページの落丁等の不備，解答用紙の汚れ等がある場合には手を挙げて監督者に知らせること。
4. 物理では，解答番号は $\boxed{1}$ から $\boxed{33}$ までである。
   化学では，解答番号は $\boxed{1}$ から $\boxed{64}$ までである。
   生物では，解答番号は $\boxed{1}$ から $\boxed{62}$ までである。
5. 解答は指示された解答番号に従って解答用紙の解答欄にマークせよ。
6. 解答用紙に正しく記入・マークされていない場合は，採点できないことがある。
7. 指定された個数以外のマークをした場合には誤りとなる。
8. 下書きや計算は問題冊子の余白を利用すること。
9. 質問がある場合は手を挙げて監督者に知らせること。
10. 試験終了の合図があったら直ちに筆記用具を机の上に置くこと。
11. 試験終了の合図ののちに受験番号，氏名の記入漏れに気づいた場合には，手を挙げて許可を得てから記入すること。許可なく筆記用具を持った場合，不正行為とみなされる。
12. 試験後に全ての配布物を回収する。

解答用紙記入要領

例：受験番号が「０１２３」番の「日本花子」さんの場合



1. 受験番号の空欄に受験番号を記入し，さらにその下のマーク欄にマークする。次に，氏名を書き，フリガナをカタカナで記入する。
2. 受験番号欄と解答欄では，⓪の位置が異なる。
3. マークはHBの鉛筆を使い，はみ出さないように ○ の内側を ● のように丁寧に塗りつぶす。
4. マークを消す場合は，消しゴムで跡が残らないように完全に消す。砂消しゴムは使用しない。
5. 解答用紙は折り曲げたり，汚したりしない。
6. 所定の欄以外には何も記入しない。

物　　理

解答上の注意

1. 解答は，解答用紙の解答欄にマークしなさい。

例えば，$\boxed{5}$ と表示のある問題に対して，「①～⑧のうちから **2** つ選び，一緒にマークせよ。」の場合は，例に従う。

例　②と⑦と答えたいとき

解答番号	解　答　欄
5	① ● ③ ④ ⑤ ⑥ ● ⑧ ⑨ ⓪

例えば，$\boxed{5}$ と表示のある問題に対して，「①～⑧のうちから **3** つ選び，一緒にマークせよ。」の場合は，例に従う。

例　②と⑤と⑦と答えたいとき

解答番号	解　答　欄
5	① ● ③ ④ ● ⑥ ● ⑧ ⑨ ⓪

1　次の文章を読み，下の問い（問１～９）に答えよ。

図１に示すように，なめらかな水平面上に，質量の無視できる，ばね定数 k，自然の長さ L のばねの左端を固定し，右端に大きさの無視できる質量 m の物体をとりつける。また，物体の位置を表す x 座標を自然の長さの位置を原点とし右向きにとる。ただし，空気による抵抗は考えないものとする。また，重力加速度の大きさを g とする。

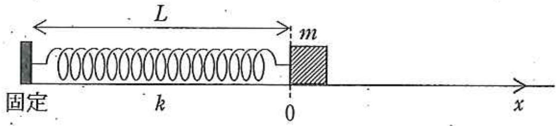


図１

問１　図２に示すように，ばねを自然の長さ L から l だけ引き伸ばし，物体から静かに手をはなしたところ，物体は x 軸上を単振動した。この単振動で物体が位置 x にあるときの加速度を a とすると，運動方程式は $ma =$ $\boxed{1}$ である。また，周期 $T =$ $\boxed{2}$ である。

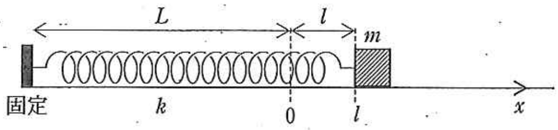


図２

(1)　$\boxed{1}$ に入る式として最も適切なものを，次の①～⑨のうちから１つ選べ。

① kx　② $k(L-x)$　③ $k(x-L)$　④ $-kx$　⑤ $\frac{1}{2}kx^2$

⑥ $-\frac{1}{2}kx^2$　⑦ $-kl$　⑧ $-k(l-x)$　⑨ $-k(x-l)$

(2)　$\boxed{2}$ に入る式として最も適切なものを，次の①～⑨のうちから１つ選べ。

① $\frac{m}{k}$　② $\frac{k}{m}$　③ $\sqrt{\frac{m}{k}}$　④ $\sqrt{\frac{k}{m}}$　⑤ $\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$

