北里大学

2025 年度　一般選抜　物理

（2 科目　100 分）

注意事項　各問題の選択肢のうち質問に適した答えを 1 つだけ選びマークすること。1 問に 2 つ以上解答した場合は誤りとする。

Ⅰ つぎの問い（問 1〜問 5）の空所［　　］に入る適語を解答群から選択せよ。
（解答番号［ **1** ］〜［ **14** ］）

問 1　図 1 のように，重さ W〔N〕の一様で表面のあらい棒 A と，長さが A の半分で重さが $2W$〔N〕の一様な棒 B をあらい水平面上に置き，B の先端と A の中点が接するように組み合わせたところ，A と B はともに水平面と角度 60° をなして静止した。このとき，B が A から受ける垂直抗力の大きさは［ **1** ］$\times W$〔N〕であり，B が A から受ける摩擦力の大きさは［ **2** ］$\times W$〔N〕である。また，A が水平面から受ける摩擦力の大きさは［ **3** ］$\times W$〔N〕である。

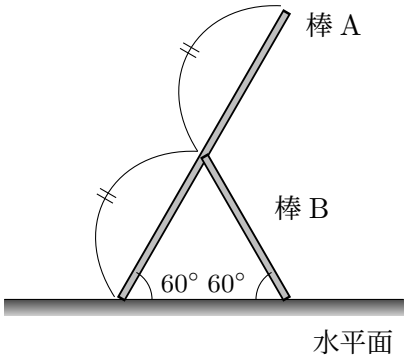

図 1

解答群

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

⑨ $\frac{2}{3}$　⑩ $\frac{\sqrt{2}}{2}$　⑪ $\frac{\sqrt{3}}{2}$　⑫ 1　⑬ $\sqrt{2}$　⑭ $\frac{3}{2}$　⑮ $\sqrt{3}$　⑯ 2

問 2　地球を半径 R〔m〕の一様な球であるとする。このとき，地球表面から高さ h〔m〕で等速円運動する人工衛星の角速度の大きさは［ **4** ］〔rad/s〕であり，周期は［ **5** ］〔s〕である。ただし，地球表面での重力加速度の大きさを g〔m/s^2〕とする。

［ **4** ］の解答群

① $\sqrt{\dfrac{R+h}{g}}$　② $\sqrt{\dfrac{(R+h)^2}{gR}}$　③ $\sqrt{\dfrac{(R+h)^3}{gR^2}}$　④ $\sqrt{\dfrac{R}{g}}$　⑤ $\sqrt{\dfrac{R^2}{g(R+h)}}$

⑥ $\sqrt{\dfrac{R^3}{g(R+h)^2}}$　⑦ $\sqrt{\dfrac{g}{R+h}}$　⑧ $\sqrt{\dfrac{gR}{(R+h)^2}}$　⑨ $\sqrt{\dfrac{gR^2}{(R+h)^3}}$　⑩ $\sqrt{\dfrac{g}{R}}$

⑪ $\sqrt{\dfrac{g(R+h)}{R^2}}$　⑫ $\sqrt{\dfrac{g(R+h)^2}{R^3}}$

［ **5** ］の解答群

① $2\pi\sqrt{\dfrac{R+h}{g}}$　② $2\pi\sqrt{\dfrac{(R+h)^2}{gR}}$　③ $2\pi\sqrt{\dfrac{(R+h)^3}{gR^2}}$　④ $2\pi\sqrt{\dfrac{R}{g}}$

⑤ $2\pi\sqrt{\dfrac{R^2}{g(R+h)}}$　⑥ $2\pi\sqrt{\dfrac{R^3}{g(R+h)^2}}$　⑦ $\dfrac{1}{2\pi}\sqrt{\dfrac{R+h}{g}}$　⑧ $\dfrac{1}{2\pi}\sqrt{\dfrac{(R+h)^2}{gR}}$

