ち

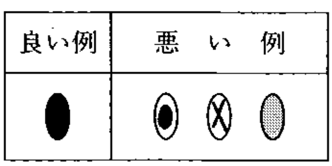
理　科　問　題

注　意

1. この問題冊子は45ページあります。解答用紙には，表と裏があります。
2. あなたの受験番号は解答用紙に印刷されています。印刷されている受験番号と，受験票の受験番号が一致していることを確認しなさい。
3. 解答用紙の所定の欄に氏名を記入しなさい。
4. 問題は物理3題(A，B，C)，化学3題(D，E，F)の合計6題からなっています。
5. この6題のうちから3題を任意に選択して解答しなさい。
   4題以上解答した場合には，すべての解答が無効になります。
6. 解答はすべて解答用紙の所定の欄にマークするか，または所定の欄に書きなさい。
7. 1問につき2つ以上マークしないこと。2つ以上マークした場合には，その解答は無効になります。
8. 解答は，必ず鉛筆またはシャープペンシル(いずれもHB・黒)で記入しなさい。
9. 訂正するときは，消しゴムできれいに消し，消しクズを残さないこと。
10. 解答用紙は，絶対に汚したり折り曲げたりしないこと。また，所定の欄以外には絶対に記入しないこと。
11. 解答用紙は必ず提出しなさい。
12. 試験時間は80分です。

※　この問題冊子は必ず持ち帰りなさい。

(マーク記入例)



物　　　理

〔A〕 次の文中の $\boxed{\text{ア}}$ ～ $\boxed{\text{コ}}$ に最も適するものをそれぞれの解答群から一つ選び，解答用紙の所定の欄にその記号をマークせよ。

(1) 図1のように，滑らかな斜面AB，鉛直面BC，水平で滑らかな床面CDがつながっている。点Bの床面からの高さはHであり，斜面の頂点Aは点Bよりも$\frac{H}{3}$だけ高い。斜面ABの水平面に対する傾きは30°である。水平方向をx軸，鉛直方向をy軸にとり，それぞれ右向き，上向きを正の向きとする。重力加速度の大きさをgとする。物体は紙面を含む鉛直面でのみ運動する。

斜面の頂点Aに質量mの小物体を置き，静かに手をはなした。小物体は斜面を滑り降り，斜面の端の点Bから飛び出した。このときの小物体の速度のx成分，y成分をそれぞれU_x，U_yとすると，$U_x=$ $\boxed{\text{ア}}$ ，$U_y=$ $\boxed{\text{イ}}$ である。

小物体は点Bを飛び出した後，床面と完全弾性衝突してはね返った。点Bを飛び出してから床面に衝突するまでの時間をTとすると，$T=$ $\boxed{\text{ウ}}$ である。また，点Bの真下の点Cから衝突した点までの距離は，Tを用いて $\boxed{\text{エ}}$ と表される。床面に衝突する直前の小物体の速度のx成分，y成分をそれぞれV_x，V_yとすると，衝突によって小物体が床面から受けた力積のx成分は $\boxed{\text{オ}}$ ，y成分は $\boxed{\text{カ}}$ である。床面との衝突後，小物体が達する最高点の高さは $\boxed{\text{キ}}$ である。

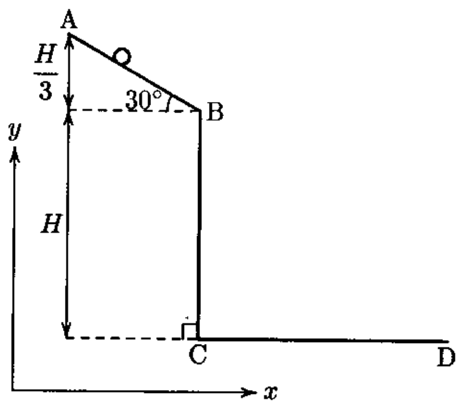


図1

◇M28(021—557)

