英語（３教科型選抜）　２月９日 実施分

●工学部（電子情報工学科／電気工学科）
●情報工学部（情報工学科／情報通信工学科）

1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
3	1	3	2	1	4	2	3	4	2

2

11	12	13	14	15	16	17
2	2	3	2	1	3	3

3

18	19	20	21	22	23	24
1	3	3	1	4	2	1

4

	25	26	27	28	29
設問1	3	2	3	2	4

	30
設問2	2

	31
設問3	1

	32
設問4	3

	33
設問5	4

5

	34	35
設問1	1	2

	36
設問2	4

	37
設問3	3

	38	39	40	41
設問4	3	4	3	1

	42
設問5	4

英語（３教科型選抜）　２月10日 実施分

●工学部（生命環境化学科／知能機械工学科）
●情報工学部（情報システム工学科／情報マネジメント学科）
●社会環境学部（社会環境学科）

1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	2	4	1	1	2	4	1	3	2

2

11	12	13	14	15	16	17
1	4	2	4	1	1	1

3

18	19	20	21	22	23	24
2	2	3	4	3	4	1

4

	25	26	27	28	29
設問1	3	3	3	1	4

	30
設問2	2

	31
設問3	4

	32
設問4	1

	33
設問5	2

5

	34
設問1	2

	35
設問2	3

	36
設問3	3

	37
設問4	2

	38	39	40	41
設問5	1	4	4	3

	42
設問6	2

物理（３教科型選抜）　２月９日 実施分

●工学部（電子情報工学科／電気工学科）
●情報工学部（情報工学科／情報通信工学科）

1

(1) 答

$$mgh$$

(2) 答

$$\frac{mv_0^2}{2}$$

(3) 計算

糸が鉛直であるときの小球の位置と、最も高い位置との高さの差をＨとすると、力学的エネルギーの保存則より $\frac{mv_0^2}{2} = mgH$ 。これより $H = \frac{v_0^2}{2g}$，床からの高さを加えて $h + \frac{v_0^2}{2g}$ となる。

答

$$h + \frac{v_0^2}{2g}$$

(4) 計算

糸が小球を引く力の大きさをＳとおくと、小球の運動方程式の鉛直方向成分は $0 = S\cos\theta - mg$。これよりＳについて解いて解を得る。

答

$$\frac{mg}{\cos\theta}$$

(5) 計算

角速度の大きさを ω とすると、小球の運動方程式の水平成分の式は $m\ell\sin\theta\,\omega^2 = S\sin\theta$ 。

これより $\omega^2 = \frac{S}{m\ell} = \frac{g}{\ell\cos\theta}$。

これより周期は $T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi\sqrt{\frac{\ell\cos\theta}{g}}$

答

$$2\pi\sqrt{\frac{\ell\cos\theta}{g}}$$

(6) 計算

(5)で計算した角速度 ω を用いると、小球の速さは

$v = \ell\sin\theta\omega = \sqrt{\frac{\ell g(\sin\theta)^2}{\cos\theta}}$。

答

$$\sqrt{\frac{\ell g(\sin\theta)^2}{\cos\theta}}$$

(7) 計算

糸が切れた後の小球の鉛直方向の運動は、初速が０の重力場中の自由落下運動となる。円軌道の床からの距離は $\ell(2-\cos\theta) = \frac{3\ell}{2}$ なので、落下するのに要する時間をＴとすると、自由落下の式より $0 = -\frac{gT^2}{2} + \frac{3\ell}{2}$。これをＴについて解いて解をえる。

答

$$\sqrt{\frac{3\ell}{g}}$$

(8) 計算

糸が切れた時、糸の上端を通る鉛直線から小球までの距離は$\ell\dfrac{\sqrt{3}}{2}$。また、糸が切れてから小球が床に落下する間の変位の水平成分の大きさは

$v_0T=\sqrt{\dfrac{3\ell g}{2}}\times\sqrt{\dfrac{3\ell}{g}}=\dfrac{3}{\sqrt{2}}\ell$である。この2つは直交するので、落下点の点Oからの距離は、

