龍谷大学入試 傾向と対策

一般選抜入試　理系型　前期日程

物理

2024年1月29日

大問構成

2024年度入試の場合

大問番号	出題単元	出題内容
Ⅰ	力学	重力による運動／力学的エネルギー保存／力積と運動量など。数式を用いた最大値問題がやや難問。
Ⅱ	電磁気	電界（電場）や磁界（磁場）中の荷電粒子の運動問題。力学の理論を多数使用。
Ⅲ	熱学	ばね付きピストンとシリンダー問題。序盤の「P-Vグラフ」が描けるかどうかがポイント。

到達目標

龍谷大学が求めているのは…

到達目標

龍谷大学が求めているのは…

高校レベルの，自然現象の

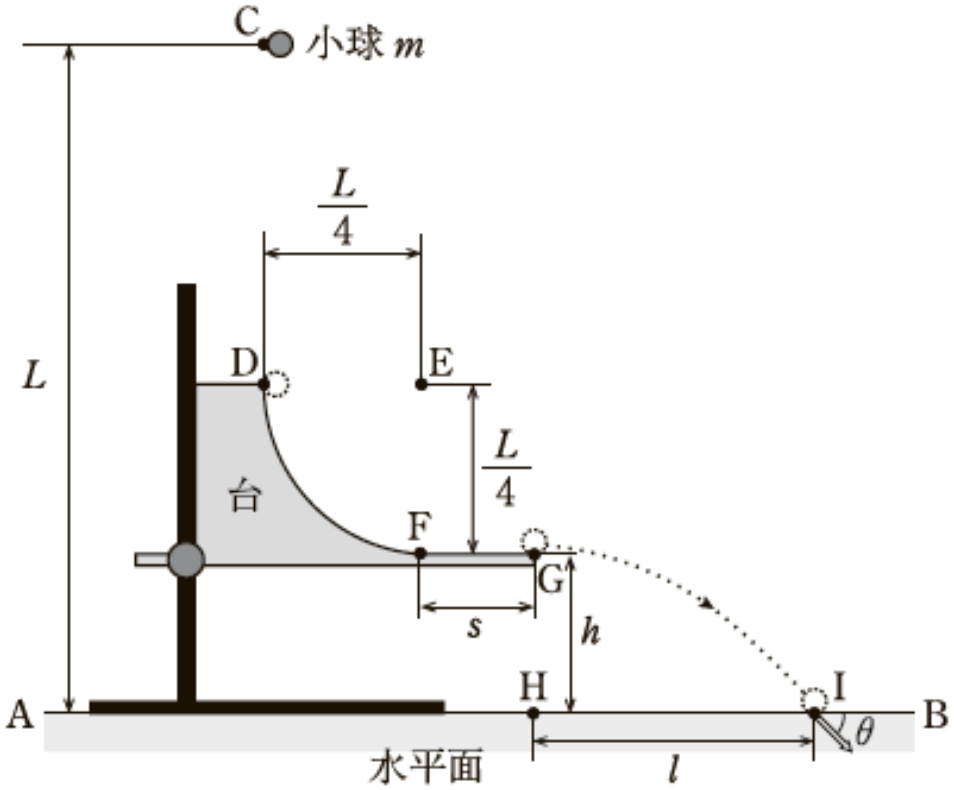
正確な理解

物理（理系型）　2024年1月29日

第１問〔力学分野〕

第１問

第１問



図Ｉ－１

第１問

第１問

【テーマ】

重力による運動／力学的エネルギー保存

／力積と運動量

【分析】

前半：検定教科書レベルの標準問題。

単元の定着度で差がつく。

後半：水平到達距離の最大値問題。

2次関数の最大値問題であることに気づけたか。

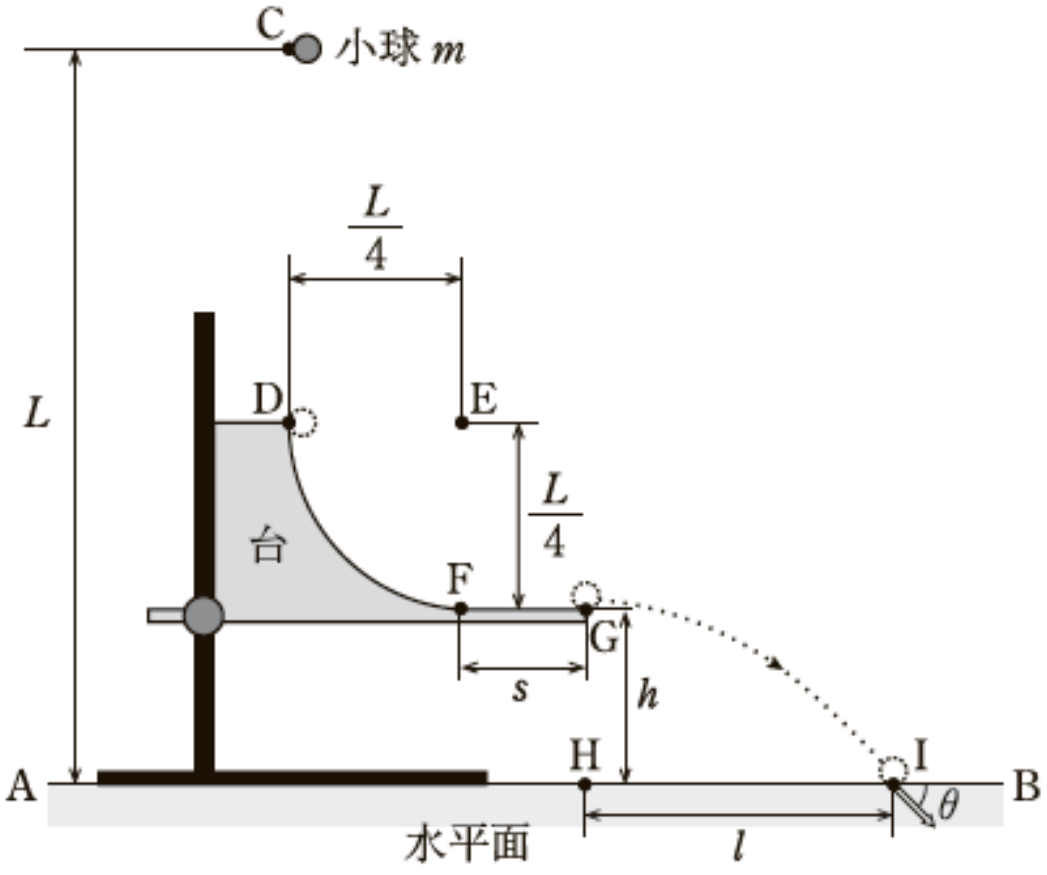
第1問 問1

時刻 $t = 0$［s］に小球を点Cからはなすとする。小球は時刻 $t_1 =$【1－A】［s］に点Dに到達し，そのときの速さは $v_1 =$【1－B】［m／s］となる。

	【1－A】	【1－B】
①	$\sqrt{2g(L-h)}$	gt_1
②	$\sqrt{2g\left(\frac{3L}{4}-h\right)}$	gt_1
③	$\sqrt{\frac{2(L-h)}{g}}$	gt_1
④	$\sqrt{\frac{2}{g}\left(\frac{3L}{4}-h\right)}$	gt_1

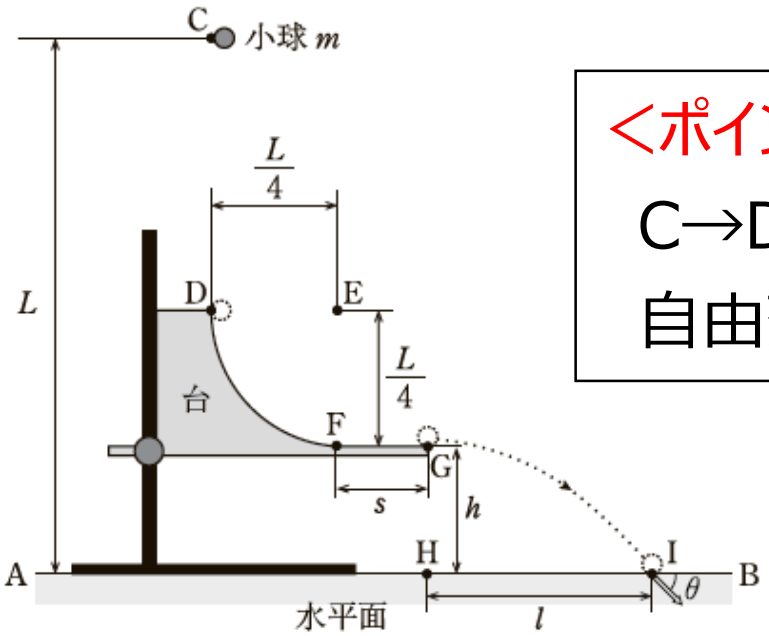
	【1－A】	【1－B】
⑤	$\sqrt{2g(L-h)}$	$\frac{g}{2}t_1$
⑥	$\sqrt{2g\left(\frac{3L}{4}-h\right)}$	$\frac{g}{2}t_1$
⑦	$\sqrt{\frac{2(L-h)}{g}}$	$\frac{g}{2}t_1$
⑧	$\sqrt{\frac{2}{g}\left(\frac{3L}{4}-h\right)}$	$\frac{g}{2}t_1$

第1問 問1



図Ⅰ－1

第1問 問1



図Ⅰ－1

＜ポイント＞

C→Dの間の小球の運動は

自由落下！

第1問 問1

時刻 $t = 0$［s］に小球を点Cからはなすとする。小球は時刻 t_1 =【1－A】［s］に点Dに到達し，そのときの速さは v_1 =【1－B】［m／s］となる。

＜解＞ ④

自由落下の公式より、

$$v_1 = gt_1$$

$$L - \left(\frac{1}{4}L + h\right) = \frac{1}{2}gt_1^2 \quad \therefore \ t_1 = \sqrt{\frac{2}{g}\left(\frac{3L}{4} - h\right)}$$

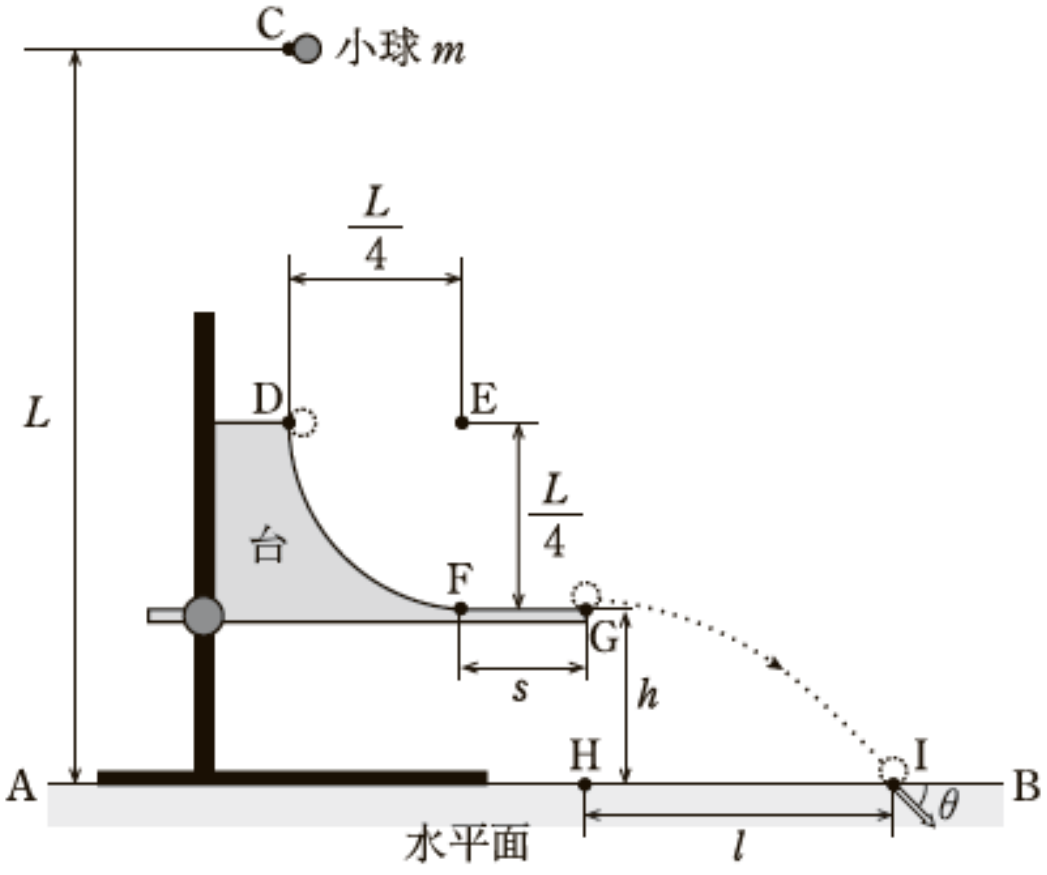
④	$\sqrt{\frac{2}{g}\left(\frac{3L}{4} - h\right)}$	gt_1

第1問 問2

小球は速さ v_1 で台上を滑り始め，点Gから速さ v_2 ［m／s］で水平方向に投射された。【2－A】より v_2 =【2－B】となる。

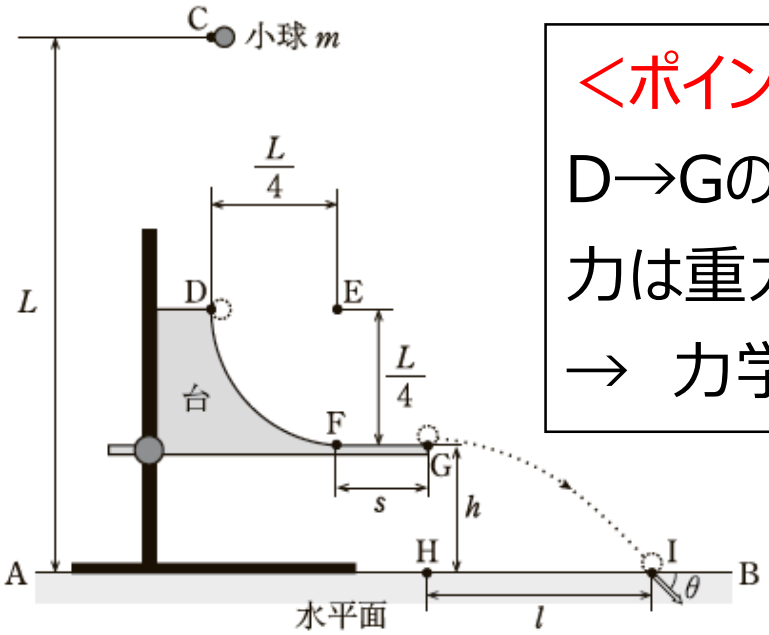
	【2－A】	【2－B】
①	運動量保存則	$\sqrt{v_1^2 + 2gL}$
②	運動量保存則	$\sqrt{v_1^2 + \frac{gL}{2}}$
③	運動量保存則	$\sqrt{v_1^2 + 2g(L + s)}$
④	運動量保存則	$\sqrt{v_1^2 + \frac{g(L + 4s)}{2}}$
⑤	力学的エネルギー保存則	$\sqrt{v_1^2 + 2gL}$
⑥	力学的エネルギー保存則	$\sqrt{v_1^2 + \frac{gL}{2}}$
⑦	力学的エネルギー保存則	$\sqrt{v_1^2 + 2g(L + s)}$
⑧	力学的エネルギー保存則	$\sqrt{v_1^2 + \frac{g(L + 4s)}{2}}$