(2)　図2のように，斜面AB，円筒面BC′，水平な床面C′Dがつながっている。点Bの床面からの高さはHであり，斜面の頂点Aは点Bよりも$\frac{H}{3}$だけ高い。曲線BC′は，床面と同じ高さにある点Oを中心とする半径Rの円弧をなしている。斜面ABは円筒面BC′と滑らかにつながっている。斜面ABの水平面に対する傾きは30°である。斜面と円筒面は滑らかで，摩擦はない。重力加速度の大きさをgとする。物体は紙面を含む鉛直面でのみ運動する。

(1)と同様に，斜面の頂点Aに質量mの小物体を置き，静かに手をはなした。小物体は斜面を滑り降りて点Bを通過した後，円筒面に沿って滑った。小物体が床面から高さhの円筒面を滑っているときの速さをvとすると，$v=$ $\boxed{\text{ク}}$ である。

小物体が円筒面に沿って運動するとき，小物体には点Oに向かって向心力が働いている。小物体の速さがvのとき，その大きさは$\frac{mv^2}{R}$と表すことができる。小物体は床面からH'の地点で円筒面から離れた。このときの速さをV'とすると，$\frac{mV'^2}{R}=$ $\boxed{\text{ケ}}$ が成り立つ。この関係と，$v=$ $\boxed{\text{ク}}$ の関係を利用すると，$H'=$ $\boxed{\text{コ}}$ であることがわかる。

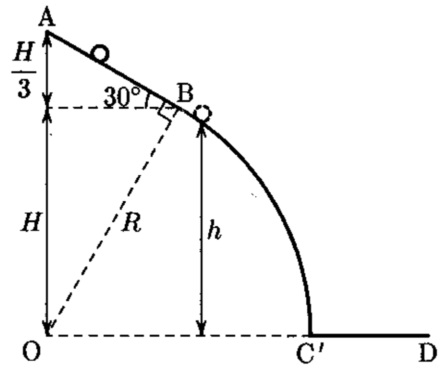


図2

$\boxed{\text{ア}}$, $\boxed{\text{イ}}$ の解答群

① $\sqrt{\dfrac{2gH}{3}}$　② $\sqrt{\dfrac{gH}{2}}$　③ $\sqrt{\dfrac{gH}{6}}$

④ $\dfrac{\sqrt{2gH}}{3}$　⑤ $-\sqrt{\dfrac{2gH}{3}}$　⑥ $-\sqrt{\dfrac{gH}{2}}$

⑦ $-\sqrt{\dfrac{gH}{6}}$　⑧ $-\dfrac{\sqrt{2gH}}{3}$　⑨ 0

$\boxed{\text{ウ}}$ の解答群

① $\dfrac{\sqrt{U_y^2+2gH}+U_y}{g}$　② $\dfrac{\sqrt{U_y^2+2gH}-U_y}{g}$

③ $\dfrac{-\sqrt{U_y^2+2gH}+U_y}{g}$　④ $\dfrac{-\sqrt{U_y^2+2gH}-U_y}{g}$

⑤ $\dfrac{\sqrt{U_y^2+2gH}+U_y}{2g}$　⑥ $\dfrac{\sqrt{U_y^2+2gH}-U_y}{2g}$

⑦ $\dfrac{-\sqrt{U_y^2+2gH}+U_y}{2g}$　⑧ $\dfrac{-\sqrt{U_y^2+2gH}-U_y}{2g}$

$\boxed{\text{エ}}$ の解答群

① U_xT　② $\dfrac{U_xT}{2}$　③ $\dfrac{\sqrt{3}}{2}U_xT$　④ $\dfrac{U_xT}{\sqrt{3}}$

⑤ U_yT　⑥ $\dfrac{U_yT}{2}$　⑦ $\dfrac{\sqrt{3}}{2}U_yT$　⑧ $\dfrac{U_yT}{\sqrt{3}}$