⑨ $\dfrac{1}{2\pi}\sqrt{\dfrac{(R+h)^3}{gR^2}}$　⑩ $\dfrac{1}{2\pi}\sqrt{\dfrac{R}{g}}$　⑪ $\dfrac{1}{2\pi}\sqrt{\dfrac{R^2}{g(R+h)}}$　⑫ $\dfrac{1}{2\pi}\sqrt{\dfrac{R^3}{g(R+h)^2}}$

問 3　図 2(a) のように，極板間の距離が d_1〔m〕で静電エネルギー U〔J〕をもつ平行板コンデンサー C を真空中に置いた。つぎに，図 2(b) のように，C の極板に力を加えて極板間の距離が d_2〔m〕になるまで極板をゆっくりと移動させた。この間に極板に加えている力のした仕事は **6** $\times U$〔J〕である。さらに，図 2(c) のように比誘電率が ε_{r} で極板と同じ面積をもち厚み d_2 の誘電体 D に力を加えながら，ゆっくりと極板間にすき間なく挿入した。この間に D に加えている力のした仕事は **7** $\times$ **8** $\times U$〔J〕である。ただし，電場は極板間のみに存在し一様であるものとする。

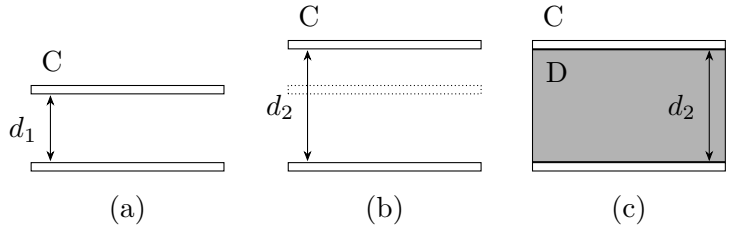

図 2

6 と **7** の解答群

① $\dfrac{1}{d_1}$　② $\dfrac{1}{d_2}$　③ $\dfrac{1}{2d_1}$　④ $\dfrac{1}{2d_2}$　⑤ $\dfrac{d_2}{d_1}$　⑥ $\dfrac{d_1}{d_2}$　⑦ $\dfrac{d_2}{2d_1}$

⑧ $\dfrac{d_1}{2d_2}$　⑨ $\dfrac{d_1-d_2}{d_1}$　⑩ $\dfrac{d_2-d_1}{d_1}$　⑪ $\dfrac{d_1-d_2}{2d_1}$　⑫ $\dfrac{d_2-d_1}{2d_1}$　⑬ $\dfrac{d_1-d_2}{d_2}$　⑭ $\dfrac{d_2-d_1}{d_2}$

⑮ $\dfrac{d_1-d_2}{2d_2}$　⑯ $\dfrac{d_2-d_1}{2d_2}$

8 の解答群

① $\varepsilon_{\mathrm{r}}-1$　② $1-\varepsilon_{\mathrm{r}}$　③ $\dfrac{1}{\varepsilon_{\mathrm{r}}-1}$　④ $\dfrac{1}{1-\varepsilon_{\mathrm{r}}}$　⑤ $\dfrac{\varepsilon_{\mathrm{r}}-1}{\varepsilon_{\mathrm{r}}}$　⑥ $\dfrac{1-\varepsilon_{\mathrm{r}}}{\varepsilon_{\mathrm{r}}}$

⑦ $\dfrac{\varepsilon_{\mathrm{r}}}{\varepsilon_{\mathrm{r}}-1}$　⑧ $\dfrac{\varepsilon_{\mathrm{r}}}{1-\varepsilon_{\mathrm{r}}}$

問 4　図 3 のように，風のない空気中で，静止している観測者 O，振動数 f〔Hz〕の音を出す音源 S，定点 p，および壁が直線上に並んでいる。O と点 p との間で S が速さ v〔m/s〕で壁に向かって移動しているとき，O は S から直接届く音と壁から反射してくる音の両方を同時に観測することで 1 秒間に **9** × **10** 回のうなりを聞いた。つぎに，S は点 p を通過した直後に速さを $\frac{v}{2}$〔m/s〕に変えて移動を続けた。すると O が観測するうなりの振動数が 2 回変化した。このとき，1 回目に変化したときのうなりの振動数は **11** × **12** 〔Hz〕である。ただし，音の速さを V〔m/s〕とする。