第1問 問1



図Ⅰ－1

第1問 問2



図Ⅰ－1

＜ポイント＞

D→Gの間に小球に仕事をする力は重力（保存力）のみ

→　力学的エネルギー保存！

第1問 問2

小球は速さ v_1 で台上を滑り始め，点Gから速さ v_2 ［m／s］で水平方向に投射された。【2－A】より v_2 =【2－B】となる。

＜解＞ ⑥

力学的エネルギー保存則より、

$$\frac{1}{2}mv_1^2 + mg \times \frac{1}{4}L = \frac{1}{2}mv_2^2 + mg \times 0$$

$$\therefore\ v_2 = \sqrt{v_1^2 + \frac{gL}{2}}$$

⑥	力学的エネルギー保存則	$\sqrt{v_1^2 + \frac{gL}{2}}$

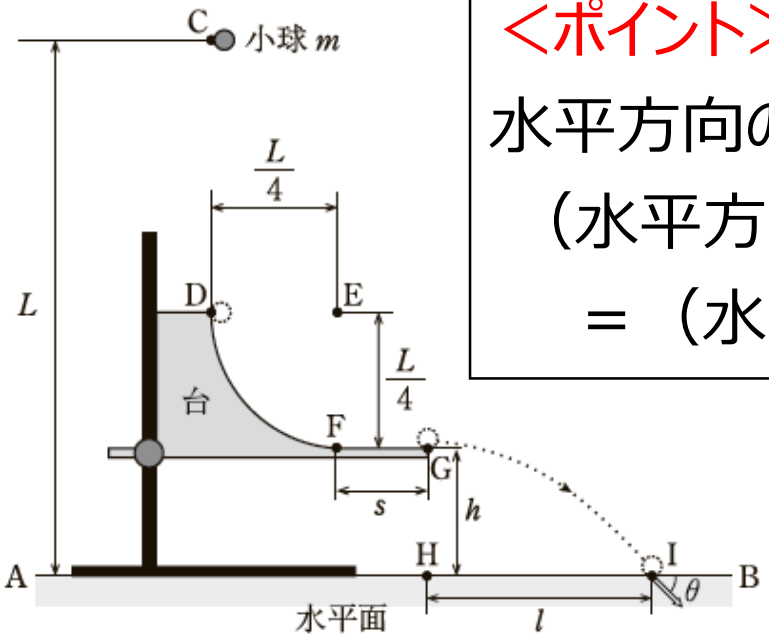
第1問 問3

点Dから点Gまで動く間に，小球には台から力がはたらく。台から小球にはたらく水平方向の力積は大きさが【3－A】［N・s］であり，小球が【3－B】を動く間にはたらく。

	【3－A】	【3－B】
①	mv_1	点Dから点F
②	mv_2	点Dから点F
③	$2mv_1$	点Dから点F
④	$2mv_2$	点Dから点F

	【3－A】	【3－B】
⑤	mv_1	点Fから点G
⑥	mv_2	点Fから点G
⑦	$2mv_1$	点Fから点G
⑧	$2mv_2$	点Fから点G

第1問 問3



図Ⅰ－1

＜ポイント＞

水平方向の力積と運動量の関係

（水平方向の力積）

＝（水平方向の運動量変化）

第1問 問3

点Dから点Gまで動く間に，小球には台から力がはたらく。台から小球にはたらく水平方向の力積は大きさが【3－A】［N･s］であり，小球が【3－B】を動く間にはたらく。

＜解＞ ②

水平方向の力積と運動量の関係より、

$$(\text{力積}) = mv_2 - m \times 0 = mv_2$$

この力積は台の面から受ける垂直抗力により与えられるが、その垂直抗力が水平成分を持つのは点Dから点Fを通過する間である。

②	mv_2	点Dから点F

第1問 問4

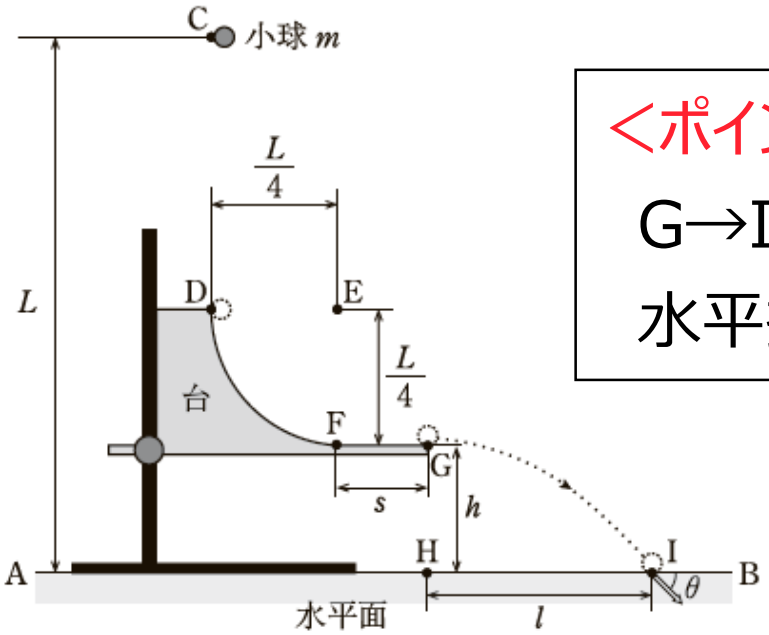
点Gから水平面上の点Ⅰに落下するまでの時間は t_2 ＝【4－A】［s］であり，点Hから点Ⅰまでの距離は l ＝【4－B】［m］となる。

	【4－A】	【4－B】
①	$\sqrt{\frac{h}{g}}$	$v_2 t_2$
②	$\sqrt{\frac{h}{g}}$	$\frac{g}{2} t_2^2$
③	$\sqrt{\frac{h}{g}}$	$v_2 t_2 + \frac{g}{2} t_2^2$

	【4－A】	【4－B】
④	$\sqrt{\frac{2h}{g}}$	$v_2 t_2$
⑤	$\sqrt{\frac{2h}{g}}$	$\frac{g}{2} t_2^2$
⑥	$\sqrt{\frac{2h}{g}}$	$v_2 t_2 + \frac{g}{2} t_2^2$

	【4－A】	【4－B】
⑦	$\sqrt{\frac{s+h}{g}}$	$v_2 t_2$
⑧	$\sqrt{\frac{s+h}{g}}$	$\frac{g}{2} t_2^2$
⑨	$\sqrt{\frac{s+h}{g}}$	$v_2 t_2 + \frac{g}{2} t_2^2$

第1問 問4



図Ⅰ－1

＜ポイント＞

G→Iの間の小球の運動は

水平投射！

第1問 問4

点Gから水平面上の点Ⅰに落下するまでの時間は t_2 ＝【4－A】［s］であり，点Hから点Ⅰまでの距離は l ＝【4－B】［m］となる。

＜解＞ ④

水平投射の式（鉛直方向の自由落下の式）より、

$$h = \frac{1}{2} g t_2^2 \quad \therefore \quad t_2 = \sqrt{\frac{2h}{g}}$$

水平投射の式（水平方向の等速直線運動の式）より、

$$l = v_2 t_2$$

④	$\sqrt{\frac{2h}{g}}$	$v_2 t_2$

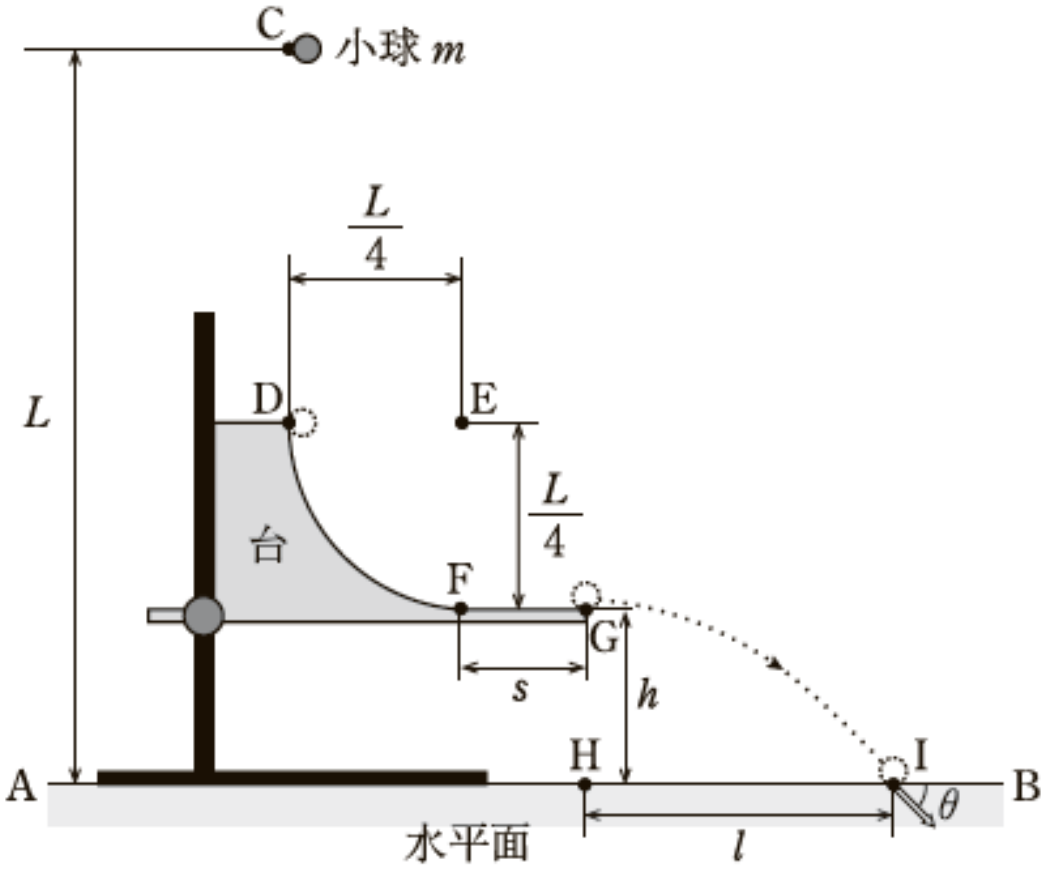
第1問 問5

台の高さ h を $0 < h < \frac{3}{4}L$ の範囲で増加させると，v_2 は【5－A】，t_2 は【5－B】。

	【5－A】	【5－B】
①	減少し	減少する
②	変化せず	減少する
③	増加し	減少する

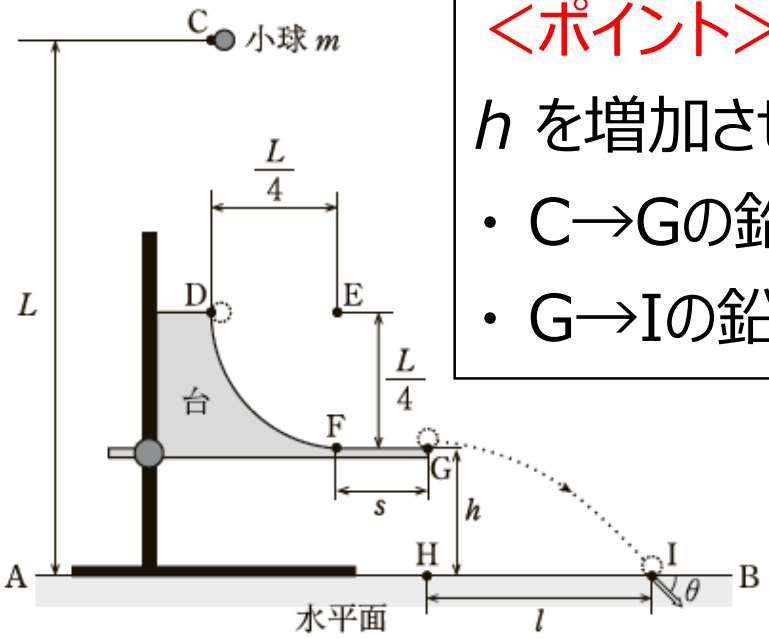
	【5－A】	【5－B】
④	減少し	変化しない
⑤	変化せず	変化しない
⑥	増加し	変化しない