$\boxed{\text{オ}}$, $\boxed{\text{カ}}$ の解答群

① mV_x　② $-mV_x$　③ $2mV_x$

④ $-2mV_x$　⑤ mV_y　⑥ $-mV_y$

⑦ $2mV_y$　⑧ $-2mV_y$　⑨ 0

$\boxed{\text{キ}}$ の解答群

① $\dfrac{H}{3}$　② $\dfrac{7}{12}H$　③ $\dfrac{2}{3}H$　④ H

⑤ $\dfrac{13}{12}H$　⑥ $\dfrac{11}{9}H$　⑦ $\dfrac{5}{4}H$　⑧ $\dfrac{4}{3}H$

$\boxed{\text{ク}}$ の解答群

① $\sqrt{2g\left(\dfrac{H}{3}-h\right)}$　② $\sqrt{2g(H-h)}$　③ $\sqrt{2g\left(\dfrac{4H}{3}-h\right)}$

④ $\sqrt{2g\left(H-\dfrac{h}{3}\right)}$　⑤ $\sqrt{2gh}$　⑥ $\sqrt{2g\left(H-\dfrac{4h}{3}\right)}$

$\boxed{\text{ケ}}$ の解答群

① 0　② mg　③ $\dfrac{mgH'}{R}$

④ $\dfrac{mg\sqrt{R^2-H'^2}}{R}$　⑤ $\dfrac{mgH'}{\sqrt{R^2-H'^2}}$　⑥ $\dfrac{mgR}{H'}$

⑦ $\dfrac{mgR}{\sqrt{R^2-H'^2}}$　⑧ $\dfrac{mg\sqrt{R^2-H'^2}}{H'}$

$\boxed{\text{コ}}$ の解答群

① $\dfrac{H}{9}$　② $\dfrac{H}{6}$　③ $\dfrac{2}{9}H$　④ $\dfrac{H}{3}$

⑤ $\dfrac{4}{9}H$　⑥ $\dfrac{H}{2}$　⑦ $\dfrac{2}{3}H$　⑧ $\dfrac{8}{9}H$

(このページは，計算や下書きに利用してもよい。)

〔B〕 次の文中の $\boxed{\text{ア}}$ ～ $\boxed{\text{ク}}$ に最も適するものをそれぞれの解答群から一つ選び，解答用紙の所定の欄にその記号をマークせよ。また，空欄 $\boxed{\text{b}}$ に適する式を解答用紙の所定の欄に記入せよ。

図1のように，真空中に十分長い直線導線XYと一辺の長さが ℓ〔m〕の正方形のコイルABCDが同一平面上に固定されている。コイルの辺ABは導線XYと平行で，その間隔は a〔m〕である。導線XYには図の向きに大きさ I〔A〕の電流が流れている。コイルには内部抵抗の無視できる小さな電池が取り付けられていて，図の向きに大きさ i_0〔A〕の電流が流れている。真空の透磁率は μ_0〔N/A^2〕である。コイルに働く力を考えるときには，電池の影響はないものとする。また，重力の影響は考えなくてよい。

導線XYの電流 I がコイルのA点につくる磁界(磁場)の強さを H_{A0}〔A/m〕とすれば，$H_{A0}=$ $\boxed{\text{b}}$ である。導線XYのつくる磁界からコイルの辺ABと辺DCの長さ ℓ の部分が受ける力の大きさを，それぞれ F_{A0}〔N〕，F_{D0}〔N〕とすると，$F_{A0}=$ $\boxed{\text{ア}}$ である。コイルの辺ADと辺BCに働く力は，$\boxed{\text{イ}}$。電流 I がコイル全体に及ぼす力の大きさと向きは $\boxed{\text{ウ}}$ である。