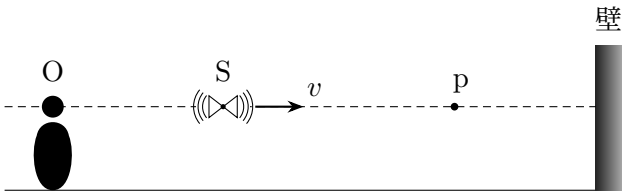

図 3

9 と **11** の解答群

① $\frac{1}{2}$　② $\frac{3}{4}$　③ 1　④ $\frac{5}{4}$　⑤ $\frac{3}{2}$　⑥ $\frac{7}{4}$　⑦ 2　⑧ $\frac{9}{4}$　⑨ $\frac{5}{2}$　⑩ 3

⑪ $\frac{7}{2}$　⑫ 4　⑬ $\frac{9}{2}$

10 と **12** の解答群

① $\frac{Vvf}{(V-v)^2}$　② $\frac{Vvf}{(V+v)(V-v)}$　③ $\frac{Vvf}{(V+v)^2}$　④ $\frac{Vvf}{(V-v)(2V-v)}$

⑤ $\frac{Vvf}{(V+v)(2V-v)}$　⑥ $\frac{Vvf}{(V-v)(2V+v)}$　⑦ $\frac{Vvf}{(V+v)(2V+v)}$　⑧ $\frac{Vvf}{(2V-v)^2}$

⑨ $\frac{Vvf}{(2V-v)(2V+v)}$　⑩ $\frac{Vvf}{(2V+v)^2}$

問 5　図 4 のように，断熱容器 A と断熱容器 B がコックのついた細く断熱された管でつながっており，内部にはそれぞれ単原子分子理想気体が封入されている。ただし，A 内の気体の圧力は P〔Pa〕，体積は V〔m^3〕，温度は T〔K〕であり，B 内の気体の圧力は $2P$〔Pa〕，体積は $2V$〔m^3〕である。つぎに，コックを開いて気体を混合させたところ，A 内と B 内の気体はともに温度 $2T$〔K〕となった。このとき，気体を混合した後の A 内と B 内の気体の圧力は **13** $\times P$〔Pa〕であり，気体を混合する前の B 内の気体の温度は **14** $\times T$〔K〕である。

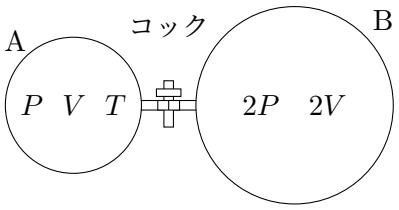

図 4

解答群

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

II つぎの問い（問 1〜問 5）の空所［　　］に入る適語を解答群から選択せよ。

（解答番号［ **15** ］〜［ **22** ］）

図 5 のように，床が水平でなめらかな台車の鉛直な壁に，ばね定数 k〔N/m〕の軽いばね K の一端を固定し，K の他端には質量 m〔kg〕の小物体 A を取り付け，K と A を静止させたまま台車を水平面上に静かに置いた。つぎに，水平な矢印の向きに一定の大きさ a〔m/s^2〕で台車を加速したところ，A は単振動を始めた。ただし，K と A と台車は水平方向にのみ運動するものとし，A は台車の壁とは衝突しないものとする。また，A の運動は台車内の人が観測するものとする。