	【5－A】	【5－B】
⑦	減少し	増加する
⑧	変化せず	増加する
⑨	増加し	増加する



図Ⅰ－1

第1問 問5



図Ⅰ－1

＜ポイント＞

h を増加させると

・C→Gの鉛直方向の落下距離減少

・G→Iの鉛直方向の落下距離増加

第1問 問5

台の高さ h を $0 < h < \frac{3}{4}L$ の範囲で増加させると，v_2 は【5－A】，t_2 は【5－B】。

＜解＞ ⑦

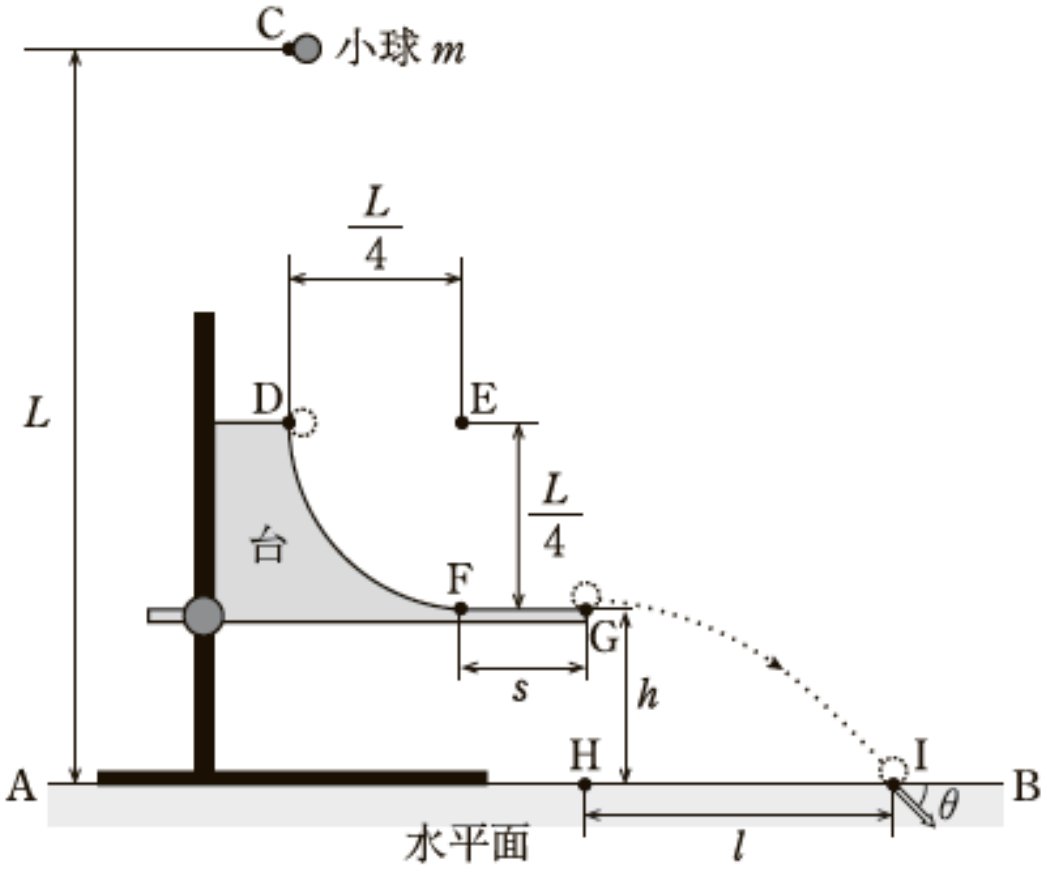
C→Gにおける力学的エネルギー保存則より v_2 は減少するが、G→Iの水平投射の式（鉛直方向の自由落下の式）より t_2 は増加する。

⑦	減少し	増加する

台の高さを h =【　6　】としたとき，l は最大値【　7　】となる。

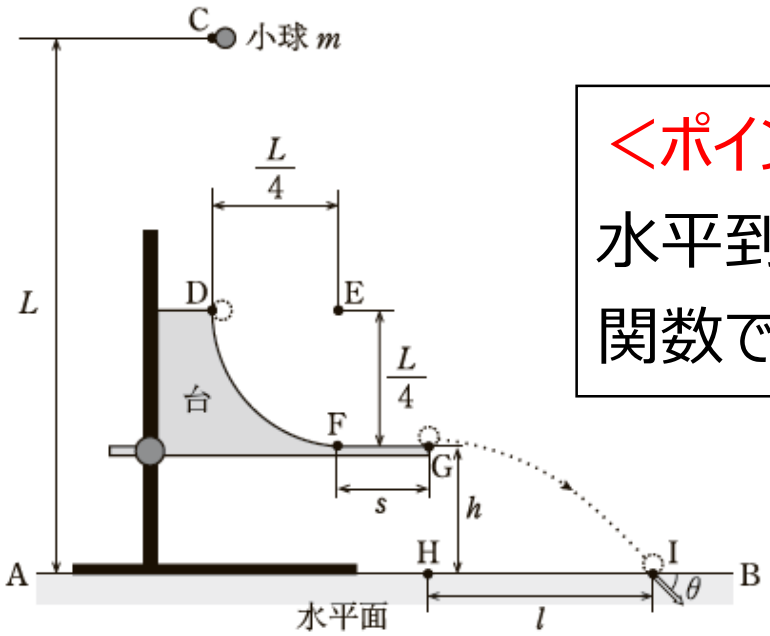
第1問
問6・7

第1問
問6・7



図Ⅰ－1

第1問
問6・7



図Ⅰ－1

＜ポイント＞

水平到達距離 l を h の関数で表す！

台の高さを h =【　6　】としたとき，l は最大値【　7　】となる。

第1問
問6・7

＜解＞

問4の結果より、

$$l = v_2 t_2$$

これに問3の結果 $v_2 = \sqrt{v_1^2 + \frac{gL}{2}}$ および問4の結果 $t_2 = \sqrt{\frac{2h}{g}}$ を代入し、さらに問1の結果 $v_1 = gt_1$ と $t_1 = \sqrt{\frac{2}{g}\left(\frac{3}{4}L - h\right)}$ を代入して、

台の高さを h =【　6　】としたとき，l は最大値【　7　】となる。

第1問
問6・7

＜解＞

$$l = \sqrt{\left(g \times \sqrt{\frac{2}{g}\left(\frac{3}{4}L - h\right)} \right)^2 + \frac{gL}{2}} \times \sqrt{\frac{2h}{g}}$$

台の高さを h =【　6　】としたとき，l は最大値【　7　】となる。

第1問
問6・7

＜解＞

$$l = \sqrt{\left(g \times \sqrt{\frac{2}{g}\left(\frac{3}{4}L - h\right)}\right)^2 + \frac{gL}{2}} \times \sqrt{\frac{2h}{g}}$$

$$= \sqrt{-4h^2 + 4Lh}$$

台の高さを h =【　6　】としたとき，l は最大値【　7　】となる。

第1問
問6・7

＜解＞

$$l = \sqrt{\left(g \times \sqrt{\frac{2}{g}\left(\frac{3}{4}L - h\right)}\right)^2 + \frac{gL}{2}} \times \sqrt{\frac{2h}{g}}$$

$$= \sqrt{-4h^2 + 4Lh}$$

$$= \sqrt{-4\left(h - \frac{L}{2}\right)^2 + L^2}$$

第1問
問6・7

台の高さを h =【　6　】としたとき，l は最大値【　7　】となる。

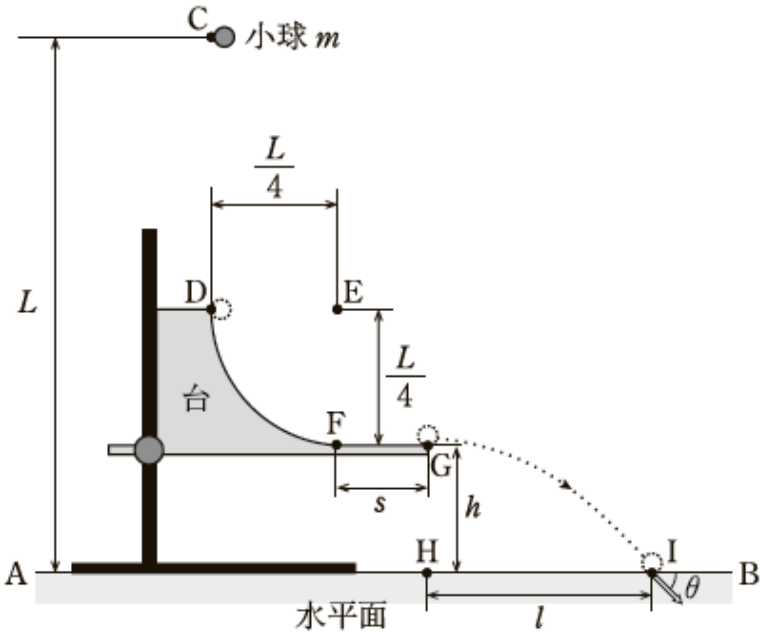
＜解＞【　6　】③　【　7　】④

$$l = \sqrt{-4\left(h - \frac{L}{2}\right)^2 + L^2}$$

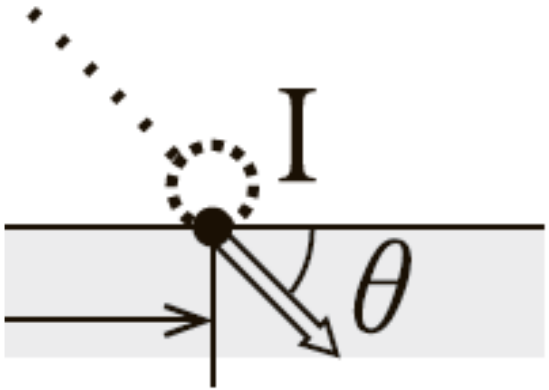
よって、l は $h = \frac{L}{2}$ のとき最大値 L となる。

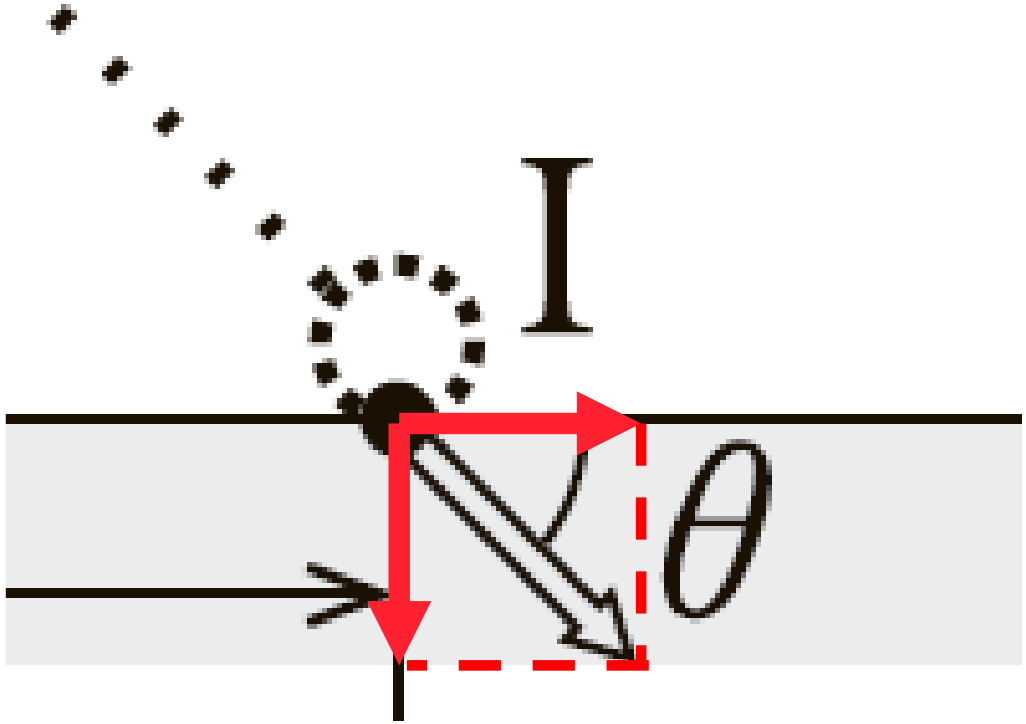
第1問 問8

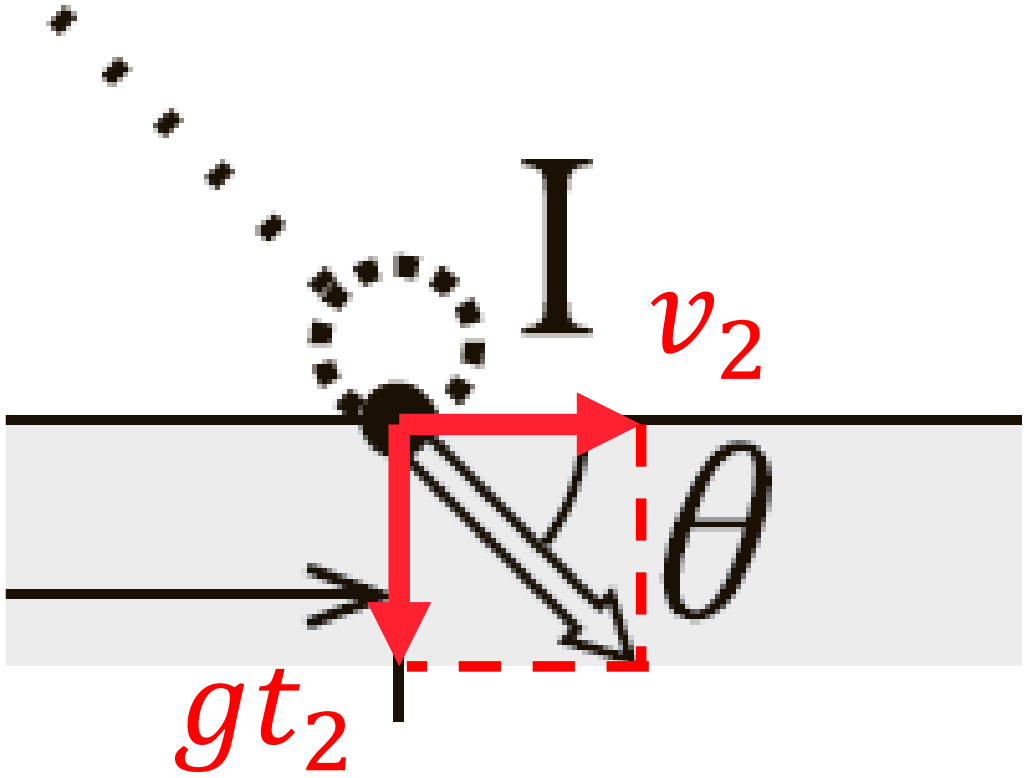
その場合に小球が点Ｉに到達したときの速度の方向の水平面からの角度を θ ［rad］($0 < \theta < 2\pi$)とすると，$\tan\theta$ ＝【　８　】となる。



図Ⅰ－1




I
θ


I
v_2
θ
gt_2

第1問 問8

その場合に小球が点Ⅰに到達したときの速度の方向の水平面からの角度を θ ［rad］($0 < \theta < 2\pi$)とすると，$\tan\theta =$【　8　】となる。

＜解＞

$h = \frac{L}{2}$ のとき、

$$v_2 = \sqrt{\left(g \times \sqrt{\frac{2}{g}\left(\frac{3}{4}L - \frac{L}{2}\right)}\right)^2 + \frac{gL}{2}} = \sqrt{gL}$$

$$gt_2 = g\sqrt{\frac{2\times\frac{L}{2}}{g}} = \sqrt{gL}$$

第1問 問8

その場合に小球が点Ⅰに到達したときの速度の方向の水平面からの角度を θ ［rad］($0 < \theta < 2\pi$)とすると，$\tan\theta$ =【　8　】となる。