⑥ $\pi\sqrt{\frac{k}{m}}$　⑦ $2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$　⑧ $2\pi\sqrt{\frac{k}{m}}$　⑨ $2\pi\sqrt{km}$

問２　次に，図３に示すような水平と30°の角度をなすなめらかな斜面上で，このばねによる物体の運動を考える。物体の位置を表す x 座標を，自然の長さの位置を原点とし斜面に沿って右向きにとる。

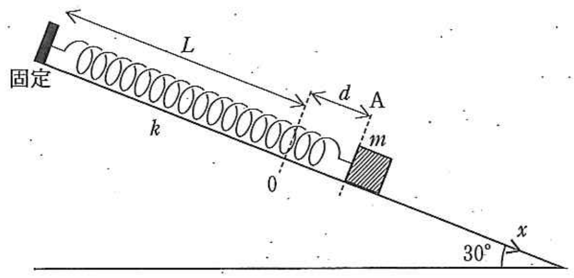


図３

斜面上で物体はばねの自然の長さ L から d だけ伸びた位置Ａで静止した。d の値は $\boxed{3}$ である。

$\boxed{3}$ に入る式として最も適切なものを，次の①～⑨のうちから１つ選べ。

① $\frac{1}{2}mg$　② $\frac{\sqrt{3}}{2}mg$　③ $\frac{mg}{2k}$　④ $\frac{\sqrt{3}\,mg}{2k}$　⑤ $\frac{mg}{k}$

⑥ $\frac{\sqrt{3}\,mg}{k}$　⑦ $\frac{2k}{mg}$　⑧ $\frac{\sqrt{3}\,k}{mg}$　⑨ $\frac{\sqrt{3}\,k}{2mg}$

問 3　次に，図 4 に示すように，位置 A から斜面に沿ってさらに下向きに $2d$ 伸ばした位置 B で，物体から静かに手をはなしたところ，物体は x 軸上を単振動した。

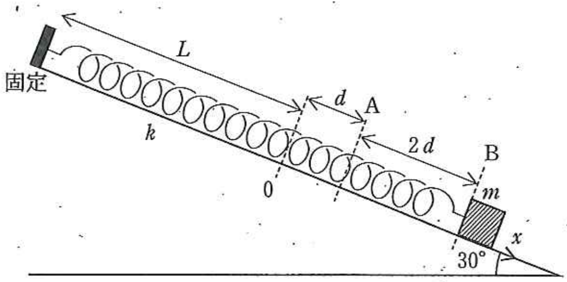


図 4

この単振動で物体が位置 x にあるときの加速度を a とすると，運動方程式は $ma = \boxed{4}$ である。また，周期 $T' = \boxed{5}$ である。

(1) $\boxed{4}$ に入る式として最も適切なものを，次の①～⑨のうちから 1 つ選べ。

① kx　② $k(x-d)$　③ $k(x+d)$　④ $-kx$　⑤ $-k(x-d)$

⑥ $-k(x+d)$　⑦ $-\dfrac{1}{2}k(x-d)$　⑧ $-\dfrac{1}{2}k(x+d)$　⑨ $-\dfrac{1}{2}kx$

(2) $\boxed{5}$ に入る式として最も適切なものを，次の①～⑨のうちから 1 つ選べ。

① $\dfrac{m}{k}$　② $\dfrac{k}{m}$　③ $\sqrt{\dfrac{m}{k}}$　④ $\sqrt{\dfrac{k}{m}}$　⑤ $\pi\sqrt{\dfrac{m}{k}}$