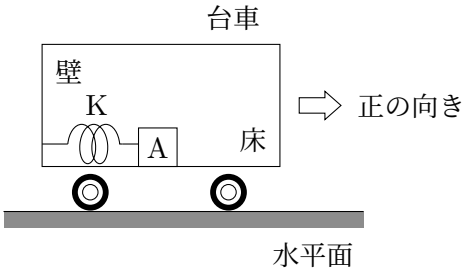

図 5

問 1　A の振幅は［ **15** ］〔m〕であり，K がもっとも縮んだときに K にたくわえられている弾性エネルギーは［ **16** ］〔J〕である。

［ 15 ］の解答群

① $\dfrac{kma}{2}$　② $\dfrac{ka}{2m}$　③ $\dfrac{ma}{2k}$　④ $\dfrac{m}{2ka}$　⑤ $\dfrac{k}{2ma}$　⑥ kma　⑦ $\dfrac{ka}{m}$

⑧ $\dfrac{ma}{k}$　⑨ $\dfrac{m}{ka}$　⑩ $\dfrac{k}{ma}$　⑪ $2kma$　⑫ $\dfrac{2ka}{m}$　⑬ $\dfrac{2ma}{k}$　⑭ $\dfrac{2m}{ka}$

⑮ $\dfrac{2k}{ma}$

［ 16 ］の解答群

① $\dfrac{kma}{2}$　② $\dfrac{ka}{2m}$　③ $\dfrac{ma}{2k}$　④ $\dfrac{k^2a^2}{2m}$　⑤ $\dfrac{m^2a^2}{2k}$　⑥ kma　⑦ $\dfrac{ka}{m}$

⑧ $\dfrac{ma}{k}$　⑨ $\dfrac{k^2a^2}{m}$　⑩ $\dfrac{m^2a^2}{k}$　⑪ $2kma$　⑫ $\dfrac{2ka}{m}$　⑬ $\dfrac{2ma}{k}$　⑭ $\dfrac{2k^2a^2}{m}$

⑮ $\dfrac{2m^2a^2}{k}$

問 2　A が運動を始めてから，K が 2 回目にもっとも縮んだときに台車は加速を止め，その後は一定の速度で運動を続けた。台車が加速を始めてから加速を止めるまでの時間は **17** 〔s〕である。

17 の解答群

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

⑥ $\frac{2\pi}{3}\sqrt{\frac{k}{m}}$　⑦ $\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$　⑧ $\pi\sqrt{\frac{k}{m}}$　⑨ $\frac{3\pi}{2}\sqrt{\frac{m}{k}}$　⑩ $\frac{3\pi}{2}\sqrt{\frac{k}{m}}$

⑪ $2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$　⑫ $2\pi\sqrt{\frac{k}{m}}$　⑬ $3\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$　⑭ $3\pi\sqrt{\frac{k}{m}}$

問 3　台車が一定の速度で運動を始めてから，A は **15** とは異なる振幅で単振動し始めた。このときの振幅は **15** の **18** 倍であり，A の速さの最大値は **19** 〔m/s〕である。

18 の解答群

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

⑩ $\sqrt{2}$　⑪ $\frac{3}{2}$　⑫ $\sqrt{3}$　⑬ 2　⑭ $\sqrt{5}$　⑮ 3　⑯ $2\sqrt{3}$　⑰ 4　⑱ $2\sqrt{5}$

19 の解答群

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

⑥ $\frac{2a}{3}\sqrt{\frac{k}{m}}$　⑦ $a\sqrt{\frac{m}{k}}$　⑧ $a\sqrt{\frac{k}{m}}$　⑨ $\frac{3a}{2}\sqrt{\frac{m}{k}}$　⑩ $\frac{3a}{2}\sqrt{\frac{k}{m}}$

⑪ $2a\sqrt{\frac{m}{k}}$　⑫ $2a\sqrt{\frac{k}{m}}$　⑬ $3a\sqrt{\frac{m}{k}}$　⑭ $3a\sqrt{\frac{k}{m}}$

問 4　台車が一定の速度で運動を始めてから，A が 1 周期分の振動をした直後に，台車は一定の加速度で減速を始め，やがて静止した。台車が減速している間，A は **15** の 4 倍の振幅で単振動し続けた。このとき，台車の加速度の大きさは **20** $\times a$〔m/s^2〕である。また，台車が静止した後も単振動を続ける A の振幅は，**15** の **21** 倍である。

