英語（３教科型）　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／システムマネジメント学科）

1

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

2

11	12	13	14	15	16	17
4	1	3	4	2	1	4

3

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

4

設問	25	26	27	28	29
設問1	3	2	1	4	3

設問2	設問3	設問4	設問5
30	31	32	33
3	4	2	3

5

設問1	設問2	設問3	設問4
34	35	36	37
3	3	2	1

設問	38	39	40	41
設問5	3	2	4	3

設問	42
設問6	3

英語（３教科型）　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）
●社会環境学部（社会環境学科）

1

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

2

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

3

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

4

設問	25	26	27	28	29
設問1	4	3	2	3	2

設問2	設問3	設問4	設問5
30	31	32	33
1	1	1	3

5

設問	34	35	36	37	38
設問1	2	4	3	3	2

設問2	設問3	設問4	設問5
39	40	41	42
3	1	4	1

物理（３教科型）　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／システムマネジメント学科）

1

(1) 回転数 n：あ　周期 T：お　速さ v：き

(2) 加速度の大きさ a：く　糸の張力 S：こ

(3) 答

$$kx_0$$

(4) 答

$$(L+x_0)\omega^2$$

(5) 計算

物体に働く力はばねによる力のみで、これが向心力となっている。すなわち、

$kx_0 = m(L+x_0)\omega^2$

$\therefore (k-m\omega^2)x_0 = mL\omega^2$

$\therefore x_0 = \dfrac{mL\omega^2}{k-m\omega^2}$

答

$$\frac{mL\omega^2}{k-m\omega^2}$$

(6) 答

$$ma' = m(L+x)\omega^2 - kx$$

(7) 計算

(6)で示した運動方程式は下記のように変形できる。

$ma' = m(L+x)\omega^2 - kx$

$= -(k-m\omega^2)x + mL\omega^2$

$= -(k-m\omega^2)\left(x - \dfrac{mL\omega^2}{k-m\omega^2}\right)$ …①

この式をばねの運動方程式 $ma' = -K(x-X)$ と対比すると振動中心が $X = \dfrac{mL\omega^2}{k-m\omega^2}$ となって、$K = k-m\omega^2$ となったと読める。角速度は $\sqrt{\dfrac{k}{m}}$ で与えられるので、

$$\omega' = \sqrt{\frac{k}{m}} = \sqrt{\frac{k-m\omega^2}{m}}$$

答

$X = \dfrac{mL\omega^2}{k-m\omega^2}$　　$\omega' = \sqrt{\dfrac{k-m\omega^2}{m}}$

(8) 計算

周期を T とすると $t=0$ で $x=0$, $t=\dfrac{T}{4}$ で $x=X$ であるのでそれぞれ $x-X = A\sin(\omega' t + \delta)$ に代入すると、

$-X = A\sin\delta$ …②

$0 = A\sin\left(\omega'\dfrac{T}{4}+\delta\right) = A\sin\left(\dfrac{2\pi}{T}\dfrac{T}{4}+\delta\right)$

$= A\sin\left(\dfrac{\pi}{2}+\delta\right) = A\cos\delta$ …③

③より $\cos\delta = 0$ で、$\delta = \pm\dfrac{\pi}{2}$ …③'

②に③'を代入して $-X = A\sin\left(\pm\dfrac{\pi}{2}\right) = \pm A$

よって $A = \mp X = \mp\dfrac{mL\omega^2}{k-m\omega^2}$　ここで、$A>0$ より

$A = X = \dfrac{mL\omega^2}{k-m\omega^2}$　これに対応するのは $\delta = -\dfrac{\pi}{2}$

よって単振動の式は、

$x - \dfrac{mL\omega^2}{k-m\omega^2} = \dfrac{mL\omega^2}{k-m\omega^2}\sin\left(\omega' t - \dfrac{\pi}{2}\right)$

このグラフは「い」

答

$A = \dfrac{mL\omega^2}{k-m\omega^2}$　　グラフの記号　い

(9) 計算

(8)より $x = \dfrac{mL\omega^2}{k-m\omega^2}\left\{1+\sin\left(\omega' t - \dfrac{\pi}{2}\right)\right\}$