＜解＞ ③

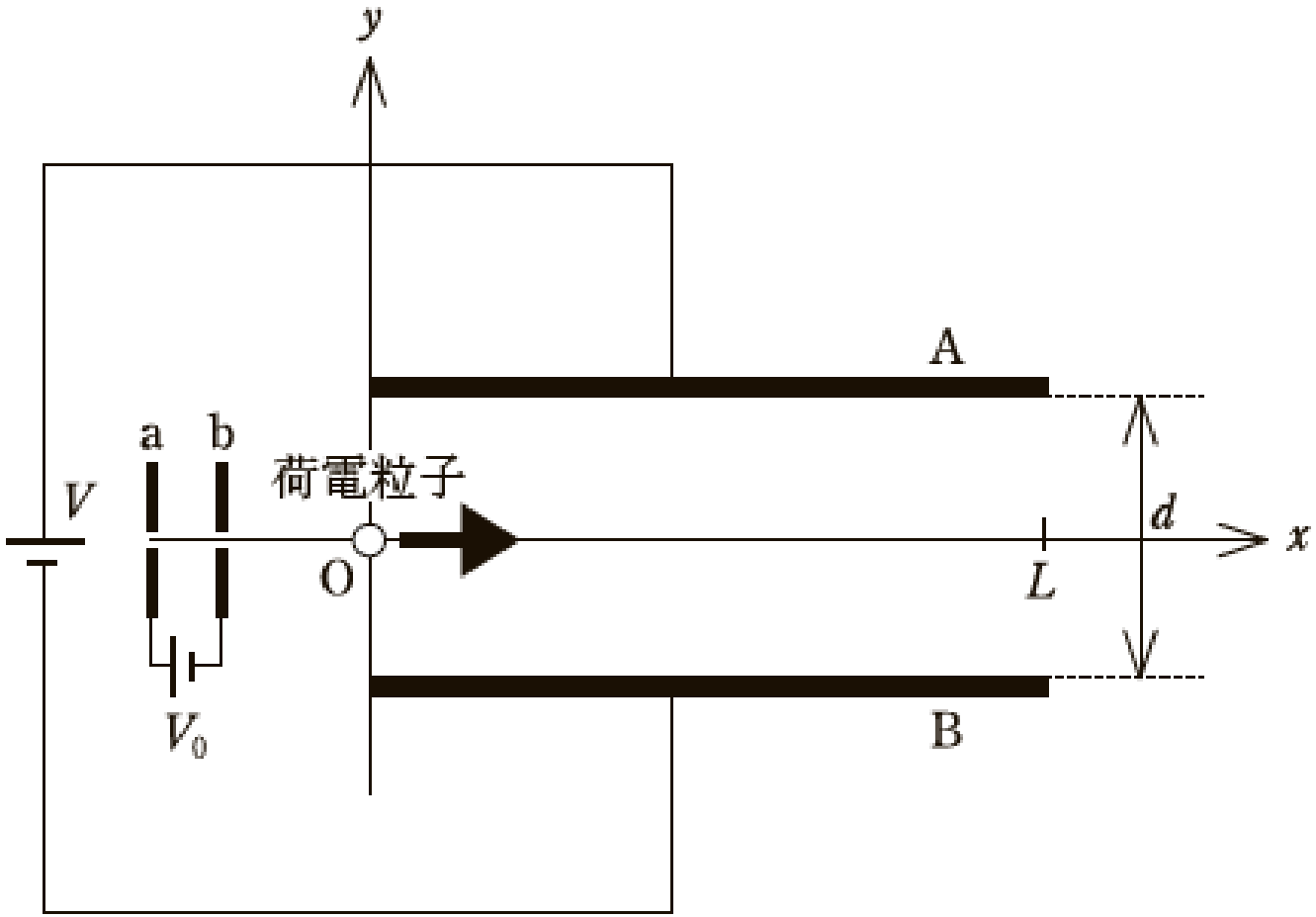
よって、

$$\tan\theta = \frac{gt_2}{v_2} = \frac{\sqrt{gL}}{\sqrt{gL}} = 1$$

物理（理系型）　2024年1月29日

第２問〔電磁気分野〕

第2問



第2問

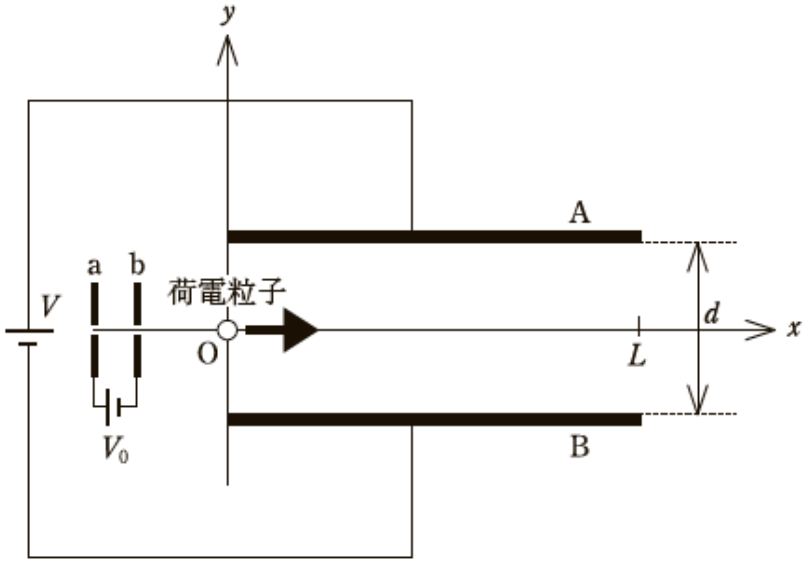
第2問

【テーマ】

電界（電場）や

磁界（磁場）による

荷電粒子の運動



【分析】

教科書レベルの標準問題。

電場・磁場中の荷電粒子の運動を理解し、

必要な法則・公式が正しく使用できるかが問われる。

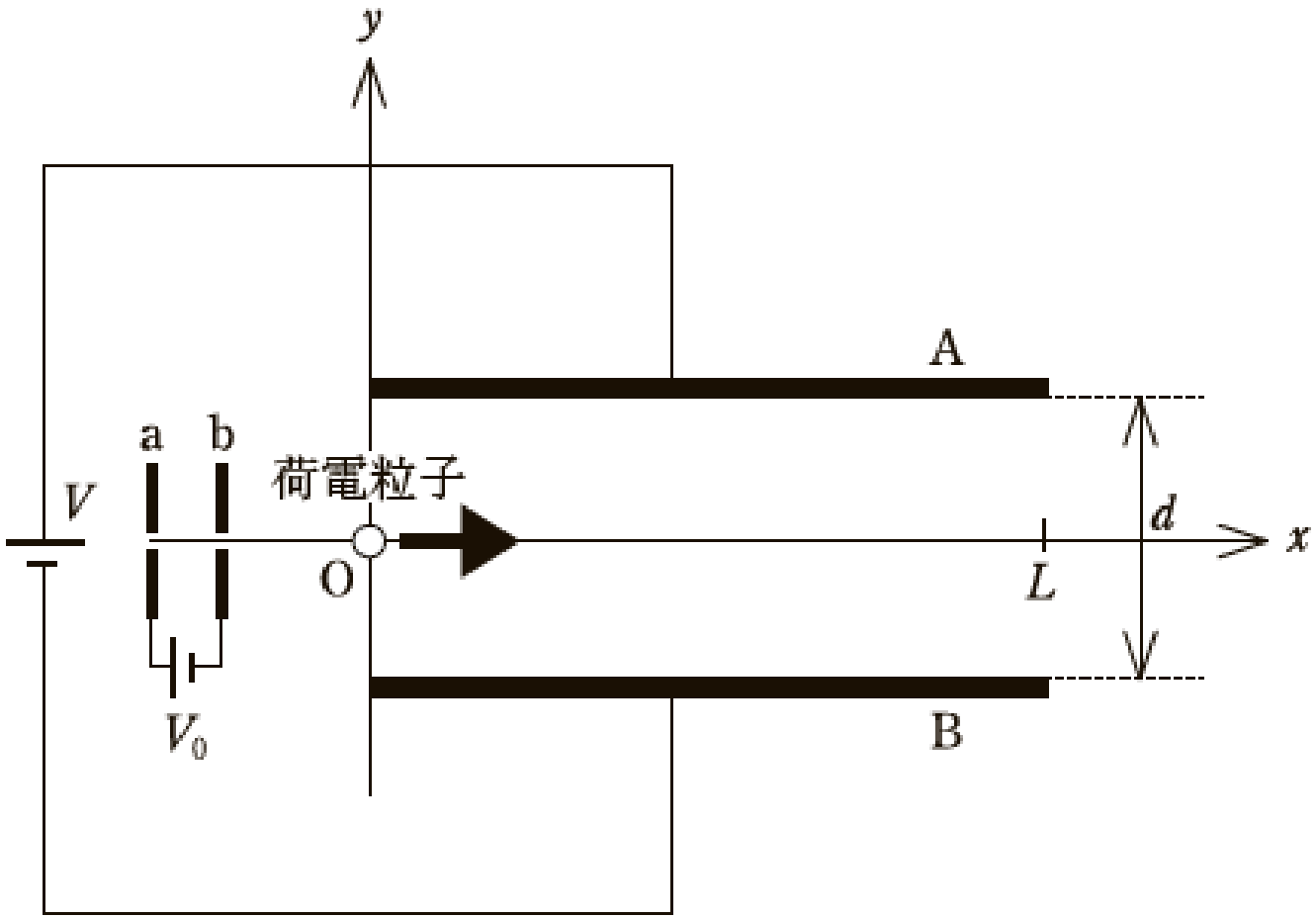
第2問 問1

金属平板 b の穴を通過した瞬間の荷電粒子の速さ v_0［m／s］は，金属平板 b の穴を通過する瞬間の荷電粒子の運動エネルギーと，電極 ab 間の電界による仕事が等しいことから【9－ A】である。その後，荷電粒子は x 軸の正の向きに等速直線運動をして，原点 O から x 軸の正の向きに速さ v_0 で金属平板 AB 間に入射した。このときの AB 間の電界の強さは【9－ B】と表されるので，金属平板間を荷電粒子が通過しているとき，荷電粒子は電界から y 軸の負の向きに Q ×【9－ B】の大きさの力を受ける。

第2問 問1

	【9－A】	【9－B】
①	$\sqrt{\dfrac{m}{2QV_0}}$	Vd
②	$\sqrt{\dfrac{m}{2QV_0}}$	$\dfrac{V}{d}$
③	$\sqrt{\dfrac{m}{2QV_0}}$	V^2d
④	$\sqrt{\dfrac{m}{2QV_0}}$	$\dfrac{V^2}{d}$
⑤	$\sqrt{\dfrac{2QV_0}{m}}$	Vd
⑥	$\sqrt{\dfrac{2QV_0}{m}}$	$\dfrac{V}{d}$
⑦	$\sqrt{\dfrac{2QV_0}{m}}$	V^2d
⑧	$\sqrt{\dfrac{2QV_0}{m}}$	$\dfrac{V^2}{d}$

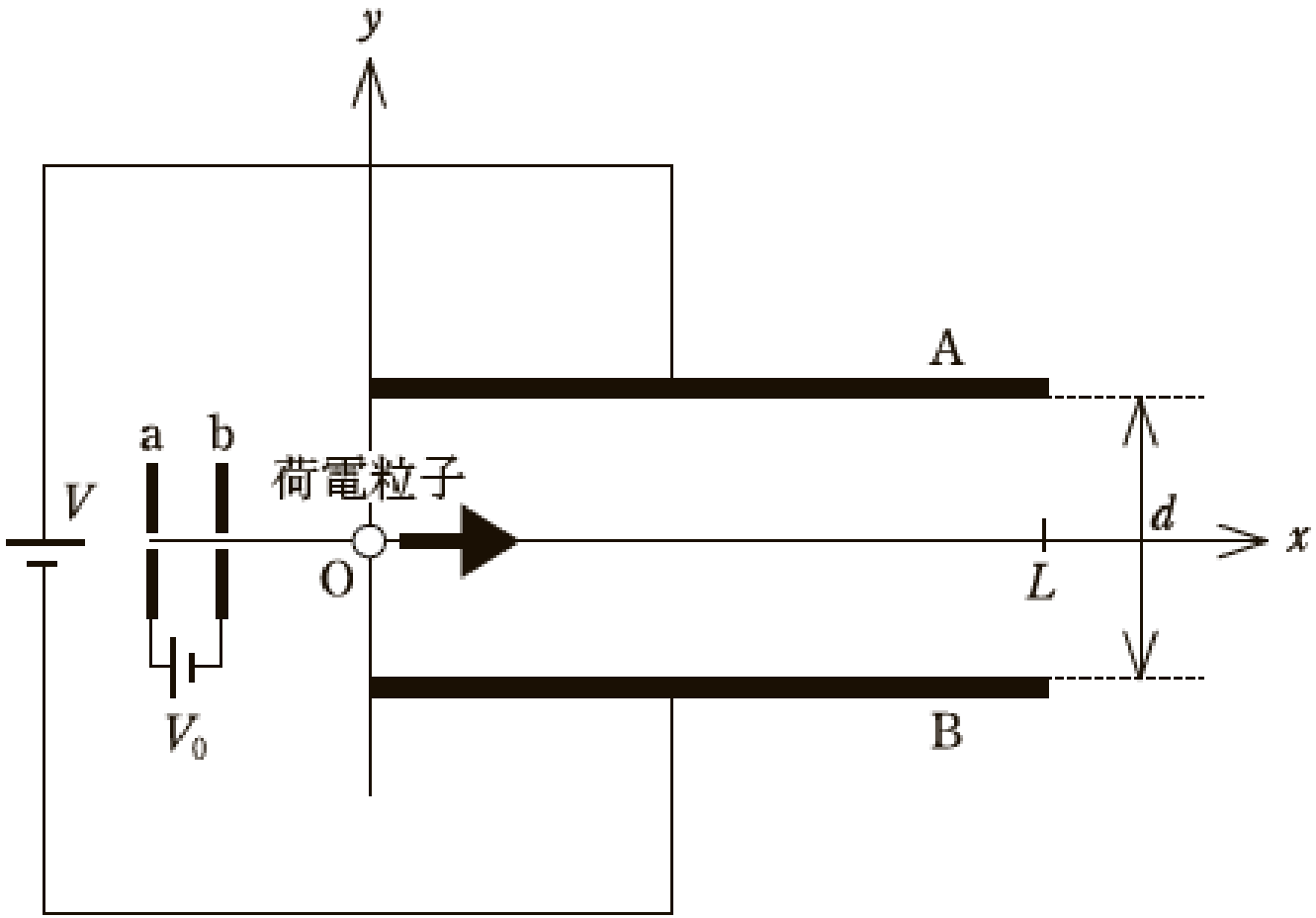
第2問 問1



第2問 問1

金属平板 b の穴を通過した瞬間の荷電粒子の速さ v_0［m／s］は，金属平板 b の穴を通過する瞬間の荷電粒子の運動エネルギーと，電極 ab 間の電界による仕事が等しいことから【9－ A】である。その後，荷電粒子は x 軸の正の向きに等速直線運動をして，原点 O から x 軸の正の向きに速さ v_0 で金属平板 AB 間に入射した。このときの AB 間の電界の強さは【9－ B】と表されるので，金属平板間を荷電粒子が通過しているとき，荷電粒子は電界から y 軸の負の向きに Q ×【9－ B】の大きさの力を受ける。