⑥ $\pi\sqrt{\dfrac{k}{m}}$　⑦ $2\pi\sqrt{\dfrac{m}{k}}$　⑧ $2\pi\sqrt{\dfrac{k}{m}}$　⑨ $2\pi\sqrt{km}$

問 4　問 3 の単振動で物体が最高点(位置 C)に達したときの位置 x_c を力学的エネルギー保存の法則を使って求める。位置 B での運動エネルギーを K_1，ばねの弾性力による位置エネルギーを U_1，重力による位置エネルギーを U'_1 とすると，$K_1 = \boxed{6}$，$U_1 = \boxed{7}$，$U'_1 = \boxed{8}$ となる。ただし，重力による位置エネルギーの基準を $x = 0$ の位置にとる。

$\boxed{6}$，$\boxed{7}$，$\boxed{8}$ に入る式として最も適切なものを，次の①～⑨のうちからそれぞれ 1 つずつ選べ。

① 0　② $-\dfrac{1}{2}mgd$　③ $-mgd$　④ $-\dfrac{\sqrt{3}}{2}mgd$　⑤ $-\dfrac{3}{2}mgd$

⑥ $-\dfrac{3\sqrt{3}}{2}mgd$　⑦ $\dfrac{1}{2}kd^2$　⑧ $2kd^2$　⑨ $\dfrac{9}{2}kd^2$

問 5　問 3 の単振動で，物体が位置 x にあるときの速度を v とする。また，このときの運動エネルギーを K_2，ばねの弾性力による位置エネルギーを U_2，重力による位置エネルギーを U'_2 とすると，力学的エネルギー保存の式は $K_1 + U_1 + U'_1 = K_2 + U_2 + U'_2$ である。物体が最高点(位置 C)$x = x_c$ に達したとき $v = 0$ であるから，力学的エネルギー保存の式から最高点の位置 x_c を求めると，$x_c = \boxed{9}$ となる。

$\boxed{9}$ に入る式として最も適切なものを，次の①～⑨のうちから 1 つ選べ。

① 0　② $\dfrac{1}{2}d$　③ d　④ $\dfrac{3}{2}d$　⑤ $2d$

⑥ $-\dfrac{1}{2}d$　⑦ $-d$　⑧ $-\dfrac{3}{2}d$　⑨ $-2d$

問 6 次に，図4の物体の運動で，斜面と物体との間に摩擦がある場合を考える。図5のように位置Bで静かに物体から手をはなした場合の物体の運動を考える。ただし，斜面と物体との間の静止摩擦係数を μ_0，動摩擦係数を μ' とする。

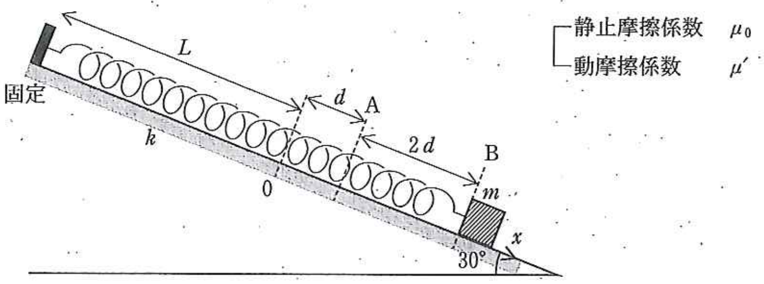


図5

位置Bで物体が上向きに動き出すための条件は $\mu_0 <$ $\boxed{10}$ である。

$\boxed{10}$ に入る式として最も適切なものを，次の①～⑨のうちから1つ選べ。

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

⑥ $\frac{4}{3}$　⑦ $\frac{5}{3}$　⑧ $\sqrt{3}$　⑨ $\frac{4\sqrt{3}}{3}$

問 7 問6の条件のとき，物体が斜面に沿って上向きに動きだしてから，はじめて速さが0となる位置を位置D$(x = x_D)$とする。物体が，位置Bから位置Dまで移動する途中の位置 x までに，摩擦力がする仕事は $W =$ $\boxed{11}$ となる。