ここで、$0 \leq 1+\sin\left(\omega' t - \dfrac{\pi}{2}\right) \leq 2$ であるので、

$0 \leq x \leq \dfrac{2mL\omega^2}{k-m\omega^2}$ であり、

$x = \dfrac{2mL\omega^2}{k-m\omega^2}$ が最大値となる。

答

$$\frac{2mL\omega^2}{k-m\omega^2}$$

2

(1) 答

$$V_1 = V_0$$

(2) 答

$$Q_1 = CV_0$$

(3) 答 $Q_2 = 0$ 答 $V_2 = 0$

(4) 答

$$CV_0$$

(5) 計算

スイッチ切り替え直後に孤立部分に存在していた電気量は(4)より，CV_0 である。

孤立部分に存在する電気量は変化しないので，

$CV_0 = CV'_1 + CV'_2$ よって，

$V_0 = V'_1 + V'_2$ ………①

また，キルヒホッフの法則より，

$V_0 + V'_1 - V'_2 = 0$ ……②

①と②より，$V'_1 = 0$，$V'_2 = V_0$

答

$$V'_1 = 0,\ V'_2 = V_0$$

(6) 答 $V_1^{(n)}$:（イ） $V_2^{(n)}$:（エ）

(7) 計算

孤立部分の電荷の保存より，

$CV_1^{(n)} + CV_2^{(n)} = CV'^{(n)}_1 + CV'^{(n)}_2$

(6)より，$V_1^{(n)} = V_0$，$V_2^{(n)} = V'^{(n-1)}_2$

であったから，これらを代入して，

$V_0 + V'^{(n-1)}_2 = V'^{(n)}_1 + V'^{(n)}_2$ ………①

また，キルヒホッフの法則より，

$V_0 + V'^{(n)}_1 - V'^{(n)}_2 = 0$ ……………②

①と②より，$V'^{(n)}_1$ を消去すると

$$V'^{(n)}_2 = \frac{1}{2}V'^{(n-1)}_2 + V_0$$

答

（キ）

(8) 計算

$V'^{(n)}_2 = \frac{1}{2}V'^{(n-1)}_2 + V_0$ において，

$V'^{(n)}_2 = V'^{(n-1)}_2 = v$ とすると，

$v = \frac{1}{2}v + V_0$

これを解けば，$\frac{1}{2}v = V_0$ $v = 2V_0$

答

$$2V_0$$

3

(1) 答

$$v_1 = \frac{c}{n_1}$$

(2) 答

(a)

(3) 答

$$\theta_1 = \frac{\pi}{2} - \theta_0$$

(4) 計算

境界面Sで屈折の法則を用いると $n_2 \sin\theta_2 = n_1 \sin\theta_1$

この式に(3)を代入して

$n_2 \sin\theta_2 = n_1 \sin\left(\frac{\pi}{2} - \theta_0\right)$

$= n_1 \cos\theta_0$

これより解を得る。

答

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{\sin\theta_2}{\cos\theta_0}$$

(5) 計算

点Aから右側の境界面までの距離を L とすると、T_1 は L を $v_1 \sin\theta_1$ で割ることで得られる。同様に T_2 も得られるのでその比をとると、

$$\frac{T_1}{T_2} = \frac{v_2 \sin\theta_2}{v_1 \sin\theta_1}$$

屈折の法則 $\frac{\sin\theta_2}{\sin\theta_1} = \frac{n_1}{n_2}$ 及び屈折率の定義式を代入すると次式を得る。

$$\frac{T_1}{T_2} = \left(\frac{n_1}{n_2}\right)^2$$

答

$$\frac{T_1}{T_2} = \left(\frac{n_1}{n_2}\right)^2$$

(6) 計算

全反射が起こる臨界角は、屈折角が $\pi/2$ になるときの入射角に相当するので、

$$\sqrt{2}\sin\theta_C = \sqrt{\frac{3}{2}}$$

これより解を得る。

答

$$\theta_C = \frac{\pi}{3}$$

(7) 計算

全反射が起こる条件は、境界面Sでの入射角が $\theta_C = \pi/3$ より大きいことである。これより左側の境界面での屈折角は $\theta_0 < \pi/6$ となる。これより屈折の法則を用いると、