第2問 問1



第2問 問1

＜解＞ ⑥

ab間における仕事とエネルギーの関係より、

$$QV_0 = \frac{1}{2}mv_0^2 - \frac{1}{2}m \times 0^2 \quad \therefore \quad v_0 = \sqrt{\frac{2QV_0}{m}}$$

AB間に発生する一様電界の大きさを E として、一様電界の公式より、

$$E = \frac{V}{d}$$

⑥	$\sqrt{\frac{2QV_0}{m}}$	$\frac{V}{d}$

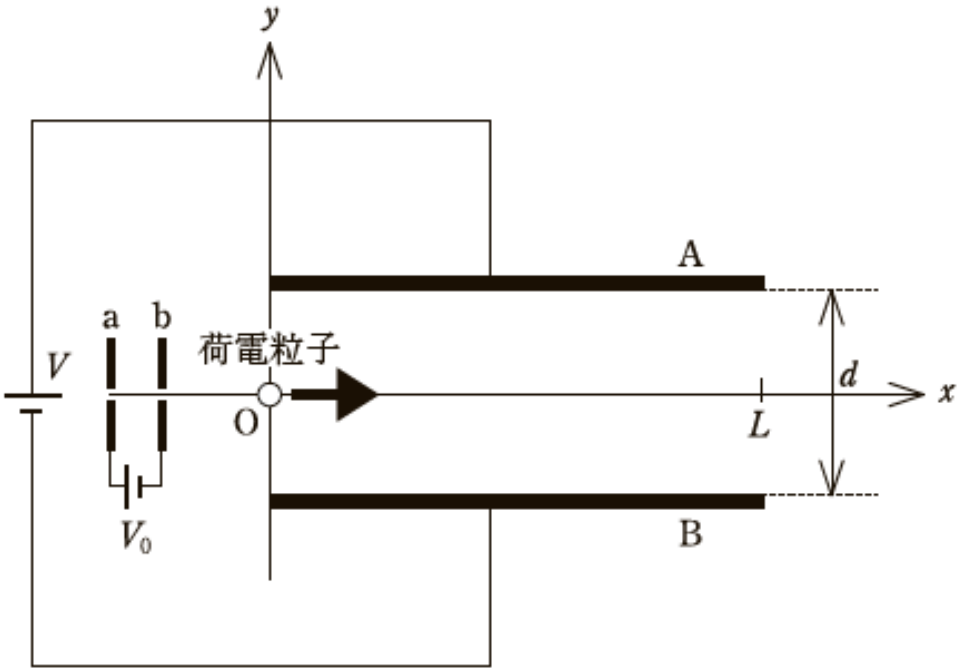
第2問 問2

また，荷電粒子が $x = 0$ から $x = L$ に達するまでの時間は【10－A】である。荷電粒子は x 方向には【10－B】，y 方向には【10－C】を行う。

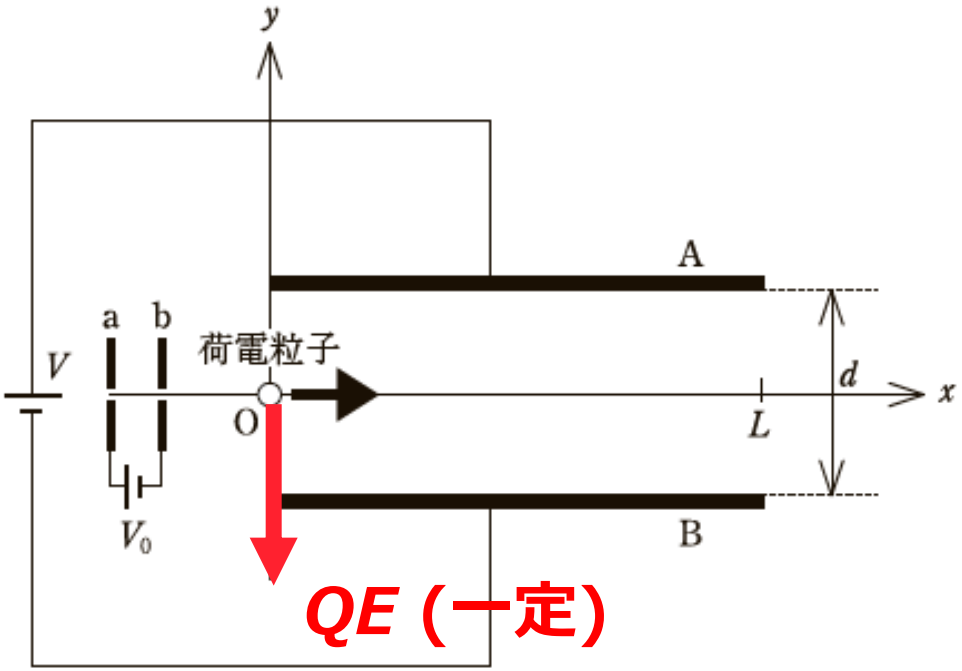
第2問 問2

	【10－A】	【10－B】	【10－C】
①	$\frac{v_0}{L}$	等速運動	等速運動
②	$\frac{v_0}{L}$	等速運動	等加速度運動
③	$\frac{v_0}{L}$	等加速度運動	等速運動
④	$\frac{v_0}{L}$	等加速度運動	等加速度運動
⑤	$\frac{L}{v_0}$	等速運動	等速運動
⑥	$\frac{L}{v_0}$	等速運動	等加速度運動
⑦	$\frac{L}{v_0}$	等加速度運動	等速運動
⑧	$\frac{L}{v_0}$	等加速度運動	等加速度運動

第2問 問2



図Ⅱ－1



図Ⅱ－1

第2問 問2

また，荷電粒子が $x = 0$ から $x = L$ に達するまでの時間は【10－A】である。荷電粒子は x 方向には【10－B】，y 方向には【10－C】を行う。

＜解＞ ⑥

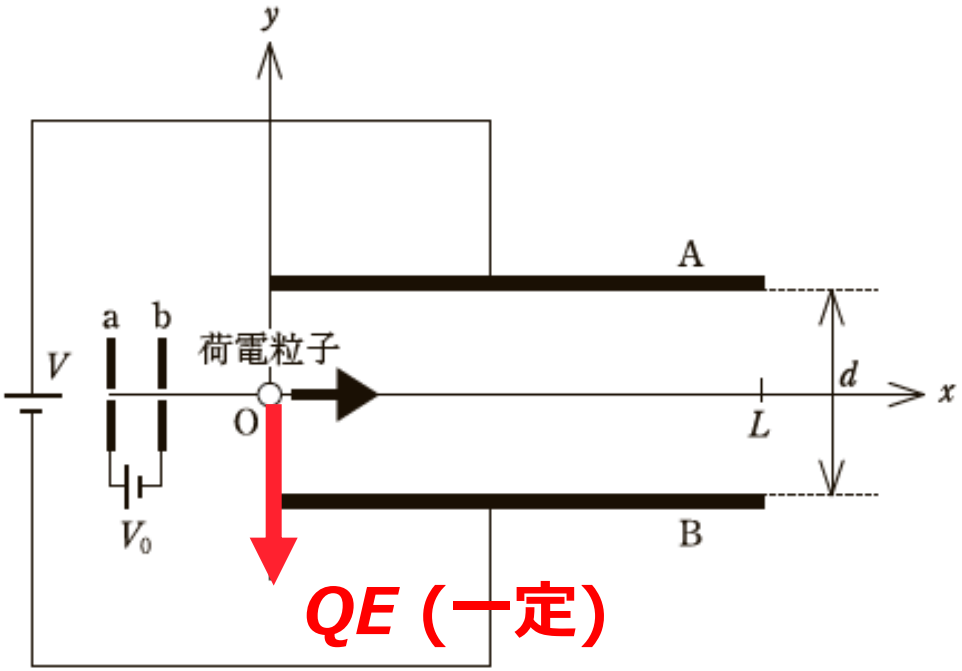
荷電粒子は x 方向には力を受けないため等速運動であり、y 方向には一定の力を受けるため等加速度運動となる。求める時間を t として、

$$t = \frac{L}{v_0}$$

⑥	$\frac{L}{v_0}$	等速運動	等加速度運動

第2問 問3

荷電粒子は $x = L$ に達したとき x 軸からの距離が【　11　】[m] 離れた位置にある。したがって，その間に電界のした仕事は，Q ×【9－B】×【　11　】[J] である。



図Ⅱ－1

第2問 問3

＜解＞ ⑦

y 方向の加速度を a_y として、運動方程式より、

$$-QE = ma_y \quad \therefore \ a_y = -\frac{QE}{m}$$

求める距離を $|y|$ として、y 方向の等加速度運動の式より、

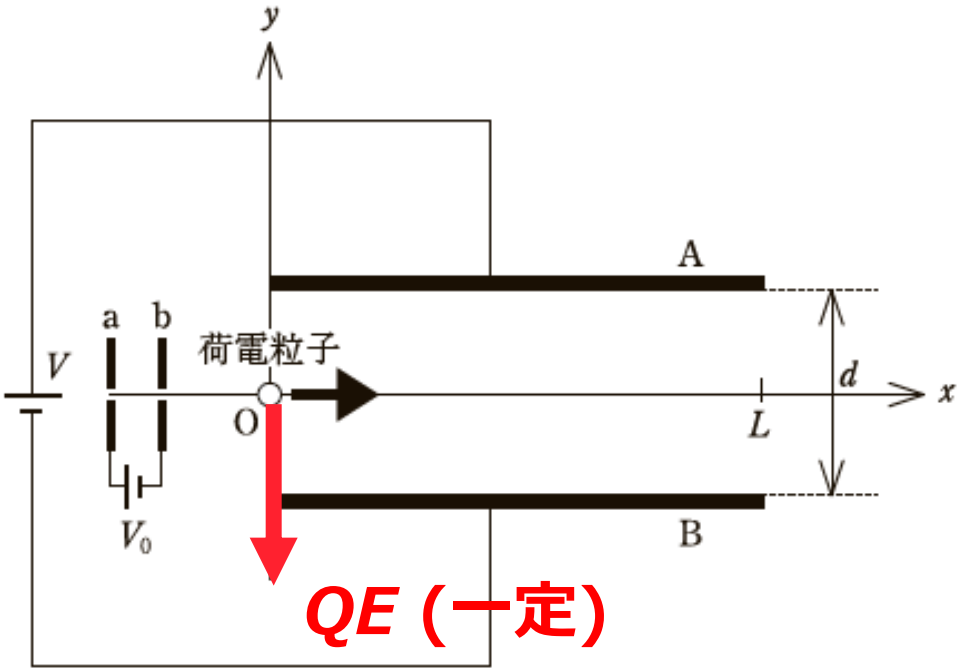
$$|y| = \left|\frac{1}{2}a_y\left(\frac{L}{v_0}\right)^2\right| = \frac{QEL^2}{2mv_0^2} = \frac{QVL^2}{2mdv_0^2}$$

第2問 問4

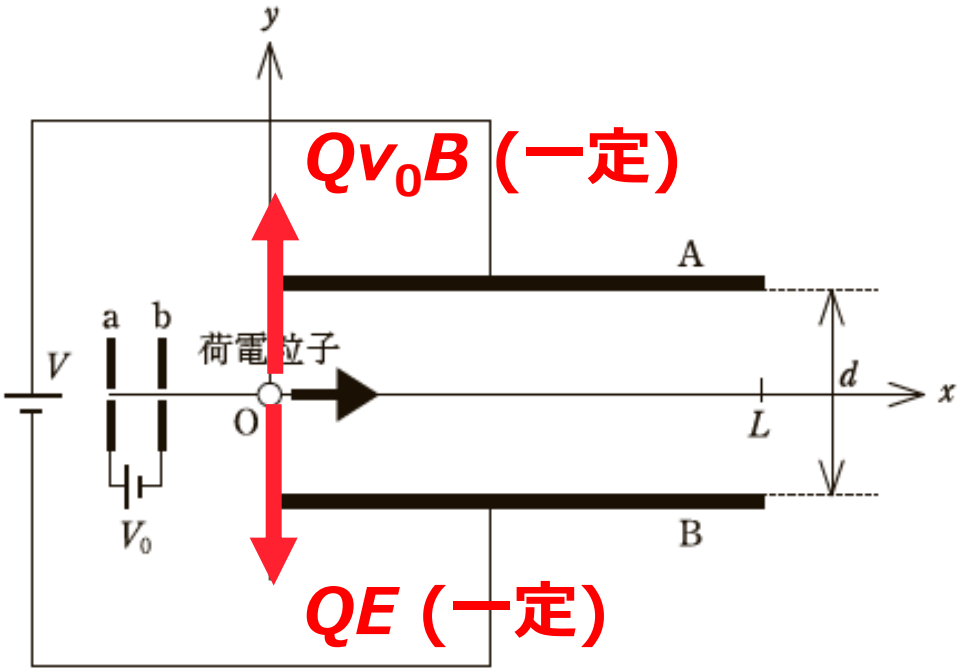
次に，(1) と同じ電界のもとで，金属平板 AB 間に一様な磁界（磁場）をかけ，同様に荷電粒子を速さ v_0 で入射させたところ，荷電粒子は x 軸の正の方向に直進した。このとき，荷電粒子にはたらく静電気力とローレンツ力はつり合っている。この磁界は【12－A】で，その磁束密度の大きさは【12－B】［T］と表される。