解答群

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

⑩ $\sqrt{2}$　⑪ $\frac{3}{2}$　⑫ $\sqrt{3}$　⑬ 2　⑭ $\sqrt{5}$　⑮ 3　⑯ $2\sqrt{3}$　⑰ 4　⑱ $2\sqrt{5}$

問 5　**17** を T とおく。台車が最初の加速度運動を始めてから静止するまでに，台車が水平面上で移動した距離は **22** $\times aT^2$〔m〕である。

解答群

① $\frac{5}{16}$　② 1　③ $\frac{17}{16}$　④ $\frac{13}{12}$　⑤ $\frac{7}{6}$　⑥ $\frac{17}{12}$　⑦ $\frac{13}{8}$　⑧ $\frac{5}{3}$

⑨ $\frac{31}{16}$　⑩ 2　⑪ $\frac{17}{8}$　⑫ $\frac{31}{12}$　⑬ 3

III つぎの問い（問 1〜問 7）の空所［　　］に入る適語を解答群から選択せよ。

（解答番号［ **23** ］〜［ **29** ］）

図 6 のように，じゅうぶん広いスクリーン S の中央を原点 O とする xyz 軸をとり，S と x-y 平面が一致するように真空中で固定した。さらに一辺の長さが a〔m〕の正方形をした 4 枚の極板 A，B，C，D を，A と B は S と平行にして中心を z 軸が通るように固定し，C と D は x-z 平面に平行で CD 間の中央を z 軸が通るように固定した。C と D の中心を通り極板と直交する線と z 軸との交点を点 p とし，点 p と原点 O との距離は ℓ〔m〕である。ここで，質量 m〔kg〕で正の電気量 q〔C〕をもつ小球 P を A の中央で静止させ，B の中央に小さな穴を開ける。AB 間に電位差 V_1〔V〕を与え，D は C より電位差 V_2〔V〕だけ高くなるようにしたところ，P は z 軸上を運動し始め，B の穴を抜けて飛び出した。ただし，AB 間と CD 間の距離をそれぞれ d_1〔m〕および d_2〔m〕とし，AB 間と CD 間の電場は一様で極板間の外には存在しないものとする。また，座標軸の単位は〔m〕であり，重力の影響は考えないものとする。

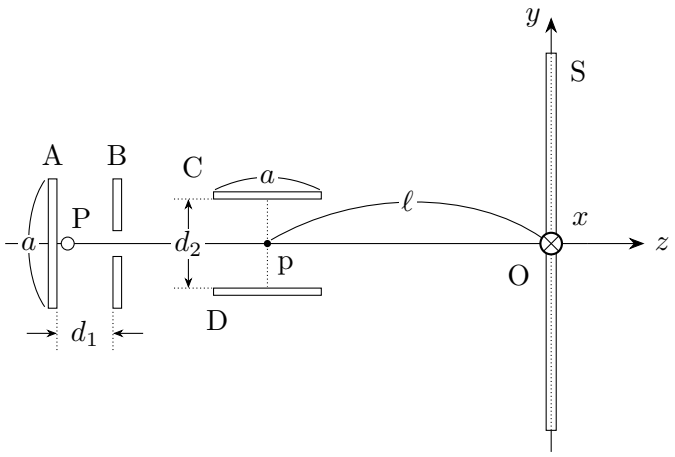

図 6

問 1　P が AB 間にあるとき，P にはたらく力の大きさは［ **23** ］〔N〕である。

解答群

① qV_1　② qd_1V_1　③ $\dfrac{qV_1}{d_1}$　④ $\dfrac{qd_1}{V_1}$　⑤ $\dfrac{q}{d_1V_1}$　⑥ $qd_1{V_1}^2$　⑦ $\dfrac{q{V_1}^2}{d_1}$