$\sin\alpha = n_1 \sin\theta_0$

$< n_1 \sin\frac{\pi}{6} = \frac{1}{\sqrt{2}}$

$0 \leq \alpha < \pi/2$ なので $\alpha < \frac{\pi}{4}$

答

$$\alpha < \frac{\pi}{4}$$

(8) 計算

$\alpha = \frac{\pi}{3}$ のとき左側境界面での屈折角 θ'_0 は屈折の法則より、$\sin\theta'_0 = \frac{\sqrt{6}}{4}$。境界面Sでの屈折角を θ'_2 とすると屈折の法則より

$$\sqrt{2}\sin\left(\frac{\pi}{2} - \theta'_0\right) = \sqrt{\frac{3}{2}}\sin\theta'_2$$

となり、$\sin\theta'_2 = \sqrt{\frac{5}{6}}$。この角度が、ⅡとⅢの境界面での全反射にたいする臨界角より大きな値となるためには、

$$n < \sqrt{\frac{3}{2}}\sin\theta'_2 = \sqrt{\frac{5}{4}} = \frac{\sqrt{5}}{2}$$

答

$$n < \frac{\sqrt{5}}{2}$$

物理（３教科型）　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）

1

(1) 答

mgH

(2) 計算

エネルギー保存則より $\frac{1}{2}mv^2=mgH$ なので、

$v=\pm\sqrt{2gH}$ となる。速さは $\sqrt{2gH}$

答

$\sqrt{2gH}$

(3) 計算

鉛直方向のつり合いの式 $N_1+N_2=mg+Mg$ より、

$(m+M)g$

答

$(m+M)g$

(4) 答

(う)

(5) 計算

問(4)を $N_2=0$ として解くことで、$m=\frac{M}{2}$ と求まる。

答

$\frac{M}{2}$

(6) 計算

２つの重力を床に垂直な方向に分解すると、

$\cos\theta$ がつくので、

$$N_1+N_2=mg\cos\theta+Mg\cos\theta$$
$$=(m+M)g\cos\theta$$

答

$(m+M)g\cos\theta$

(7) 計算

問(4)と同様に N_1 の作用点まわりの力のモーメントを考える。この時、摩擦力は回転に寄与せず、重力によるモーメントは問(4)と同じになる。N_2 によるモーメントは、斜面の長さが $\frac{L}{\cos\theta}$ になることに注意すると、

$N_2\frac{L}{\cos\theta}+mgL=Mg\frac{L}{2}$ となる。

限界質量は $N_2=0$ より、$m=\frac{M}{2}$ と求まる。

答

$\frac{M}{2}$

(8) 計算

前問と同様、摩擦力は回転に寄与しないが、重力によるモーメントについて作図して求めるか、あるいは力を分解して求める必要がある。後者の方法では、床に垂直な方向の重力成分はこれまでと同様になる。一方、床に平行な方向の重力は長さがともに H となる。よって、

$N_2L+mg\cos\theta L+Mg\sin\theta H+mg\sin\theta H$

$=Mg\cos\theta\frac{L}{2}$ となる。

これを $N_2=0$ とすると、

$m\cos\theta L+m\sin\theta H=M\cos\theta\frac{L}{2}-M\sin\theta H$ より、

$m=\frac{M}{2}\frac{L\cos\theta-2H\sin\theta}{L\cos\theta+H\sin\theta}$ となる。

答

$\frac{M}{2}\frac{L\cos\theta-2H\sin\theta}{L\cos\theta+H\sin\theta}$

2

(1) 答

(あ)

(2) 答

(う)

(3) 答

(あ)

(4) 答

(い)

(5) 計算

運動方程式 $m\vec{a}=\vec{F}$ において、

$$a=\frac{v_0^2}{r},\ F=qv_0B$$

であるので、

$$m\frac{v_0^2}{r}=qv_0B$$

を解いて

$$r=\frac{mv_0}{qB}$$

が求まる。

答

$\frac{mv_0}{qB}$

(6) 計算

円軌道を一周する時間を T とすると、円周の長さは

$$v_0T$$

及び

$$2\pi r=\frac{2\pi mv_0}{qB}$$

と表されるので、これが等しいことから

$$\frac{2\pi mv_0}{qB}=v_0T\rightarrow T=\frac{2\pi m}{qB}$$

となり、この半分が答えとなる。

答

$\frac{\pi m}{qB}$

(7) 答

(う)