第2問 問4

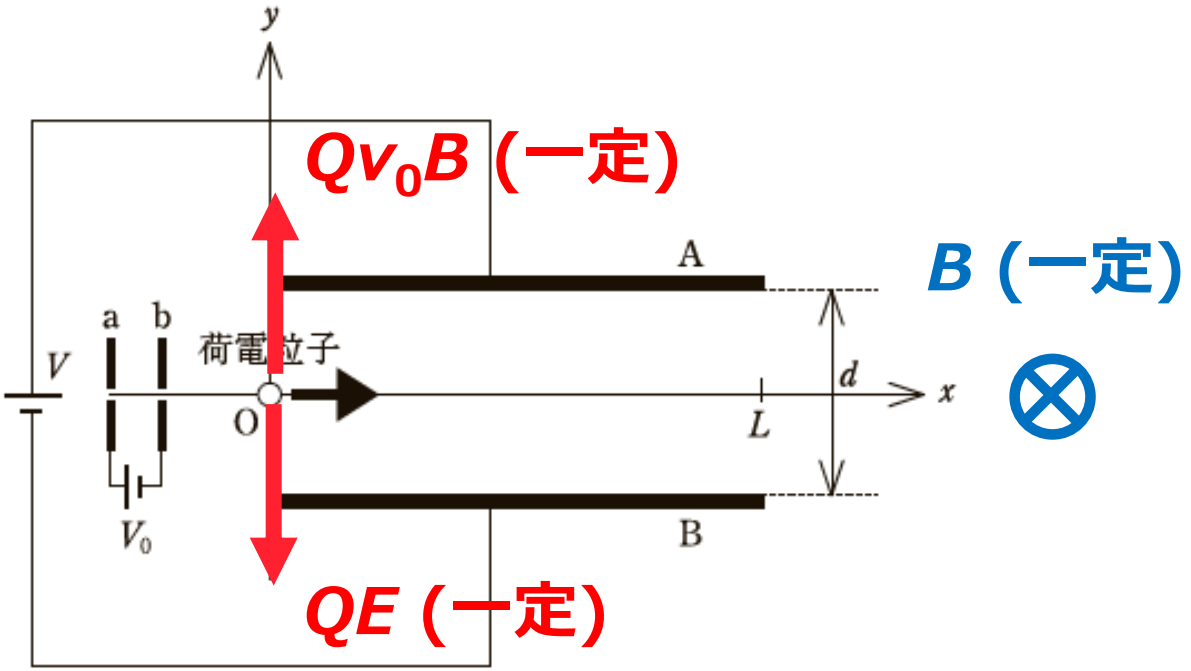
	【12－A】	【12－B】
①	z 軸の正の向き	$v_0 V d$
②	z 軸の正の向き	$\frac{v_0 V}{d}$
③	z 軸の正の向き	$\frac{V}{v_0 d}$
④	z 軸の正の向き	$\frac{V d}{v_0}$
⑤	z 軸の負の向き	$v_0 V d$
⑥	z 軸の負の向き	$\frac{v_0 V}{d}$
⑦	z 軸の負の向き	$\frac{V}{v_0 d}$
⑧	z 軸の負の向き	$\frac{V d}{v_0}$



図Ⅱ－1



図Ⅱ－1



図Ⅱ－1

第2問 問4

＜解＞ ⑦

磁界からのローレンツ力が y 軸の正の向きにはたらけばよいので、フレミング左手則より、磁界は z 軸の負の向きである。また、求める磁束密度の大きさを B として、力のつりあいより、

$$QE = Qv_0B \quad \therefore \quad B = \frac{E}{v_0} = \frac{V}{v_0 d}$$

⑦	z 軸の負の向き	$\dfrac{V}{v_0 d}$

第2問 問5

このとき荷電粒子が $x = L$ に達するまでに磁界がこの粒子にした仕事は【　13　】[J] である。

第2問 問5

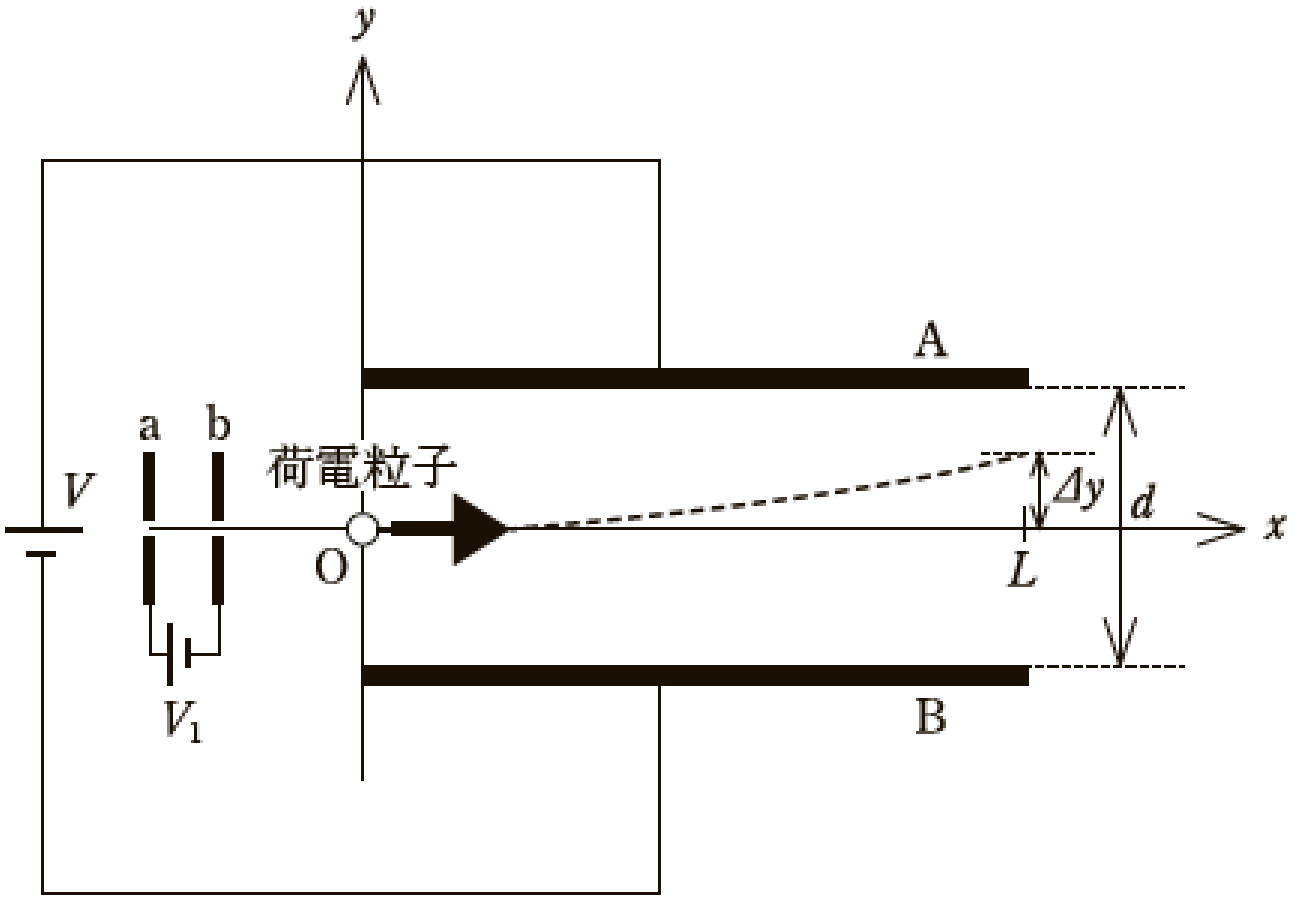
このとき荷電粒子が $x = L$ に達するまでに磁界がこの粒子にした仕事は【 13 】[J] である。

＜解＞ ①

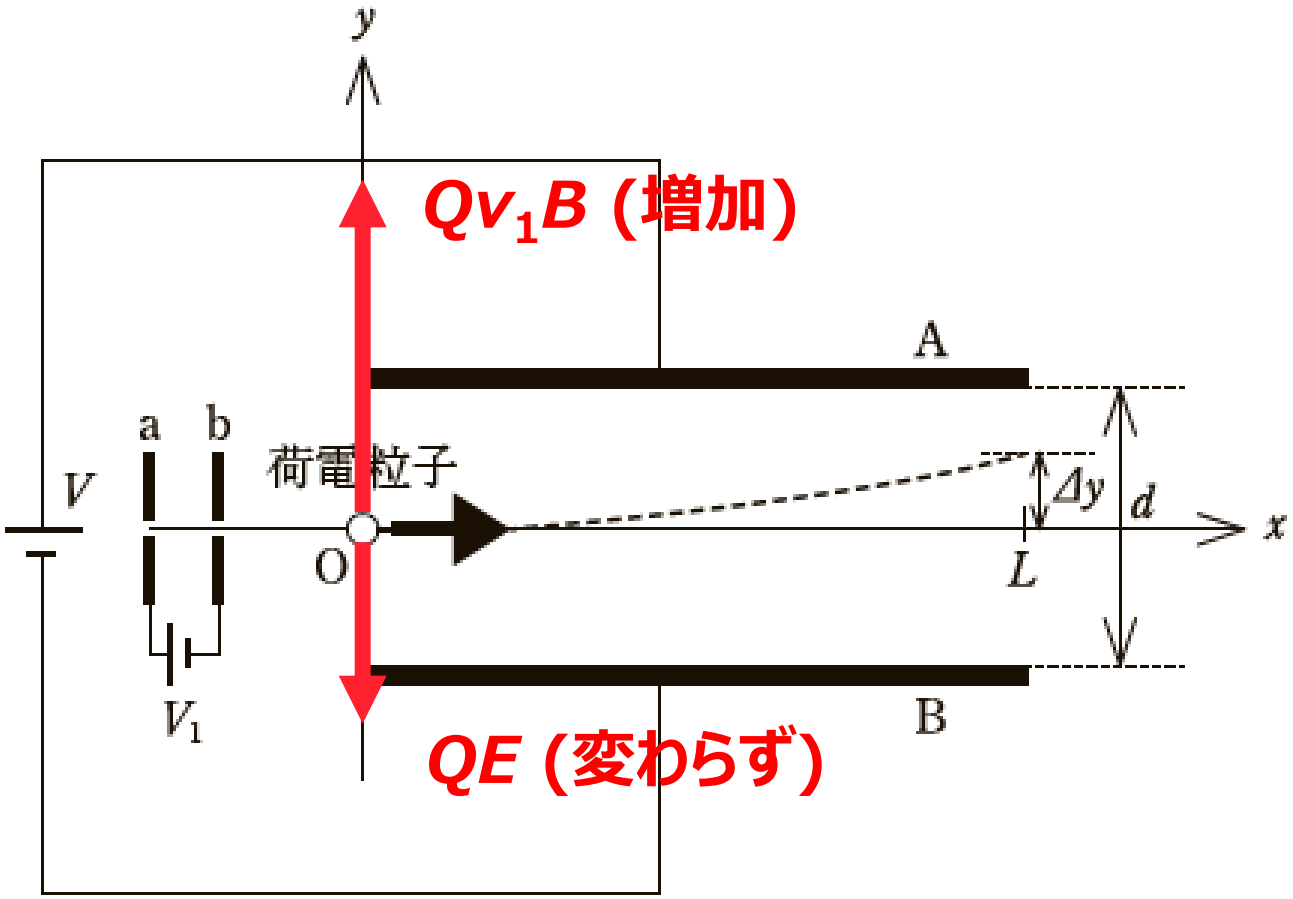
磁界からのローレンツ力の方向は荷電粒子の運動方向と常に直交するため、ローレンツ力の仕事は 0 である。

第2問 問6

次に，図Ⅱ－2のように，AB 間の電界と磁界が(2)と同じ状態において，ab 間の電位差を V_1［V］（$V_1 > V_0$）として，原点 O から x 軸の正の向きに速さ v_1［m／s］（$v_1 > v_0$）で荷電粒子を金属平板間に入射させた。この荷電粒子の入射直後の運動エネルギーは【　14　】［J］である。



図Ⅱ－2



図Ⅱ－2

第2問 問6

次に，図Ⅱ－2のように，AB 間の電界と磁界が(2)と同じ状態において，ab 間の電位差を V_1［V］（$V_1 > V_0$）として，原点 O から x 軸の正の向きに速さ v_1［m／s］（$v_1 > v_0$）で荷電粒子を金属平板間に入射させた。この荷電粒子の入射直後の運動エネルギーは【　14　】［J］である。

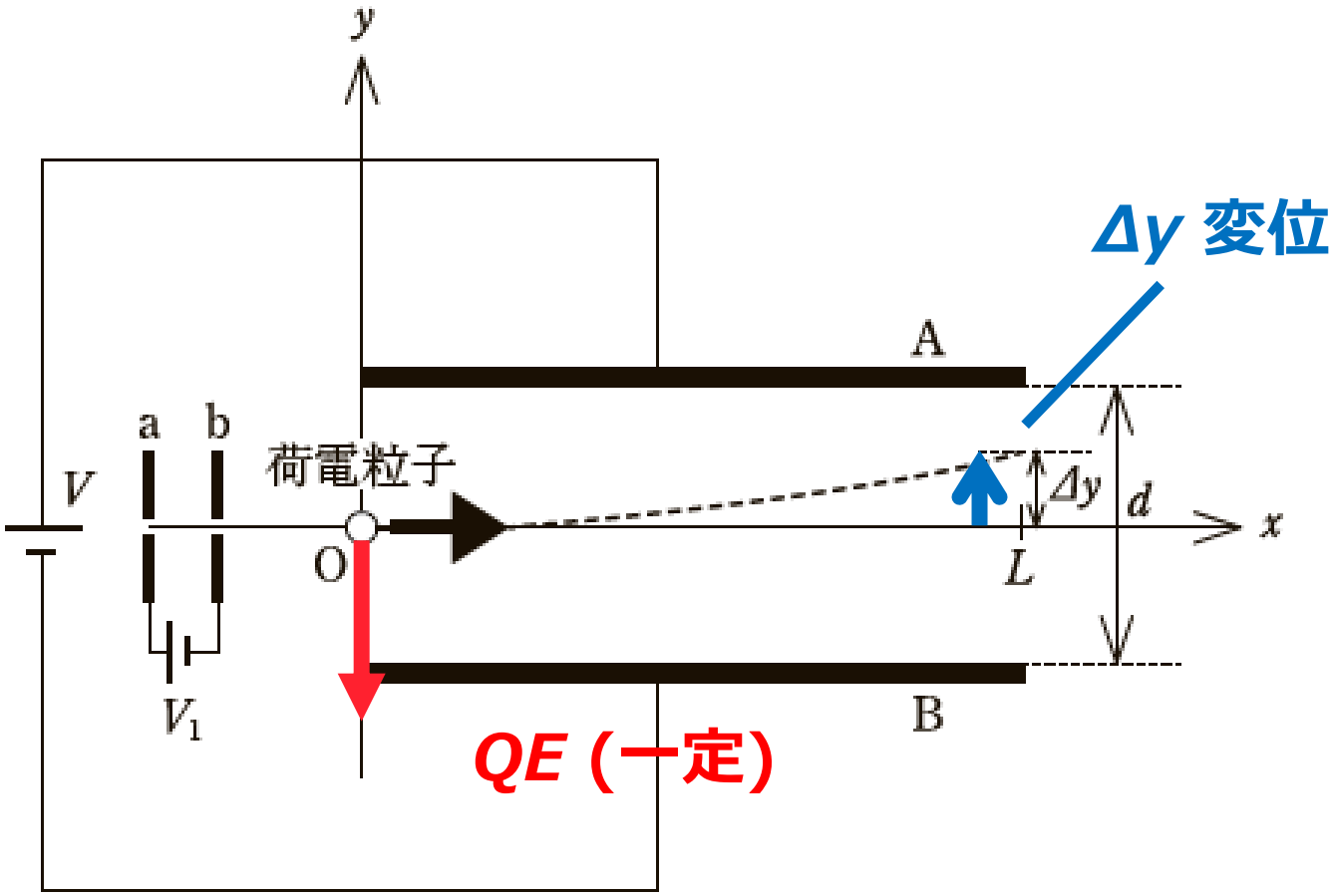
＜解＞ ⑤

金属平板 AB 間へ入射直後の荷電粒子の速さが v_1 であることから、

(運動エネルギー) $= \frac{1}{2}mv_1^2$

第2問 問7

この荷電粒子が $x = L$ に達したとき，荷電粒子は x 軸から y 軸の正の向きに距離 Δy［m］（ $\Delta y > 0$）だけ離れた位置にあった。荷電粒子が金属平板間を通過する間に電界と磁界がした仕事の和は【　15　】［J］である。