⑧ $\dfrac{qd_1}{{V_1}^2}$　⑨ $\dfrac{q}{d_1{V_1}^2}$　⑩ mqV_1　⑪ mqd_1V_1　⑫ $\dfrac{mqV_1}{d_1}$　⑬ $\dfrac{mqd_1}{V_1}$　⑭ $\dfrac{mq}{d_1V_1}$

⑮ $mqd_1{V_1}^2$　⑯ $\dfrac{mq{V_1}^2}{d_1}$　⑰ $\dfrac{mqd_1}{{V_1}^2}$　⑱ $\dfrac{mq}{d_1{V_1}^2}$

問 2　P が B の穴を飛び出した直後の P の速さは **24** 〔m/s〕である。

解答群

① $\dfrac{qV_1}{m}$　② $\dfrac{2qV_1}{m}$　③ $\dfrac{mV_1}{q}$　④ $\dfrac{2mV_1}{q}$　⑤ $\dfrac{mq}{V_1}$　⑥ $\dfrac{2mq}{V_1}$

⑦ $\sqrt{\dfrac{qV_1}{m}}$　⑧ $\sqrt{\dfrac{2qV_1}{m}}$　⑨ $\sqrt{\dfrac{mV_1}{q}}$　⑩ $\sqrt{\dfrac{2mV_1}{q}}$　⑪ $\sqrt{\dfrac{mq}{V_1}}$　⑫ $\sqrt{\dfrac{2mq}{V_1}}$

問 3　P が CD 間にあるとき，P に生じている加速度の大きさは **25** 〔m/s^2〕である。

解答群

① $\dfrac{qV_2}{2m}$　② $\dfrac{qV_2}{2d_2}$　③ $\dfrac{qV_2}{md_2}$　④ $\dfrac{qV_2}{2md_2}$　⑤ $\dfrac{qV_2{}^2}{2m}$　⑥ $\dfrac{qV_2{}^2}{2d_2}$　⑦ $\dfrac{qV_2{}^2}{md_2}$　⑧ $\dfrac{qV_2{}^2}{2md_2}$

⑨ $\dfrac{2m}{qV_2}$　⑩ $\dfrac{2d_2}{qV_2}$　⑪ $\dfrac{md_2}{qV_2}$　⑫ $\dfrac{2md_2}{qV_2}$　⑬ $\dfrac{2m}{qV_2{}^2}$　⑭ $\dfrac{2d_2}{qV_2{}^2}$　⑮ $\dfrac{md_2}{qV_2{}^2}$　⑯ $\dfrac{2md_2}{qV_2{}^2}$

問 4　P が CD 間を通り抜けるためには，V_2 は最大で **26** $\times V_1$〔V〕である。

解答群

① $\dfrac{d}{a}$　② $\dfrac{2d_2}{a}$　③ $\dfrac{4d_2}{a}$　④ $\dfrac{8d_2}{a}$　⑤ $\dfrac{2d_2{}^2}{a^2}$　⑥ $\dfrac{4d_2{}^2}{a^2}$　⑦ $\dfrac{8d_2{}^2}{a^2}$

⑧ $\dfrac{a}{d_2}$　⑨ $\dfrac{2a}{d_2}$　⑩ $\dfrac{4a}{d_2}$　⑪ $\dfrac{8a}{d_2}$　⑫ $\dfrac{2a^2}{d_2{}^2}$　⑬ $\dfrac{4a^2}{d_2{}^2}$　⑭ $\dfrac{8a^2}{d_2{}^2}$

問 5　**26** を n とおき，$V_2 = nV_1$ とする。このとき，P は CD 間を抜けて S に到達した。P が到達した S 上の点の y 座標を n を用いて表すと **27** 〔m〕である。

解答群

① $\dfrac{\sqrt{2}}{2}n\ell$　② $n\ell$　③ $\sqrt{2}\,n\ell$　④ $2n\ell$　⑤ $\dfrac{\sqrt{2n}}{2}\ell$　⑥ $\sqrt{n}\,\ell$　⑦ $\sqrt{2n}\,\ell$