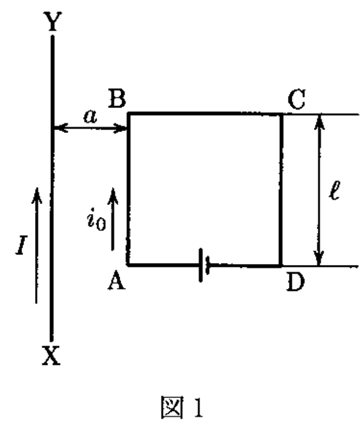


図1

次に，図2のように，コイルABCDの電池をはずし，内部抵抗の無視できる電流計を取り付けた。固定された導線XYには図の向きに大きさ I〔A〕の電流が流れている。コイルには水平で右向きの外力が加えられて，コイルは一定の速さ v〔m/s〕で右向きに動いている。運動中コイルは導線と同一平面上にあり，辺AB

は導線と平行に保たれている。コイルに流れる誘導電流のつくる磁界は，導線XYがつくる磁界に比べ無視できるほど小さい。また，コイルの変形も無視できる。

コイルは外力によって導線XYから遠ざかる向きに移動しているので，コイルを貫く磁束が変化し，コイルに誘導電流が流れる。導線XYと辺ABの間隔がx〔m〕のとき，電流IがコイルのA点とD点につくる磁界の強さをそれぞれH_A〔A/m〕，H_D〔A/m〕とする。図3のように，微小時間Δt〔s〕の間にコイルが実線の位置から破線の位置まで移動し，辺AB，辺DCはA′B′，D′C′にきた。この間，紙面に垂直に表から裏へコイルを貫く磁束が$\Delta\Phi$〔Wb〕だけ変化したとする。移動距離は十分小さいので，ABB′A′が囲む領域での磁界の強さは一定で，A点での磁界の強さと等しいとしてよい。領域DCC′D′でも同様に考えられるので，$\Delta\Phi$はH_AとH_Dを用いて，$\Delta\Phi = \boxed{\text{エ}}$と表せる。このときコイルに生じる起電力の大きさはファラデーの電磁誘導の法則より求められる。誘導電流はコイルを貫く磁束の変化を$\boxed{\text{オ}}$の向きに流れる。その電流の大きさi〔A〕は，コイル一周の電気抵抗をR〔Ω〕とすると，$i = \boxed{\text{カ}}$である。

コイルに電流が流れているとき，コイルにはジュール熱が発生する。コイルに単位時間あたりに発生するジュール熱は，外力が単位時間あたりにする仕事に等しい。電流の大きさがiのときの外力の大きさをF〔N〕とすると，$\boxed{\text{キ}}$の関係がある。したがって，導線XYと辺ABの間隔と，加えられている外力の大きさの関係は図$\boxed{\text{ク}}$のようになる。

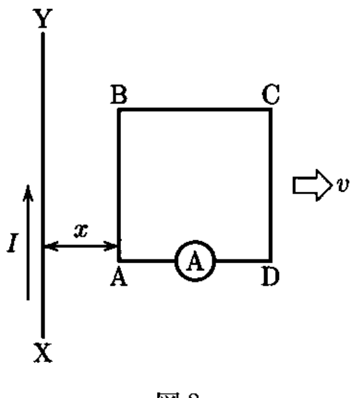


図2

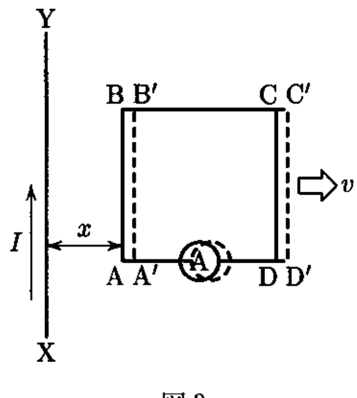


図3

$\boxed{\text{ア}}$ の解答群

① $H_{A0}i_0\ell$　② $H_{A0}i_0I\ell$　③ $H_{A0}i_0\ell^2$　④ $H_{A0}i_0I\ell^2$

⑤ $\mu_0H_{A0}i_0\ell$　⑥ $\mu_0H_{A0}i_0I\ell$　⑦ $\mu_0H_{A0}i_0\ell^2$　⑧ $\mu_0H_{A0}i_0I\ell^2$