図Ⅱ－2

第2問 問7

この荷電粒子が $x = L$ に達したとき，荷電粒子は x 軸から y 軸の正の向きに距離 Δy［m］（$\Delta y > 0$）だけ離れた位置にあった。荷電粒子が金属平板間を通過する間に電界と磁界がした仕事の和は【　15　】［J］である。

＜解＞　④

磁界の仕事が 0 であることより、電界の仕事のみ考えればよい。その仕事を W[J] として、仕事の定義より、

$$W = -QE\Delta y = -\frac{QV\Delta y}{d}$$

第2問 問8

荷電粒子の運動エネルギーの変化は荷電粒子にされた仕事に等しいので，荷電粒子が $x = L$ を通過するときの速度の大きさは【　16　】［m／s］である。

第2問 問8

荷電粒子の運動エネルギーの変化は荷電粒子にされた仕事に等しいので，荷電粒子が $x = L$ を通過するときの速度の大きさは【　16　】［m／s］である。

第2問 問8

荷電粒子の運動エネルギーの変化は荷電粒子にされた仕事に等しいので，荷電粒子が $x = L$ を通過するときの速度の大きさは【　16　】[m／s] である。

＜解＞ ⑨

求める速度の大きさを v として、仕事とエネルギーの関係式より、

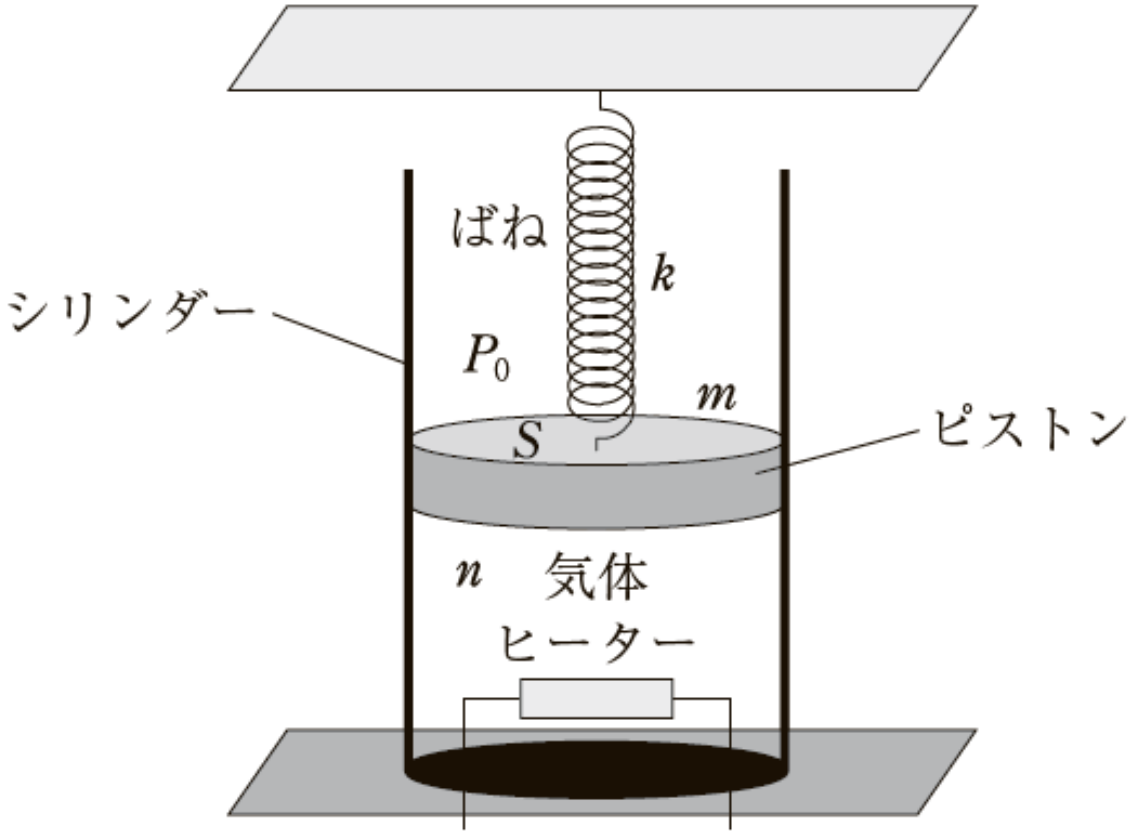
$$-\frac{QV\Delta y}{d} = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mv_1^2$$

$$\therefore \quad v = \sqrt{v_1^2 + \frac{2}{m} \times \left(-\frac{QV\Delta y}{d}\right)}$$

物理（理系型）　2024年1月29日

第３問〔熱学分野〕

第3問



図Ⅲ－1

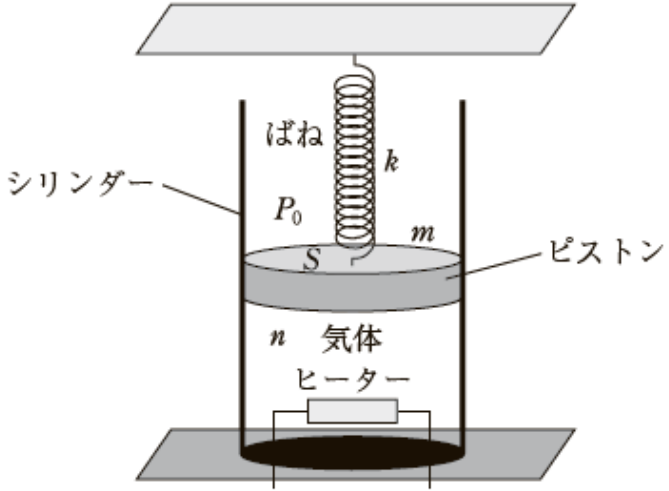
第3問

第３問

【テーマ】

状態方程式／P-Vグラフ

／エネルギー計算



図Ⅲ－１

【分析】

ばね付きピストンとシリンダーで

密閉された気体の状態変化問題。

ばねの弾性力により、気体のP-Vグラフが「直線的」になることを見抜くことがポイント。

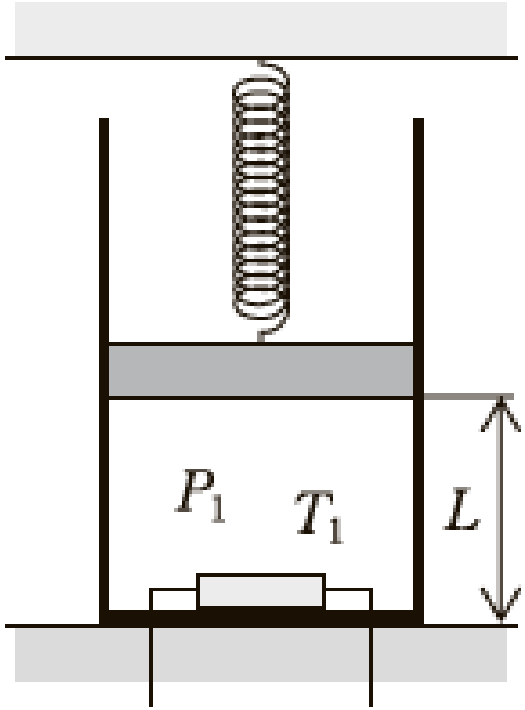
第3問 問1

図Ⅲ－2(a)のように，はじめは，ピストンはシリンダーの底面から L［m］の位置にあり，ばねは自然長であった（状態1）。このとき，ピストンにはたらく力のつり合いより，状態1における気体の圧力 P_1 は，【　17　】［Pa］である。

第3問 問1

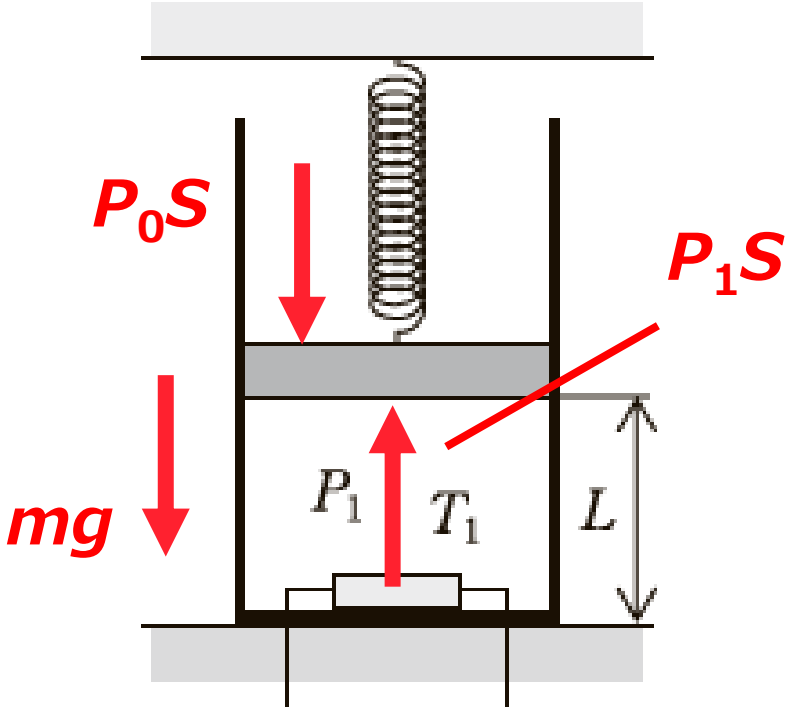
図Ⅲ－2(a)のように，はじめは，ピストンはシリンダーの底面から L［m］の位置にあり，ばねは自然長であった（状態1）。このとき，ピストンにはたらく力のつり合いより，状態1における気体の圧力 P_1 は，【　17　】［Pa］である。

第3問 問1



(a)　状態 1

第3問 問1



(a)　状態 1

第3問 問1

図Ⅲ－2(a)のように，はじめは，ピストンはシリンダーの底面から L［m］の位置にあり，ばねは自然長であった（状態1）。このとき，ピストンにはたらく力のつり合いより，状態1における気体の圧力P_1は，【　17　】［Pa］である。

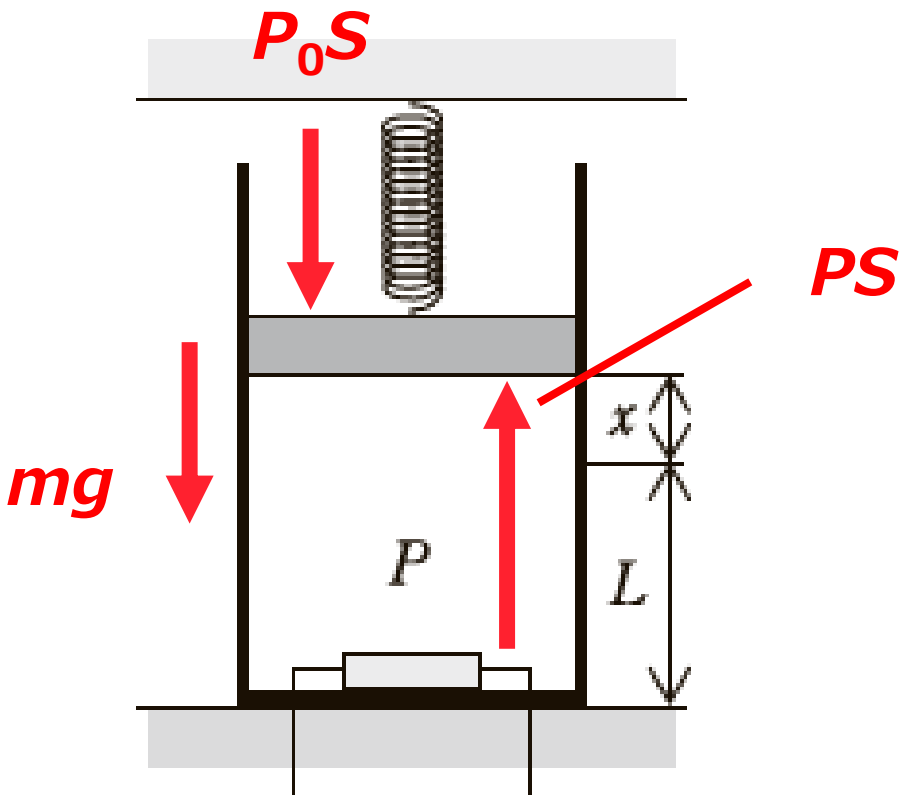
＜解＞　④

ピストンに関する力のつり合いより、

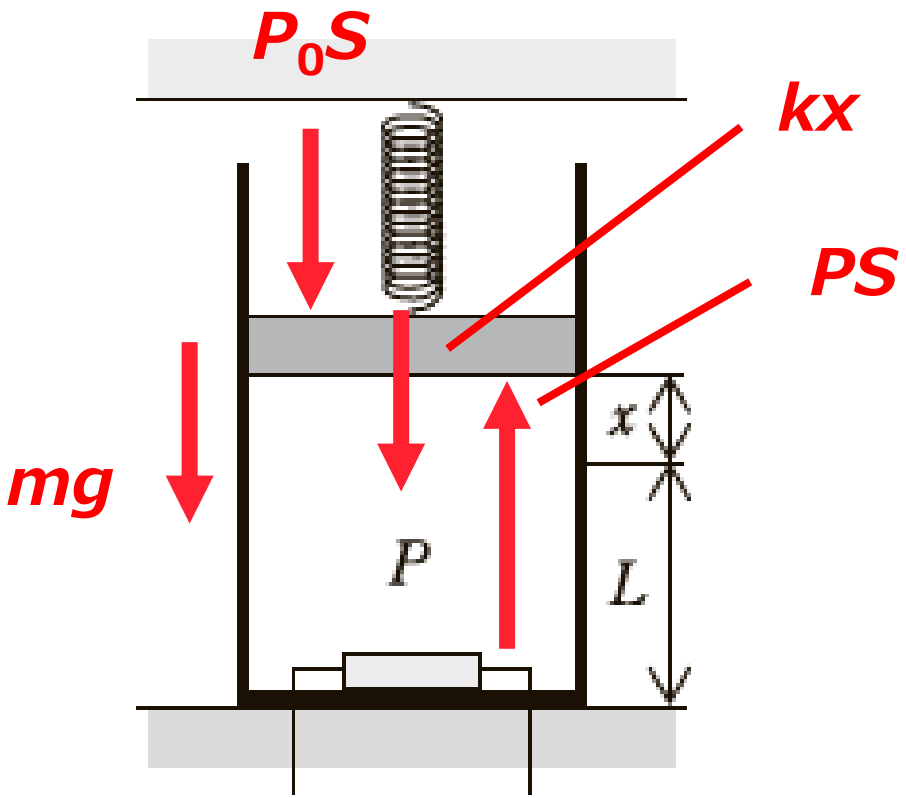
$$P_1S = P_0S + mg \quad \therefore \ P_1 = P_0 + \frac{mg}{S}$$