$\boxed{11}$ に入る式として最も適切なものを，次の①～⑨のうちから1つ選べ。

① $-\frac{1}{2}\mu' mg(d-x)$　② $-\frac{\sqrt{3}}{2}\mu' mg(d-x)$　③ $-\mu' mg(d-x)$

④ $-\frac{1}{2}\mu' mg(2d-x)$　⑤ $-\frac{\sqrt{3}}{2}\mu' mg(2d-x)$　⑥ $-\mu' mg(2d-x)$

⑦ $-\frac{1}{2}\mu' mg(3d-x)$　⑧ $-\frac{\sqrt{3}}{2}\mu' mg(3d-x)$　⑨ $-\mu' mg(3d-x)$

問 8 位置Bでの物体の運動エネルギーを K_1，ばねの弾性力による位置エネルギーを U_1，重力による位置エネルギーを U'_1 とし，位置 x での物体の運動エネルギーを K_3，ばねの弾性力による位置エネルギーを U_3，重力による位置エネルギーを U'_3 とすると，K_1，U_1，U'_1，K_3，U_3，U'_3，W の間には $\boxed{12}$ の関係式が成り立つ。

$\boxed{12}$ に入る式として最も適切なものを，次の①～③のうちから1つ選べ。

① $K_1 + U_1 + U'_1 - W = K_3 + U_3 + U'_3$　② $K_1 + U_1 + U'_1 = K_3 + U_3 + U'_3$

③ $K_1 + U_1 + U'_1 + W = K_3 + U_3 + U'_3$

問 9 問8の式から，x_D を求めると $x_D =$ $\boxed{13}$ となる。

$\boxed{13}$ に入る式として最も適切なものを，次の①～⑨のうちから1つ選べ。

① $(\mu' - 1)d$　② $\left(\sqrt{3}\mu' - 1\right)d$　③ $\left(2\sqrt{3}\mu' - 1\right)d$

④ $-(\mu' + 1)d$　⑤ $-\left(\sqrt{3}\mu' + 1\right)d$　⑥ $-\left(2\sqrt{3}\mu' + 1\right)d$

⑦ $-\left(\frac{1}{2}\mu' + 1\right)d$　⑧ $-\left(\frac{\sqrt{3}}{2}\mu' + 1\right)d$　⑨ $-\left(\frac{\sqrt{3}}{3}\mu' + 1\right)d$

2 次の文章を読み，下の問い(問1～4)に答えよ。

図1のように，磁束密度の大きさBの一様な鉛直下向きの磁場(磁界)中に，2本の平行で十分に長く変形しない導体のレールがある。その上に質量mの変形しない細い導体棒PQを水平かつレールに直角に置く。レールの間隔はaであり，レールと水平面とのなす角度θ $\left(0 \leqq \theta < \frac{\pi}{2}\right)$を変えることができる。レールの下端には，スイッチ$K_1$，内部抵抗の無視できる起電力$E$の電池と抵抗値$R_1$の抵抗が接続されている。レールの上端には，スイッチK_2と抵抗値R_2の抵抗が接続されている。レールとPQの電気抵抗は0である。また，PQはレールに対し常に直角で，レールと平行な方向にのみ動くことができ，レールとの接触が保たれる。レールとPQの間の摩擦，空気抵抗，回路に流れる電流によって発生する磁場は無視する。また，重力加速度の大きさをgとする。