$\boxed{\text{イ}}$ の解答群

① AD では紙面内上向き，BC では紙面内下向きで，大きさは等しい

② AD では紙面内下向き，BC では紙面内上向きで，大きさは等しい

③ AD では紙面に垂直で裏から表向き，BC では表から裏向きで，大きさは等しい

④ AD では紙面に垂直で表から裏向き，BC では裏から表向きで，大きさは等しい

⑤ AD では右向き，BC では左向きで，大きさは等しい

⑥ AD では左向き，BC では右向きで，大きさは等しい

⑦ AD，BC どちらも大きさが 0 である

$\boxed{\text{ウ}}$ の解答群

① $F_{A0}+F_{D0}$ で左向き　② $F_{A0}+F_{D0}$ で右向き

③ $|F_{A0}-F_{D0}|$ で左向き　④ $|F_{A0}-F_{D0}|$ で右向き

⑤ $\frac{1}{2}(F_{A0}+F_{D0})$ で左向き　⑥ $\frac{1}{2}(F_{A0}+F_{D0})$ で右向き

⑦ $\frac{1}{2}|F_{A0}-F_{D0}|$ で左向き　⑧ $\frac{1}{2}|F_{A0}-F_{D0}|$ で右向き

エ の解答群

① $\ell(H_A - H_D)v\Delta t$

② $\ell(H_A + H_D)v\Delta t$

③ $\ell(H_D - H_A)v\Delta t$

④ $-\ell(H_A + H_D)v\Delta t$

⑤ $\mu_0\ell(H_A - H_D)v\Delta t$

⑥ $\mu_0\ell(H_A + H_D)v\Delta t$

⑦ $\mu_0\ell(H_D - H_A)v\Delta t$

⑧ $-\mu_0\ell(H_A + H_D)v\Delta t$

オ の解答群

① 増すようにA→D→C→B

② 増すようにA→B→C→D

③ 妨げるようにA→D→C→B

④ 妨げるようにA→B→C→D

カ の解答群

① $\dfrac{I\ell(2x+\ell)v}{2\pi x(x+\ell)R}$

② $\dfrac{I\ell^2 v}{2\pi x(x+\ell)R}$

③ $\dfrac{\ell(2x+\ell)v}{2\pi x(x+\ell)R}$

④ $\dfrac{\ell^2 v}{2\pi x(x+\ell)R}$

⑤ $\dfrac{\mu_0 I\ell(2x+\ell)v}{2\pi x(x+\ell)R}$

⑥ $\dfrac{\mu_0 I\ell^2 v}{2\pi x(x+\ell)R}$

⑦ $\dfrac{\mu_0\ell(2x+\ell)v}{2\pi x(x+\ell)R}$

⑧ $\dfrac{\mu_0\ell^2 v}{2\pi x(x+\ell)R}$

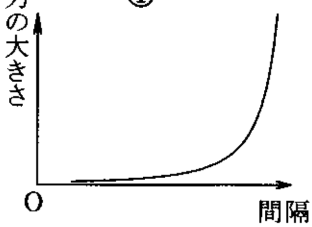
$\boxed{\quad キ \quad}$ の解答群

① $Fv = i^2R$　② $Fv = \dfrac{i^2}{R}$　③ $Fx = i^2R$　④ $Fx = \dfrac{i^2}{R}$

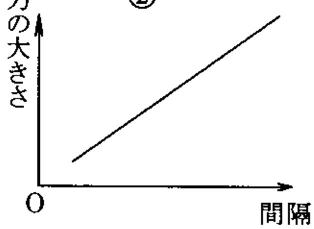
⑤ $Fv = \dfrac{i^2R}{2}$　⑥ $Fv = \dfrac{i^2}{2R}$　⑦ $Fx = \dfrac{i^2R}{2}$　⑧ $Fx = \dfrac{i^2}{2R}$