第3問 問1

状態1からピストンが x 上昇した状態における気体の圧力 P は，【　18　】［Pa］である。



(b)　状態 1 → 2



(b)　状態 1 → 2

第3問 問1

状態1からピストンが x 上昇した状態における気体の圧力 P は，【　18　】［Pa］である。

＜解＞ ⑥

ピストンに関する力のつり合いより、

$$PS = P_0S + mg + kx$$

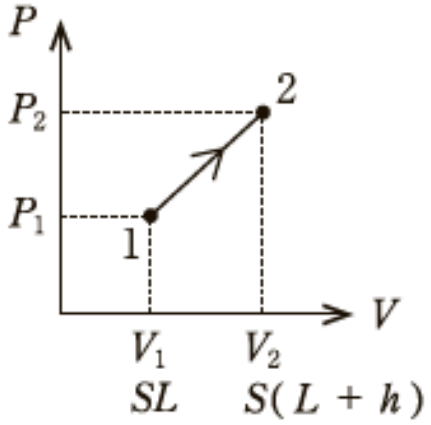
$$\therefore\ P = P_0 + \frac{mg}{S} + \frac{kx}{S}$$

第3問 問2

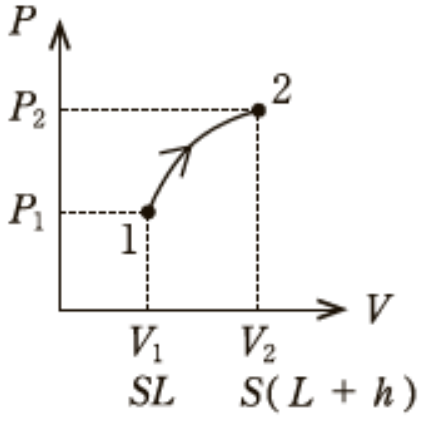
したがって，状態2における気体の圧力を P_2［Pa］，状態1および2の体積をそれぞれ，V_1［m^3］，V_2［m^3］とすると，状態1から2の状態変化を表す P-V 線図は，【　19　】となる。

第3問 問2

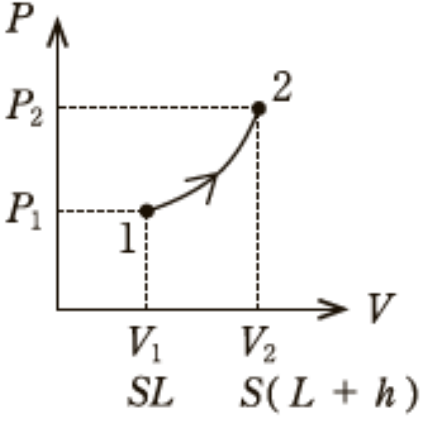
①


P
P2
P1
2
1
V
V1
V2
SL
S(L + h)

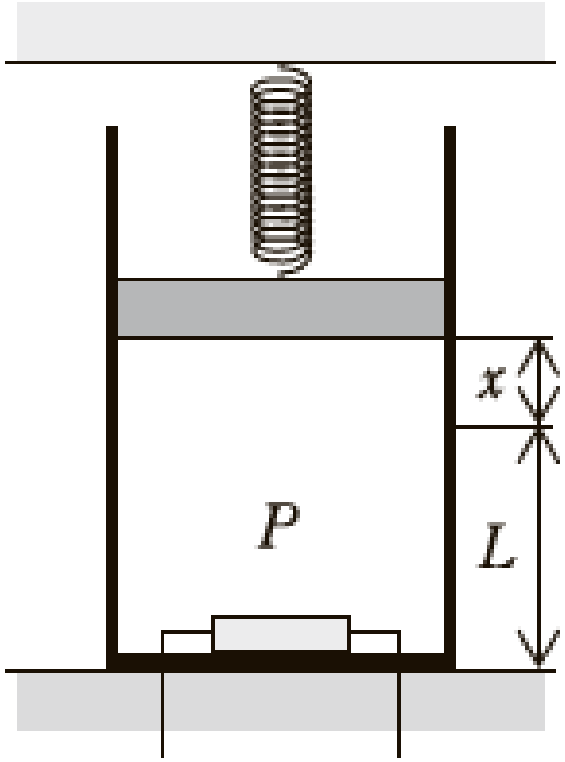
③


P
P2
P1
2
1
V
V1
V2
SL
S(L + h)

⑤


P
P2
P1
2
1
V
V1
V2
SL
S(L + h)

第3問 問2



(b)　状態 1 → 2

<ポイント>

右図より、

$$V = S\,(L + x)$$

$$\rightarrow \quad x = \frac{1}{S}V - L$$

第3問 問2

よって、

$$P = P_0 + \frac{mg}{S} + \frac{kx}{S}$$

$$= P_0 + \frac{mg}{S} + \frac{k}{S}\left(\frac{1}{S}V - L\right)$$

$$= \frac{k}{S^2}V + \left(P_0 + \frac{mg-kL}{S}\right)$$

P は V の1次関数（傾き正）

第3問 問2

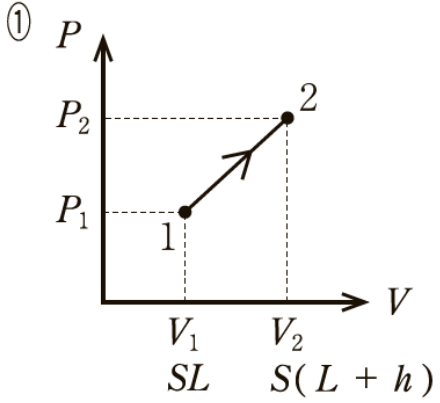
したがって，状態2における気体の圧力を P_2［Pa］，状態1および2の体積をそれぞれ，V_1［m³］，V_2［m³］とすると，状態1から2の状態変化を表す P-V 線図は，【　19　】となる。

＜解＞ ①

$$P = \frac{k}{S^2}V + \left(P_0 + \frac{mg-kL}{S}\right)$$

P は V の1次関数（傾き正）

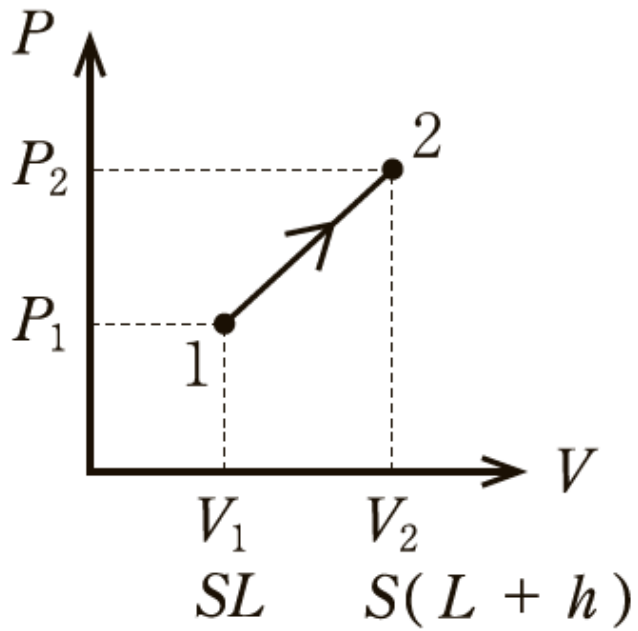
※　体積増加



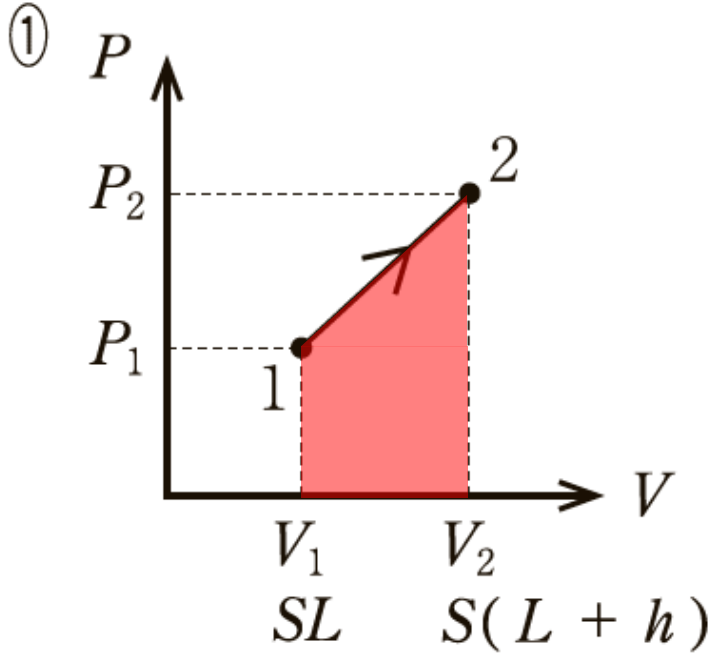
第3問 問3

状態1から2への状態変化において，気体が外部にした仕事は P-V 線図より，W =【　20　】[J] となる。

①



第3問 問3



＜ポイント＞

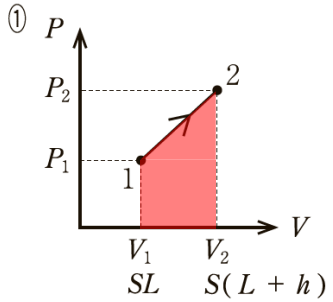
（*P*-*V*グラフの面積）＝（仕事の大きさ）

第3問 問3

状態1から2への状態変化において，気体が外部にした仕事は P-V 線図より，W =【 20 】[J]となる。

＜解＞ ⑧

P-V グラフの面積を考えて、



$$W = \frac{1}{2}(P_1 + P_2) \times Sh$$

$$= \frac{1}{2}\left\{\left(P_0 + \frac{mg}{S}\right) + \left(P_0 + \frac{mg}{S} + \frac{kh}{S}\right)\right\} \times Sh$$

$$= (P_0S + mg)h + \frac{1}{2}kh^2$$

第3問
問4・5

状態1および2における気体の温度は，それぞれ，気体の状態方程式より，T_1 =【　21　】[K]，T_2 =【　22　】[K]となる。この結果を利用すると，状態1から2への状態変化における気体の内部エネルギーの変化 ΔU は，【　23　】[J]となることがわかる。

第3問
問4・5

状態1および2における気体の温度は，それぞれ，気体の状態方程式より，T_1 =【　21　】[K]，T_2 =【　22　】[K]となる。この結果を利用すると，状態1から2への状態変化における気体の内部エネルギーの変化 ΔU は，【　23　】[J]となることがわかる。

＜解＞【　21　】③

状態1の状態方程式より、

$$P_1 \times SL = nRT_1$$

$$\therefore \quad T_1 = \frac{P_1 SL}{nR} = \frac{(P_0 S + mg)h}{nR} \text{ [K]}$$

第3問
問4・5

状態1および2における気体の温度は，それぞれ，気体の状態方程式より，T_1 =【 21 】[K]，T_2 =【 22 】[K]となる。この結果を利用すると，状態1から2への状態変化における気体の内部エネルギーの変化 ΔU は，【 23 】[J]となることがわかる。

＜解＞【 22 】⑧

状態2の状態方程式より、

$$P_2 \times S(L+h) = nRT_2$$

$$\therefore \quad T_2 = \frac{P_2 S(L+h)}{nR} = \frac{(P_0 S + mg + kh)(L+h)}{nR} \text{ [K]}$$

第3問
問4・5

状態1および2における気体の温度は，それぞれ，気体の状態方程式より，T_1 =【 21 】[K]，T_2 =【 22 】[K]となる。この結果を利用すると，状態1から2への状態変化における気体の内部エネルギーの変化 ΔU は，【 23 】[J]となることがわかる。

＜解＞【 23 】④

単原子分子理想気体の内部エネルギー公式より、

$$\Delta U = \frac{3}{2}nR(T_2 - T_1) = \cdots$$

$$= \frac{3}{2}\{(P_0S + mg)h + kLh + kh^2\}$$

第3問 問5

以上の結果より，状態1から2への状態変化において気体がヒーターから吸収した熱量は，熱力学第一法則より，Q =【 24 】[J]となることがわかる。

第3問 問5

以上の結果より，状態1から2への状態変化において気体がヒーターから吸収した熱量は，熱力学第一法則より，Q =【 24 】[J]となることがわかる。

＜解＞【 24 】⑧

熱力学第一法則より、

$$Q = \Delta U + W$$

$$= \left[\frac{3}{2}\{(P_0S + mg)h + kLh + kh^2\}\right] + \left\{(P_0S + mg)h + \frac{1}{2}kh^2\right\}$$

$$= \frac{5}{2}(P_0S + mg)h + \frac{3}{2}kLh + 2kh^2$$

まとめ

龍谷大学入試 傾向と対策

まとめ

龍谷大学の物理は，**受験生が教科書記載の物理現象を知った上で，その理由・根拠に関心をもち，探求したかを試す**のに適切な問題となっています。高校生レベルを逸脱した高度な背景知識を必要とする問題は問われませんが，**理論や公式をただ覚えただけでは不十分**です。**過去問演習**を通じて自分の知識に不足がないかを確認しつつ，理解が不十分な点は，時に教科書に立ち返り，「なぜそうなるのか」を考えるようにしましょう。

龍谷大学入試 傾向と対策

現役生対象 大学受験指導
edu-pj 研伸館