(8) 答

qEd

(9) 計算

運動エネルギーの差が粒子のされた仕事と等しいので、開口部での速さを v とすると、

$$\frac{1}{2}mv^2=qEd$$

となり、これを解いて

$$v=\sqrt{\frac{2qEd}{m}}$$

となる。

答

$\sqrt{\frac{2qEd}{m}}$

(10) 計算

問(5)より、粒子 1，2 の円軌道の半径は、それぞれ

$$r_1=\frac{m_1v_1}{qB}=\frac{\sqrt{2Edm_1}}{\sqrt{q}B},$$

$$r_2=\frac{m_2v_2}{qB}=\frac{\sqrt{2Edm_2}}{\sqrt{q}B}$$

となる。この比を取って

$$\frac{r_1}{r_2}=\sqrt{\frac{m_1}{m_2}}$$

となる。

答

$\frac{r_1}{r_2}=\sqrt{\frac{m_1}{m_2}}$

3

(1) 計算

$\Delta V = S\ell = 1.0\times10^{-3}$

$V_1 = V_0 + \Delta V$

$= 7.0\times10^{-3}$

答

7.0×10^{-3} m^3

(2) 答

$P_1S = k\ell + P_0S$

(3) 計算

(2)より

$P_1 = \dfrac{k\ell}{S} + P_0$

$= \dfrac{5.0\times10^2\cdot0.2}{5.0\times10^{-3}} + 1.0\times10^5$

$= 1.2\times10^5$

答

1.2×10^5 Pa

(4) 計算

$\dfrac{P_0V_0}{T_0} = \dfrac{P_1V_1}{T_1}$ より

$T_1 = \dfrac{P_1V_1}{P_0V_0}T_0$

$= 4.2\times10^2$

答

4.2×10^2 K

(5) 答

①

(6) 計算

$(P_1+P_0)(V_1-V_0)\times\dfrac{1}{2}$

$= (1.2\times10^5 + 1.0\times10^5)(7.0\times10^{-3} - 6.0\times10^{-3})\times\dfrac{1}{2}$

$= (2.2\times10^5)\times(1.0\times10^{-3})\times\dfrac{1}{2}$

$= 1.1\times10^2$

答

②

(7) 計算

$U = \dfrac{3}{2}PV$ より

$U_{はじめ} = \dfrac{3}{2}P_0V_0$

$= 9.0\times10^2$

答

⑤

(8) 計算

$U_{あと} = \dfrac{3}{2}P_1V_1$

$= 12.6\times10^2$

(7)より

$\Delta U = U_{あと} - U_{はじめ}$

$= 3.6\times10^2$

答

①

(9) 計算

$Q = \Delta U + W$ より

(6)(8)より

$Q = 4.7\times10^2$

答

③

化学（3教科型）　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／システムマネジメント学科）

1

問1

①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨
ウ	キ	コ	オ	サ	シ	エ	セ	チ

問2

(1)	(2)	(3)	(4)
イ	4	12	配位数

(5)	(6)
2.82 または 2.83 または 2.84	ウ

(7)
$\dfrac{4M}{a^3N}$ g/cm^3

2

文章番号	1	2	3	4
間違いの記号	b	c	c	c
正しい語句または化学式	Ag_2O	溶解する	溶解しない	溶解する
文章番号	5	6	7	8
間違いの記号	c	c	b	a
正しい語句または化学式	黒色	黒色	中性または塩基性	還元
文章番号	9	10		
間違いの記号	c	c		
正しい語句または化学式	緑色	褐色		

3

問1

①	②	③	④	⑤
オ	ス	サ	キ	ア

問2

1)	2.0×10^{-1} mol/L		
2)	$[H^+]$	$[OH^-]$	pH
	2.0×10^{-3} mol/L	5.0×10^{-12} mol/L	2.7
3)	12 or 1.2×10^{1} mL	4) イ	5) ア

4

問1　1.1 g

問2　5.4×10^4 Pa

問3

容器内の水の質量	容器内の圧力
1.6 g	2.0×10^4 Pa

問4

窒素分圧	全圧
6.6×10^4 Pa	8.6×10^4 Pa

5

問1

加えた水溶液＼化合物	アニリン	ニトロベンゼン	安息香酸
希塩酸	水層	有機層	有機層
水酸化ナトリウム	有機層	有機層	水層

問2

水層①	有機層②	水層③	有機層④
B	A、C	A	C