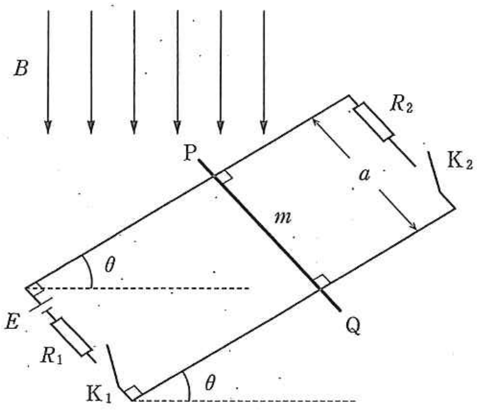


図1

問1 角度θを0に固定し，K_2は開いたままでK_1を閉じた。PQが一定の速さv_0でK_2側に移動するように，PQの進行方向とは逆向きに外力を加えた。この運動によりPQに発生する誘導起電力の大きさE_0は$E_0 =$ [14] である。このとき，このPQに流れる電流の大きさI_0は$I_0 =$ [15] であり，PQを流れる電流が磁場から受ける力の大きさf_0は$f_0 =$ [16] である。また，このとき加えた外力の仕事率P_0は$P_0 =$ [17] ，抵抗値R_1の抵抗で消費される電力P_1は$P_1 =$ [18] ，電池の供給電力P_2は$P_2 =$ [19] と表せる。

(1) [14] に入る式として最も適切なものを，次の①～⑨のうちから1つ選べ。

① B　② Ba　③ Bv_0　④ Ba^2　⑤ $Bv_0{}^2$
⑥ Bav_0　⑦ Ba^2v_0　⑧ $Bav_0{}^2$　⑨ $Ba^2v_0{}^2$

(2) [15] に入る式として最も適切なものを，次の①～⑨のうちから1つ選べ。

① ER_1　② E_0R_1　③ $(E - E_0)R_1$　④ $\dfrac{E}{R_1}$　⑤ $\dfrac{E_0}{R_1}$
⑥ $\dfrac{E - E_0}{R_1}$　⑦ $\dfrac{R_1}{E}$　⑧ $\dfrac{R_1}{E_0}$　⑨ $\dfrac{R_1}{E - E_0}$

(3) [16] に入る式として最も適切なものを，次の①～⑨のうちから1つ選べ。

① B　② Ba　③ BI_0　④ Bv_0　⑤ BaI_0
⑥ Bv_0I_0　⑦ Bav_0　⑧ Bav_0I_0　⑨ mg

(4) [17] ～ [19] に入る式として最も適切なものを，次の①～⑨のうちからそれぞれ1つずつ選べ。

① $-R_1I_0{}^2$　② $R_1I_0{}^2$　③ $-EI_0$　④ EI_0　⑤ $-EI_0{}^2$
⑥ $EI_0{}^2$　⑦ $-f_0v_0$　⑧ f_0v_0　⑨ $\dfrac{1}{2}f_0v_0{}^2$

問2 次に，K_1を閉じK_2を開いたままの状態で，PQが動かないように手で押さえ，問1で加えた外力を取り除き，角度θをθ_1に固定して静かに手をはなした。すると，PQは静止したままであった。このときの回路に流れる電流をI_1とすると，棒にはたらく斜面方向の力のつり合いは [20] と表せる。また，$\tan\theta_1$は$\tan\theta_1 =$ [21] である。

(1) [20] に入る式として最も適切なものを，次の①～⑨のうちから1つ選べ。

① $mg\sin\theta_1 = BI_1$　② $mg\sin\theta_1 = BI_1a$　③ $mg\sin\theta_1 = Ba\cos\theta_1$
④ $mg\sin\theta_1 = BI_1\cos\theta_1$　⑤ $mg\sin\theta_1 = BI_1a\cos\theta_1$　⑥ $mg\cos\theta_1 = BI_1a$
⑦ $mg\cos\theta_1 = Ba\sin\theta_1$　⑧ $mg\cos\theta_1 = BI_1\sin\theta_1$　⑨ $mg\cos\theta_1 = BI_1a\sin\theta_1$

(2) [21] に入る式として最も適切なものを，次の①～⑨のうちから1つ選べ。

① mgR_1BEa　② $\dfrac{mg}{Ba}$　③ $\dfrac{mg}{BEa}$　④ $\dfrac{mgR_1}{BE}$　⑤ $\dfrac{mgR_1}{BEa}$
⑥ $\dfrac{Ba}{mg}$　⑦ $\dfrac{BEa}{mg}$　⑧ $\dfrac{BE}{mgR_1}$　⑨ $\dfrac{BEa}{mgR_1}$