$\ell\sqrt{\dfrac{3}{4}+\dfrac{9}{2}}=\dfrac{\sqrt{21}}{2}\ell$となる。

答

$$\frac{\sqrt{21}}{2}\ell$$

2

(1) 答

$$qvB$$

(2) 答

$$0$$

(3) 計算

半径rの円周の長さは$2\pi r$である。この距離を一定の速度vで運動するので、円を1周するのに要する時間、すなわち円運動の周期は次式となる。

$$2\pi r\div v=\frac{2\pi r}{v}$$

答

$$\frac{2\pi r}{v}$$

(4) 計算

問題文と問(1)、(2)の結果より、イオンは大きさqvBの向心力を受けて一定の速さvで時計回りに半径rの等速円運動をする。

イオンの質量をmとおくと、運動方程式は次式となる。

$$m\frac{v^2}{r}=qvB$$

ゆえに、

$$m=\frac{rqB}{v}$$

答

$$\frac{qrB}{v}$$

(5) 計算

$x\geqq 0$の領域において、イオンは大きさ$2qvB$のローレンツ力を受けて等速円運動をする。

イオンの質量をm、円運動の半径をRとおくと、運動方程式より

$$R=\frac{mv}{2qB}$$

mの値に問(4)の結果を用いると、

$$R=\frac{r}{2}$$

答

$$\frac{r}{2}$$

(6) 計算

$x\geqq 0$の領域におけるイオンの円運動の周期は、問(5)の結果と問(3)の考え方に基づくと次式となる。

$$\pi r\div v=\frac{\pi r}{v}$$

イオンがつぎにy軸上をx軸正の向きに横切るまでの間、周期$\dfrac{\pi r}{v}$の円運動と周期$\dfrac{2\pi r}{v}$の円運動をそれぞれ半周分行うので、

$$T_0=\frac{1}{2}\cdot\frac{\pi r}{v}+\frac{1}{2}\cdot\frac{2\pi r}{v}=\frac{3\pi r}{2v}$$

答

$$\frac{3\pi r}{2v}$$

(7) 計算

問(6)の時刻におけるイオンの位置は、$(0, 2r)$である。

磁束密度が変化する間、イオンは$x\geqq 0$の領域を時計回りに円運動し、y軸負の向きの速さvで点Pを通過する。

イオンを点Pからy軸負の向きに速さvで入射し、円運動により点Qに至るためには、反時計回りに半径rの円運動をすればよい。これを満足するためには、z軸負の向きに大きさBの磁束密度が必要である。

答	答
(カ)	B

(8) 計算

$x<0$の領域における円運動の周期は、問(6)と同様に次式となる。

$$\frac{\pi r}{v}$$

問(7)の議論を踏まえると、イオンは点Qに至るまでの間、時刻T_0からさらに周期$\dfrac{\pi r}{v}$の円運動を半周分と周期$\dfrac{2\pi r}{v}$の円運動を$\dfrac{1}{4}$周分行うので、

$$\frac{1}{2}\cdot\frac{\pi r}{v}+\frac{1}{4}\cdot\frac{2\pi r}{v}=\frac{\pi r}{v}$$

答

$$\frac{\pi r}{v}$$

3

(1) 答

$$-v_x$$

衝突前	衝突後
(ア)	(イ)

(3) 答

(エ)

(4) 答

(ウ)

(5) 計算

距離$2L$をその方向の速度v_xで進むので、時間は$\dfrac{2L}{v_x}$となる。

答

$$\frac{2L}{v_x}$$

(6) 計算

1回あたり時間$\dfrac{2L}{v_x}$かかるので、時間tの間の衝突回数は

$$\frac{t}{\frac{2L}{v_x}}=\frac{v_xt}{2L}$$

1回の衝突で$2mv_x$の力積を受けるから、tの間の力積は

$$2mv_x\cdot\frac{v_xt}{2L}=\frac{mv_x^2}{L}t$$

定義から、平均の力はこの力積を時間tで割ることで得られ、

$$\overline{f}=\frac{mv_x^2}{L}t\cdot\frac{1}{t}=\frac{mv_x^2}{L}$$

となる。

答

$$\overline{f}=\frac{mv_x^2}{L}$$

(7) 計算

圧力は単位面積当たりの力だから、

$$p=\frac{\overline{f}N}{S}=\frac{m\overline{v_x^2}}{L}\cdot\frac{N}{S}=\frac{Nm\overline{v_x^2}}{LS}$$