$\boxed{\quad ク \quad}$ の解答群

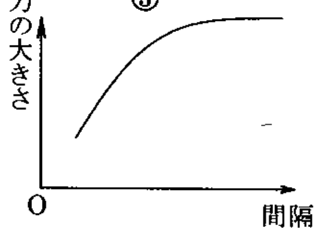
①



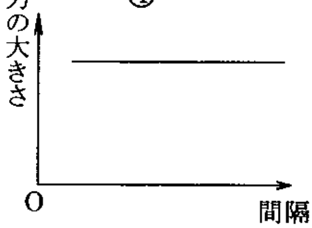
②



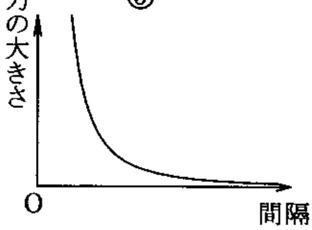
③



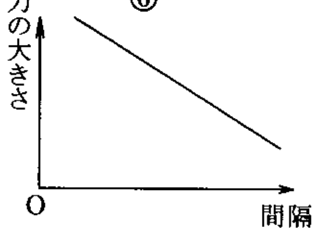
④



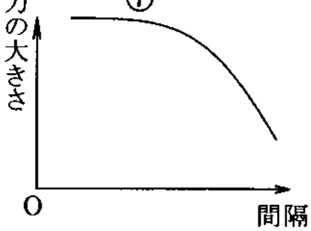
⑤



⑥



⑦



（このページは，計算や下書きに利用してもよい。）

〔C〕 次の文中の $\boxed{\text{ア}}$ ～ $\boxed{\text{ク}}$ に最も適するものをそれぞれの解答群から一つ選び，解答用紙の所定の欄にその記号をマークせよ。また，空欄 $\boxed{\text{c}}$ に適する語句を解答用紙の所定の欄に記入せよ。

以下の問題で，音源から発生した音は風のない空中を速さ V で進むものとする。また，音の波の数を，1波長あたり1個と数えることにする。必要な場合は，$\sqrt{3} \fallingdotseq 1.73$ として計算せよ。

(1) 図1のように，振動数 f の音を発生する音源Sと観測者Pが一直線上にある。S，Pともに静止しているとき，音はPを通過したのち時間 t の間に距離 Vt だけ進み，その間にPが聞く音の波の数は ft 個である。したがって，音の波長は $\boxed{\text{ア}}$ である。観測者Pが V よりも小さい速さ u で静止したSに向かって動くとき，Pは距離 ut の分だけ多くの波を聞くことになる。Pが動いても音の波長は変わらないので，Pが聞く音の振動数は $\boxed{\text{イ}}$ である。

次に，音源Sが V よりも小さい速さ v で静止した観測者Pに向かって動くときを考える。Sから発生した音が時間 t' の後にPに到達したとすると，はじめ音が発生した場所とPとの距離は Vt' である。時間 t' の間にSは ft' 個の波を発生するが，音がPに到達したときにはSは距離 vt' だけ進んでいるので，音源前方の波長は短くなる。したがって，Pが聞く音の振動数は $\boxed{\text{ウ}}$ である。以上のように，観測者や音源の運動により観測される音の振動数が変化する現象を $\boxed{\text{c}}$ 効果という。

図1

(2) 図2のように，観測者Pの乗った自動車が一定の速さ u で直線道路を西から東方向に走っている。音を発生したり聞いたりできる装置Qが道路から離れた地点Aにある。道路と地点Aは同一平面上にある。Qは振動数 f の音を発生しつづけており，また，発生する音に妨げられずに種々の振動数の音を聞

くことができる。自動車が道路上の地点Bに来たとき，線分ABと道路のなす角はθであった。自動車の速さuがVよりも十分小さいとき，観測者はuのBA方向成分の速さで音源に向かって進むと考えてよいので，Pが聞く音の振動数は$f_1 =$ [エ] となる。音は自動車で反射してAまで戻ってきた。反射してきた音を装置Qが聞くと，その振動数は$f_2 =$ [オ] である。自動車が道路を進んで，図のようにAB = ACとなる地点Cまで走ってきた。装置Qから発生した音がCにいる自動車で反射して戻ってきた。Qが反射音を聞くと，その振動数は$f_3 =$ [カ] である。