問 3　次に，K_1 を閉じ K_2 を開いたままの状態で，角度を θ_1 より小さい θ_2 に固定すると，PQは斜面に沿って上方にすべり始めた。十分に時間が経つと，PQは一定の速さ v_1 となった。このときPQに流れている電流の大きさを I_2 とすると，$I_2 =$ [22]，また，$v_1 =$ [23] である。

(1) [22] に入る式として最も適切なものを，次の①～⑨のうちから１つ選べ。

① mgR_1BEa　② $\dfrac{mg\tan\theta_2}{Ba}$　③ $\dfrac{mg\tan\theta_2}{BE}$　④ $\dfrac{mg\tan\theta_2}{BEa}$　⑤ $\dfrac{Ba\tan\theta_2}{mg}$

⑥ $\dfrac{mg}{Ba\tan\theta_2}$　⑦ $\dfrac{mg}{BE\tan\theta_2}$　⑧ $\dfrac{mg}{BEa\tan\theta_2}$　⑨ $\dfrac{Ba}{mg\tan\theta_2}$

(2) [23] に入る式として最も適切なものを，次の①～⑨のうちから１つ選べ。

① $\dfrac{E-I_2R_1}{B\cos\theta_2}$　② $\dfrac{E-I_2R_1}{Ba\cos\theta_2}$　③ $\dfrac{E-I_2R_1}{Ba^2\cos\theta_2}$　④ $\dfrac{E-I_2R_1}{Ba\sin\theta_2}$　⑤ $\dfrac{E-I_2R_1}{Ba^2\sin\theta_2}$

⑥ $\sqrt{\dfrac{E-I_2R_1}{Ba\cos\theta_2}}$　⑦ $\sqrt{\dfrac{E-I_2R_1}{Ba^2\cos\theta_2}}$　⑧ $\sqrt{\dfrac{E-I_2R_1}{Ba\sin\theta_2}}$　⑨ $\sqrt{\dfrac{E-I_2R_1}{Ba^2\sin\theta_2}}$

問 4　角度は θ_2 のままで素早く K_1 を開き K_2 を閉じると，PQは斜面のある位置まで上がった後，すべり落ち始めた。十分に時間がたつと，PQは一定の速さ v_2 となった。このときPQに流れている電流の大きさを I_3 とすると，この回路におけるキルヒホッフの法則は [24] となり，$v_2 =$ [25] となる。PQが速さ v_2 ですべり落ちているときに，抵抗値 R_2 の抵抗で消費される電力 P_3 は $P_3 =$ [26] となる。

(1) [24] に入る式として最も適切なものを，次の①～⑨のうちから１つ選べ。

① $Bv_2\cos\theta_2 = I_3R_2$　② $Bav_2\cos\theta_2 = I_3R_2$　③ $Ba^2v_2\cos\theta_2 = I_3R_2$

④ $Bav_2{}^2\cos\theta_2 = I_3R_2$　⑤ $Ba^2v_2{}^2\cos\theta_2 = I_3R_2$　⑥ $Bav_2\sin\theta_2 = I_3R_2$

⑦ $Ba^2v_2\sin\theta_2 = I_3R_2$　⑧ $Bav_2{}^2\sin\theta_2 = I_3R_2$　⑨ $Ba^2v_2{}^2\sin\theta_2 = I_3R_2$

(2) [25] に入る式として最も適切なものを，次の①～⑨のうちから１つ選べ。

① $\dfrac{R_2{}^2mgEa}{\cos\theta_2}$　② $\dfrac{R_2mg\sin\theta_2}{(Ba\cos\theta_2)^2}$　③ $\dfrac{R_2mg\sin\theta_2}{Ea^3(Ba\cos\theta_2)^2}$

④ $\dfrac{R_2mg\cos\theta_2}{(Ba\sin\theta_2)^2}$　⑤ $\dfrac{R_2mg\cos\theta_2}{Ea^3(Ba\sin\theta_2)^2}$　⑥ $\sqrt{\dfrac{R_2}{mga\cos\theta_2}}$