⑧ $2\sqrt{n}\,\ell$　⑨ $\dfrac{\sqrt{2n\ell}}{2}$　⑩ $\sqrt{n\ell}$　⑪ $\sqrt{2n\ell}$　⑫ $2\sqrt{n\ell}$　⑬ $\dfrac{\sqrt{2\ell}}{2}n$　⑭ $\sqrt{\ell}\,n$

⑮ $\sqrt{2\ell}\,n$　⑯ $2\sqrt{\ell}\,n$

つぎに，CD 間の電位差を 0 にし，CD 間に大きさ B〔T〕の一様な磁束密度の磁場を y 軸と平行な向きに加えた。質量 m〔kg〕で正の電気量 q〔C〕をもつ小球 P′ を A の中央で静止させ，AB 間に電位差 V_1〔V〕を加えたところ，P′ は B の穴から飛び出した。その後，P′ は CD 間で図 7 のような円弧を描きながら，x 座標が $\dfrac{a}{2}$〔m〕となる点 r で CD 間を抜け，S に到達した。ただし，図 7 は C を y 軸の正の側から見たものであり，重力の影響は考えないものとする。

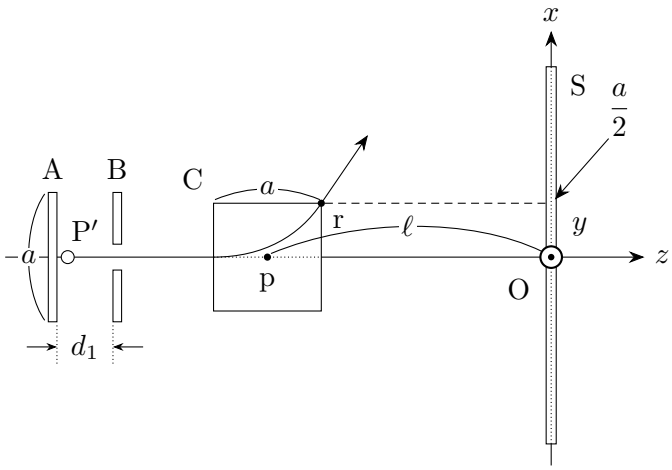

図 7

問 6　P′ が CD 間にあるとき，P′ が描く円弧の半径は **28** 〔m〕である。

解答群

① $\sqrt{\dfrac{mV_1}{qB}}$　② $\sqrt{\dfrac{2mV_1}{qB}}$　③ $\sqrt{\dfrac{mV_1{}^2}{qB}}$　④ $\sqrt{\dfrac{2mV_1{}^2}{qB}}$　⑤ $\sqrt{\dfrac{mV_1}{qB^2}}$

⑥ $\sqrt{\dfrac{2mV_1}{qB^2}}$　⑦ $\sqrt{\dfrac{mV_1{}^2}{qB^2}}$　⑧ $\sqrt{\dfrac{2mV_1{}^2}{qB^2}}$

問 7　P′ が到達した S 上の点の x 座標は **29** 〔m〕である。

解答群

① $\dfrac{2\ell - a}{3}$　② $\dfrac{2\ell - 2a}{3}$　③ $\dfrac{4\ell - a}{3}$　④ $\dfrac{4\ell - 2a}{3}$　⑤ $\dfrac{6\ell - a}{3}$　⑥ $\dfrac{6\ell - 2a}{3}$

⑦ $\dfrac{8\ell - a}{3}$　⑧ $\dfrac{8\ell - 2a}{3}$　⑨ $\dfrac{2\ell - a}{6}$　⑩ $\dfrac{\ell - a}{3}$　⑪ $\dfrac{4\ell - a}{6}$　⑫ $\dfrac{6\ell - a}{6}$

⑬ $\dfrac{3\ell - a}{3}$　⑭ $\dfrac{8\ell - a}{6}$