$\theta = 30^\circ$のとき，f_3は音源の振動数fの0.96倍であった。$V = 340$ m/sとすると，自動車の速さは$u =$ [キ] m/sと求められる。また，自動車がBからCまで走る間にQが聞く反射音の振動数の変化をグラフにすると，[ク] のようになる。グラフ中で，OはAから道路に下ろした垂線が道路と交わる地点である。また，たて軸(振動数軸)ではfのまわりを拡大して図示してある。

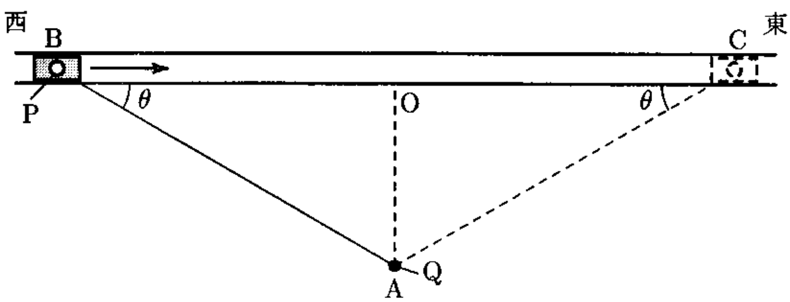


図2

$\boxed{\text{ア}}$, $\boxed{\text{イ}}$ の解答群

① $\dfrac{f}{V}$　② $\dfrac{V}{f}$　③ Vf

④ $\dfrac{f}{V+u}$　⑤ $\dfrac{f}{V-u}$　⑥ $\dfrac{V}{V+u}f$

⑦ $\dfrac{V}{V-u}f$　⑧ $\dfrac{V+u}{V}f$　⑨ $\dfrac{V-u}{V}f$

$\boxed{\text{ウ}}$ の解答群

① $\dfrac{V-v}{V+v}f$　② $\dfrac{V+v}{V-v}f$　③ $\dfrac{V}{V+v}f$

④ $\dfrac{V}{V-v}f$　⑤ $\dfrac{V+v}{V}f$　⑥ $\dfrac{V-v}{V}f$

$\boxed{\text{エ}}$ の解答群

① $\dfrac{V}{V+u\cos\theta}f$　② $\dfrac{V}{V-u\cos\theta}f$　③ $\dfrac{V}{V+u\sin\theta}f$

④ $\dfrac{V}{V-u\sin\theta}f$　⑤ $\dfrac{V+u\cos\theta}{V}f$　⑥ $\dfrac{V-u\cos\theta}{V}f$

⑦ $\dfrac{V+u\sin\theta}{V}f$　⑧ $\dfrac{V-u\sin\theta}{V}f$

$\boxed{\text{オ}}$ の解答群

① $\dfrac{V - u\sin\theta}{V - u\cos\theta}f$　② $\dfrac{V + u\sin\theta}{V - u\cos\theta}f$　③ $\dfrac{V + u\cos\theta}{V - u\cos\theta}f$

④ $\dfrac{V - u\cos\theta}{V - u\sin\theta}f$　⑤ $\dfrac{V + u\cos\theta}{V - u\sin\theta}f$　⑥ $\dfrac{V + u\sin\theta}{V - u\sin\theta}f$

$\boxed{\text{カ}}$ の解答群

① $\dfrac{V - u\sin\theta}{V + u\cos\theta}f$　② $\dfrac{V + u\sin\theta}{V + u\cos\theta}f$　③ $\dfrac{V - u\cos\theta}{V + u\cos\theta}f$