⑦ $\sqrt{\dfrac{mgR_2\sin\theta_2}{Ea(B\cos\theta_2)^2}}$　⑧ $\sqrt{\dfrac{R_2}{mga\sin\theta_2}}$　⑨ $\sqrt{\dfrac{mgR_2\cos\theta_2}{Ea(B\sin\theta_2)^2}}$

(3) [26] に入る式として最も適切なものを，次の①～⑨のうちから１つ選べ。

① $mgv_2\cos\theta_2$　② $mgv_2\sin\theta_2$　③ $\dfrac{mgav_2\cos\theta_2}{E}$　④ $\dfrac{mgav_2\sin\theta_2}{E}$　⑤ $\dfrac{mgav_2{}^2\sin\theta_2}{E}$

⑥ $\dfrac{1}{2}mgv_2\cos\theta_2$　⑦ $\dfrac{1}{2}mgv_2\sin\theta_2$　⑧ $\dfrac{1}{2}mgv_2{}^2\cos\theta_2$　⑨ $\dfrac{1}{2}mgv_2{}^2\sin\theta_2$

3 次の文章を読み，下の問い(問1～7)に答えよ。ただし，電子の質量を m，電荷を $-e$，プランク定数を h とする。

図1のように金属の表面に，ある振動数(ν_0 とする)以上の光を当てると表面から電子が飛び出す。この現象は光電効果と呼ばれる。

この現象の特徴を調べるため，図1のように電極を配置して金属と電極の間に電圧 V をかける。金属と電極の間の空間は真空とする。電極の電位を金属に対して正($V > 0$)にすると，金属から飛び出した電子は電極に吸収されて電流が流れる。しかし，電極の電位を負($V < 0$)にし，電圧の絶対値 $|V|$ を大きくしていくと電流は減少し，$|V|$ がある値(V_{MAX} とする)以上になると電流は流れなくなる。光の振動数 ν を横軸にとり，V_{MAX} を縦軸とするグラフを描くと，図2のようになる。ν_0 より左側では V_{MAX} は0である。このグラフは，照射した光の強さによらず同じになる。

これらのことは，光が波であると考えたのでは説明がつかず，光がその振動数に比例するエネルギーを持った粒子(光子)の集まりであり，その粒子が金属中の電子をはね飛ばすものとするとよく説明がつく。これにより，光が波と粒子の両方の性質を持つことを示すことが明らかになり，物理学のひとつの基本理論である量子力学の発見の基礎となった。

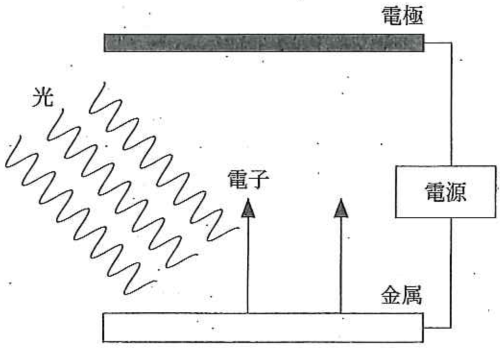


図1

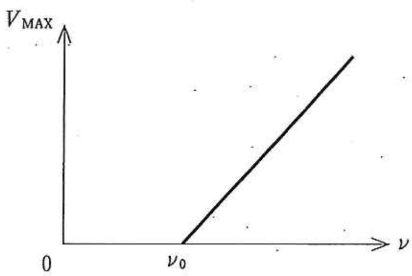


図2

問1 光または電磁波が波であることを示している現象はどれか。適切なものを，次の①～⑥のうちから3つ選び，一緒にマークせよ。 27

① 蛍光灯の下で鉛筆を素早く振ると縞模様が見える。
② 波立った水面で反射した光が壁に当たると動く波模様が見える。
③ 光線が空気から水に斜めに入るとき屈折して進む方向が変わる。
④ シャボン玉に太陽光があたると虹色に色づいて見える。
⑤ 結晶にエックス線を照射すると複数の決まった角度の方向に強く反射される。
⑥ 結晶に電子線を照射すると複数の決まった角度の方向に強く反射される。