答

$$p=\frac{Nm\overline{v_x^2}}{LS}$$

(8) 答

$$\frac{1}{3}$$

(9) 計算

$p=\frac{Nm\overline{v_x^2}}{LS}$ に $\overline{v_x^2}=\frac{1}{3}\overline{v^2}$ を代入すると

$$p\cdot LS=N\frac{m\overline{v^2}}{3}$$

理想気体の状態方程式 $p\cdot LS=\frac{N}{N_A}RT$ と比較すると、

$$\frac{N}{N_A}RT=N\frac{m\overline{v^2}}{3}$$

$$T=\frac{N_A m\overline{v^2}}{3R}$$

答

$$T=\frac{N_A m\overline{v^2}}{3R}$$

(10) 計算

$$N_A m=30\ \mathrm{g/mol}$$

$$\overline{v^2}=\frac{3RT}{N_A m}=\frac{3\cdot 8\ \mathrm{J/(mol\cdot K)}\cdot 300\ \mathrm{K}}{30\ \mathrm{g/mol}}$$

$$=\frac{30\cdot 8\ \mathrm{kg\cdot m/s^2\cdot m}}{1\ \mathrm{g}}=24\times10^4\ \mathrm{m^2/s^2}$$

$$\sqrt{\overline{v^2}}=\sqrt{24\times10^4\ \mathrm{m^2/s^2}}=2\sqrt{6}\times10^2\ \mathrm{m/s}$$

$$\approx 5\times10^2\ \mathrm{m/s}$$

答

$$5\times10^2\ \mathrm{m/s}$$

物理（3教科型選抜）　2月10日 実施分

●工学部（生命環境化学科／知能機械工学科）

●情報工学部（情報システム工学科／情報マネジメント学科）

1

(1) 答

$$mgh$$

(2) 答

$$\sqrt{2gh}$$

(3) 答

$$mgh+\frac{1}{2}mv_0^2$$

(4) 答

（ア）

(5) 計算

床と接触するときの速さを v_2 とすると、力学的エネルギー保存則より、

$$mgh+\frac{1}{2}mv_0^2=\frac{1}{2}mv_2^2$$

なので、これを解いて $v_2=\sqrt{v_0^2+2gh}$ となる。

答

$$\sqrt{v_0^2+2gh}$$

(6) 答

$$v_0$$

(7) 計算

床との衝突直前の小物体の鉛直方向の速度成分の大きさを v_y とすると、

$$v_2^2=v_0^2+v_y^2$$

が成り立つので $v_y=\sqrt{2gh}$ となり、この e 倍が衝突直後の鉛直方向の速度成分の大きさとなる。

答

$$e\sqrt{2gh}$$

(8) 計算

床との衝突により、小物体の速度の鉛直成分は $-ev_y$ となる。最高到達点の高さを y とすると、力学的エネルギー保存則より、

$$mgy+\frac{1}{2}mv_0^2=\frac{1}{2}m(e^2v_y^2+v_0^2)$$

が成り立つので、

$$y=e^2h$$

となる。

答

$$e^2h$$

(9) 計算

$n+1$ 回目の衝突直前の鉛直方向の速度成分の大きさは、n 回目の衝突直後の鉛直方向の速度成分の大きさと同じである。

小問(7)と(8)と同様に考えると、衝突毎に衝突前の鉛直方向の速度成分は e 倍されるので、5回目の衝突直後の鉛直方向の速度成分の大きさは $e^5\sqrt{2gh}$ である。

一方、水平方向の速度成分は衝突で変化しない。よって、初速度の大きさ v_0 が $e^5\sqrt{2gh}$ と等しければ、5回目の衝突後に45度の方向へ跳ね返される。

答

$$e^5\sqrt{2gh}$$

2

(1)

ab	bc	cd
3［Ω］	2［Ω］	3［Ω］

(2)