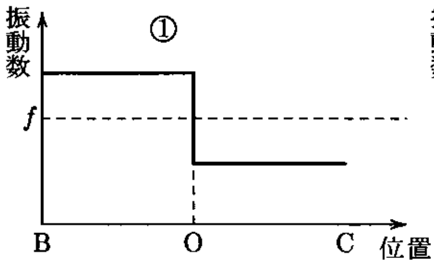
④ $\dfrac{V - u\cos\theta}{V + u\sin\theta}f$　⑤ $\dfrac{V + u\cos\theta}{V + u\sin\theta}f$　⑥ $\dfrac{V - u\sin\theta}{V + u\sin\theta}f$

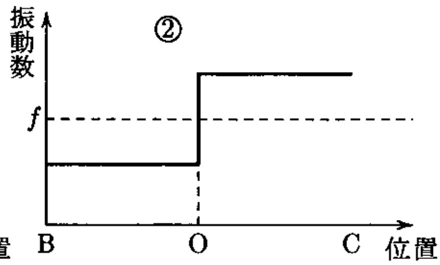
$\boxed{\text{キ}}$ の解答群

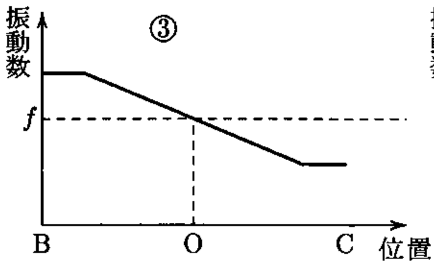
① 4　② 8　③ 10　④ 12

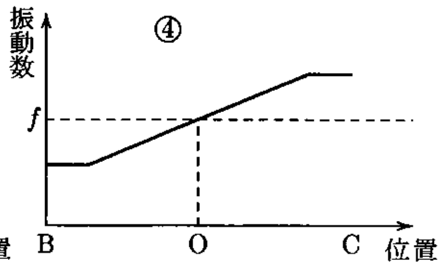
⑤ 14　⑥ 35　⑦ 41

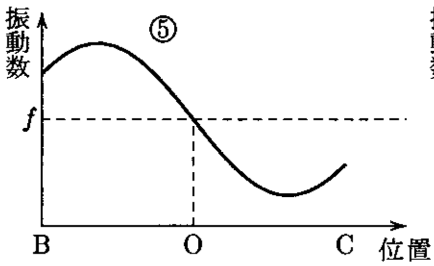
ク の解答群

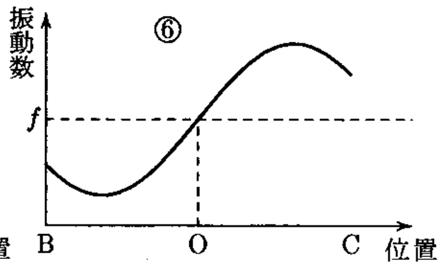

①
振動数
f
B
O
C
位置

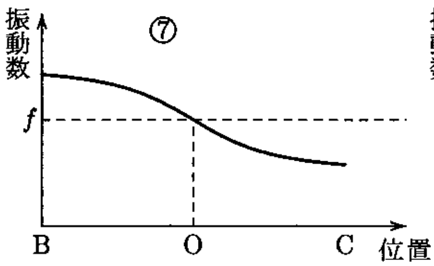

②
振動数
f
B
O
C
位置

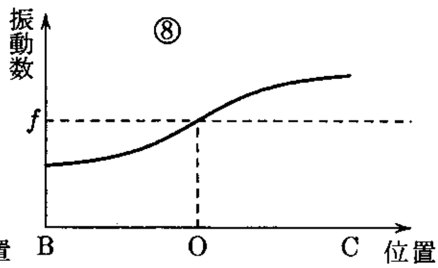

③
振動数
f
B
O
C
位置


④
振動数
f
B
O
C
位置


⑤
振動数
f
B
O
C
位置


⑥
振動数
f
B
O
C
位置


⑦
振動数
f
B
O
C
位置


⑧
振動数
f
B
O
C
位置

（このページは，計算や下書きに利用してもよい。）

（このページは，計算や下書きに利用してもよい。）