問2 上の実験に光が波であるという性質を適用すると，どのような結果が予想されるか。適切なものを，次の①～⑥のうちから2つ選び，一緒にマークせよ。 28

① V_{MAX} は光が強いほど大きくなることが予想される。
② V_{MAX} は光が強いほど小さくなることが予想される。
③ V_{MAX} は光の強さにはよらないことが予想される。
④ V_{MAX} は光の振動数に反比例して小さくなることが予想される。
⑤ V_{MAX} は光の振幅にはよらないことが予想される。
⑥ 光が強ければ振動数が小さくても電子は飛び出すことが予想される。

問3 上の実験で，電子が飛び出すためには光の振動数がある値以上でなくてはならないのはなぜか。その理由を構成することがらとして適切なものを，次の①～⑥のうちから3つ選び，一緒にマークせよ。 29

① 1個の光子によって1個の電子がはね飛ばされる。
② 1個の光子の持つエネルギーは光の強さに比例する。
③ 1個の光子の持つエネルギーは光の振動数に比例する。
④ 金属内の自由電子は大きな運動エネルギーを持っている。
⑤ 金属内の自由電子を金属の外に出すにはエネルギーが必要である。
⑥ 金属は光を通さないので光は金属内の電子にエネルギーを与えることができない。

問 4　図 2 において，グラフより下の領域では電極に電流が流れるが，グラフより上の領域では電流は流れない。その理由を構成することがらとして適切なものを，次の①～⑥のうちから 3 つ選び，一緒にマークせよ。 $\boxed{30}$

① 1 個の光子によって 1 個の電子がはね飛ばされる。

② 光子のエネルギーは電子を金属の外に出すために使われ，残りのエネルギーの一部が電子の運動エネルギーになる。

③ 光子のエネルギーと電子を金属の外に出すためのエネルギーの和が電子の運動エネルギーになる。

④ 飛び出す電子は光子が持っていたエネルギーより大きな運動エネルギーを持つ。

⑤ 電子の運動エネルギーが小さければ電子は電極の負電圧に押し戻されて電極に到達できない。

⑥ 電子は光子からエネルギーを受け取れないので電極に到達できない。

問 5　図 2 のグラフの傾きを表す正しい式を，次の①～⑨のうちから 1 つ選べ。 $\boxed{31}$

① e　② h　③ $h\nu_0$　④ eh　⑤ e/h

⑥ e/m　⑦ h/e　⑧ eh/m　⑨ $h/(em)$

問 6　決まった振動数 ν の光を照射したとき，飛び出す電子の速さの最大値はいくらか。正しいものを，次の①～⑨のうちから 1 つ選べ。ただし，$\nu > \nu_0$ とする。 $\boxed{32}$

① $h(\nu - \nu_0)$　② $mh(\nu - \nu_0)$　③ $\dfrac{2eh(\nu - \nu_0)}{m}$　④ $\dfrac{2mh(\nu - \nu_0)}{e}$　⑤ $\dfrac{2h(\nu - \nu_0)}{e}$

⑥ $\sqrt{h(\nu - \nu_0)}$　⑦ $\sqrt{2mh(\nu - \nu_0)}$　⑧ $\sqrt{\dfrac{2h(\nu - \nu_0)}{m}}$　⑨ $\sqrt{\dfrac{2h(\nu - \nu_0)}{e}}$

問 7　金属の種類を変えて同じ測定をすると，どのようなグラフが得られると予想されるか。図 3 の①～⑧のうちから可能なものを 2 つ選び，一緒にマークせよ。ただし，図 3 の太線は図 2 のグラフと同じものである。 $\boxed{33}$

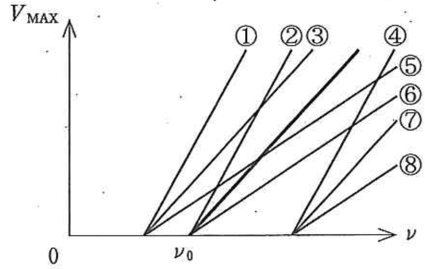


図 3