点bを基準とした点aの電位 3［V］	$I_{ab}=$ 1［A］
点dを基準とした点cの電位 −3［V］	$I_{cd}=$ −1［A］

(3) 答

$$I_{ab}=\frac{V_a-V_b}{4}$$

$$I_{ac}=\frac{V_a-V_c}{4}$$

$$I_{bc}=\frac{V_b-V_c}{8}$$

(4) 計算

$$I_a=I_{ab}+I_{ac}=\frac{2V_a-V_b-V_c}{4}$$

答 $I_a=\frac{2V_a-V_b-V_c}{4}$

$$I_b=I_{ab}-I_{bc}=\frac{2V_a-3V_b+V_c}{8}$$

答 $I_b=\frac{2V_a-3V_b+V_c}{8}$

$$I_c=I_{ac}+I_{bc}=\frac{2V_a+V_b-3V_c}{8}$$

答 $I_c=\frac{2V_a+V_b-3V_c}{8}$

(5) 答

エ

(6) 答

$I_A = V_A - V_n$　$I_B = \dfrac{V_n - V_B}{2}$　$I_C = \dfrac{V_n - V_C}{2}$

(7) 計算

$I_A - I_B - I_C$

$= V_A - V_n - \dfrac{V_n - V_B}{2} - \dfrac{V_n - V_C}{2}$

$= 0$

$4V_n = 2V_A + V_B + V_C$

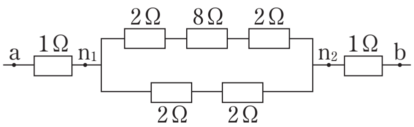
$V_n = \dfrac{2V_A + V_B + V_C}{4}$

答

$$\frac{2V_A + V_B + V_C}{4}$$

(8) 計算

図5の回路は、下の回路とみなすことができる。



n_1、n_2 間の合成抵抗 $R_{n_1 n_2}$ は次のように計算できる。

$$\frac{1}{R_{n_1 n_2}} = \frac{1}{4} + \frac{1}{12} = \frac{1}{3}$$

よって、a、b 間の合成抵抗 R_{ab} は次のように計算できる。

$$R_{ab} = 1 + 3 + 1 = 5$$

答

5［Ω］

3

(1) a　え　b　あ

(2) ① き　② こ　③ さ　④ し　⑤ そ　⑥ ち

(3) 計算

(c)の場合、ガラス板Bと空気層との界面で自由端反射し、空気層とガラス板Aの界面で固定端反射する。そのため、後者では位相が π だけずれる。そのため、この2つの光線の経路差が波長の m 倍となる場合、2つの反射光は打ち消しあって、暗線となる。

(d)の場合は、直接透過する光とガラス板Aで反射した後にガラス板Bで反射する光の2種類ある。空気層とガラス面で位相が π だけずれるが、2回反射するので位相のずれはなくなる。そのため、2つの透過光は強めあって明線となる。

答

な

(4) 計算

$x = \ell$ での空気層の厚さを往復した距離すなわち2倍が経路差である。ここで、空気の屈折率は1であるので、この経路差は光路差と等しい。いま、$x = \ell$ での空気層の厚さは、$\ell \tan\theta \fallingdotseq \ell\theta$ であるので、光路差は $2\ell\theta$

答

経路差 $= 2\ell\theta$

(5) 計算

ガラス板Bと空気層との界面で反射する光と空気層とガラス板Aの界面で反射する光の光路差は、$2x_m\theta$ である。(4)で示したとおり2つの反射光は位相が π だけずれるので、光が強め合う明線の条件は、半波長だけずれ、$2x\theta = m\lambda + \dfrac{\lambda}{2}$ よって $x = \dfrac{\lambda}{2\theta}\left(m + \dfrac{1}{2}\right)$

答

$$\frac{\lambda}{2\theta}\left(m + \frac{1}{2}\right)$$

(6) 計算

(4)より、2つの反射光の経路差は $2\ell\theta$ であり、光路差は、この n_2 倍となる。よって光路差は、$2n_2\ell\theta$

答

光路差 $= 2n_2\ell\theta$

(7) 計算

n_2 がガラス板の屈折率よりも大きくても小さくても、A、Bどちらかの反射面で位相が π だけずれるので、明線の条件は(5)と同様で、$2n_2x\theta = m\lambda + \dfrac{\lambda}{2}$

よって $x = \dfrac{\lambda}{2n_2\theta}\left(m + \dfrac{1}{2}\right)$

答

$$\frac{\lambda}{2n_2\theta}\left(m + \frac{1}{2}\right)$$

(8) 計算

(7)より、明線の位置は $x = \dfrac{\lambda}{2n_2\theta}\left(m + \dfrac{1}{2}\right)$ である。これに $\theta = \dfrac{D}{L}$ を用いると、$x = \dfrac{\lambda L}{2n_2 D}\left(m + \dfrac{1}{2}\right)$ となる。

従って間隔を Δx とすると $m = k$ と $k+1$ $(k = 0, 1, 2\cdots\cdots)$ を用いて次のように示すことができる。

$$\Delta x = \frac{\lambda L}{2n_2 D}\left(k + 1 + \frac{1}{2}\right) - \frac{\lambda L}{2n_2 D}\left(k + \frac{1}{2}\right) = \frac{L\lambda}{2Dn_2}$$

$$\therefore n_2 = \frac{L\lambda}{2D\Delta x}$$

これに各値を代入して

$$n_2 = \frac{1\times10^{-1}\cdot5.32\times10^{-7}}{2\cdot2\times10^{-5}\cdot1\times10^{-3}} = 1.33$$

答

$n_2 = 1.33$