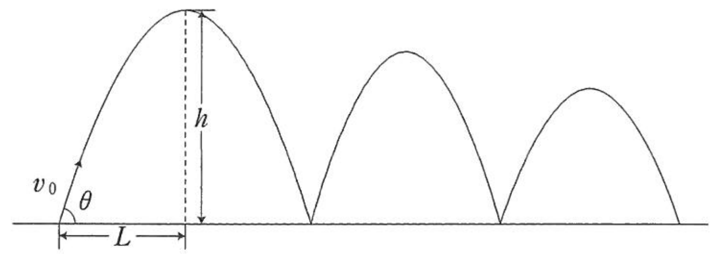
近畿後期 2010

# 物　　理

**以下の $\boxed{\ 1\ }$ から $\boxed{\ 26\ }$ にあてはまる答えを各解答群から１つ選び，解答用紙（マークシート）にマークせよ。ただし，同じ答えをくり返し用いてもよい。数値を選ぶ場合はもっとも近い値を選ぶものとする。**

Ⅰ　図のように，なめらかで水平な床のある地点から，水平と角度 $\theta$ をなす斜め上方に速さ $v_0$ で打ち出した小球が，床と衝突をくり返しながら運動する。空気の抵抗は無視できるものとし，重力加速度の大きさを $g$，小球と床とのはねかえり係数（反発係数）を $e(<1)$ とする。以下の問いに答えよ。




小球が最初に最高点に達したときの高さは $h$ であった。このことから，角度 $\theta$ は $\sin\theta=\boxed{\ 1\ }$ で与えられる。それまでに小球が水平に移動した距離は $L=\boxed{\ 2\ }$ であり，小球の水平方向の速さは $\boxed{\ 3\ }$ である。小球が最初に床と衝突する直前の鉛直下方の速さは $\boxed{\ 4\ }$ であり，衝突直後の鉛直上方の速さは $\boxed{\ 5\ }$ となる。１回目の衝突後に小球があがる高さは $\boxed{\ 6\ }\times h$ で与えられ，２回目の衝突後にあがる高さは $\boxed{\ 7\ }\times h$ である。小球が２回目の衝突までに水平に移動した距離は $\boxed{\ 8\ }\times L$ で与えられる。衝突を何度もくり返し，ある時間がたつと，小球はすべり出した。小球がすべり出すまでに移動した水平距離は $\boxed{\ 9\ }\times L$ で与えられる。ただし必要なら，$|r|<1$ のときに成り立つ和の公式

$$1+r+r^2+r^3+\cdots\cdots=\frac{1}{1-r}$$

を用いてよい。



◇M57(819—1535)

$\boxed{\quad 1 \quad}$ の解答群

① $\dfrac{gh}{v_0}$　② $\dfrac{2gh}{v_0}$　③ $\dfrac{gh}{v_0{}^2}$　④ $\dfrac{2gh}{v_0{}^2}$

⑤ $\sqrt{\dfrac{gh}{v_0}}$　⑥ $\sqrt{\dfrac{2gh}{v_0}}$　⑦ $\sqrt{\dfrac{gh}{v_0{}^2}}$　⑧ $\sqrt{\dfrac{2gh}{v_0{}^2}}$

$\boxed{\quad 2 \quad}$ の解答群

① $\sqrt{\dfrac{h}{g}}v_0$　② $\sqrt{\dfrac{2h}{g}}v_0$　③ $\sqrt{\dfrac{h}{g}(v_0{}^2-gh)}$

④ $\sqrt{\dfrac{2h}{g}(v_0{}^2-gh)}$　⑤ $\sqrt{\dfrac{2h}{g}(v_0{}^2-2gh)}$　⑥ $\sqrt{\dfrac{4h}{g}(v_0{}^2-4gh)}$

$\boxed{\quad 3 \quad}$ , $\boxed{\quad 4 \quad}$ の解答群

① $\dfrac{v_0}{2}$　② $v_0$　③ $\sqrt{2gh}$

④ $2\sqrt{gh}$　⑤ $\sqrt{v_0{}^2-gh}$　⑥ $\sqrt{v_0{}^2-2gh}$

⑦ $\sqrt{v_0{}^2-4gh}$　⑧ $\sqrt{2v_0{}^2-gh}$　⑨ $\sqrt{2v_0{}^2-2gh}$

$\boxed{\quad 5 \quad}$ の解答群

① $\dfrac{ev_0}{2}$　② $ev_0$　③ $e\sqrt{2gh}$

④ $2e\sqrt{gh}$　⑤ $e\sqrt{v_0{}^2-gh}$　⑥ $e\sqrt{v_0{}^2-2gh}$

⑦ $e\sqrt{v_0{}^2-4gh}$　⑧ $e\sqrt{2v_0{}^2-gh}$　⑨ $e\sqrt{2v_0{}^2-2gh}$

$\boxed{\quad 6 \quad}$ , $\boxed{\quad 7 \quad}$ の解答群

① $\dfrac{1}{2}e$　② $e$　③ $2e$　④ $\dfrac{1}{2}e^2$　⑤ $e^2$　⑥ $2e^2$

⑦ $\dfrac{1}{2}e^3$　⑧ $e^3$　⑨ $2e^3$　⓪ $\dfrac{1}{2}e^4$　ⓐ $e^4$　ⓑ $2e^4$

$\boxed{\quad 8 \quad}$ の解答群

① $2$　② $4$　③ $(1-e)$　④ $2(1-e)$

⑤ $(1+e)$　⑥ $2(1+e)$　⑦ $(1-e^2)$　⑧ $2(1-e^2)$

⑨ $(1+e^2)$　⓪ $2(1+e^2)$



◇M57(819—1536)

$\boxed{\quad 9 \quad}$ の解答群

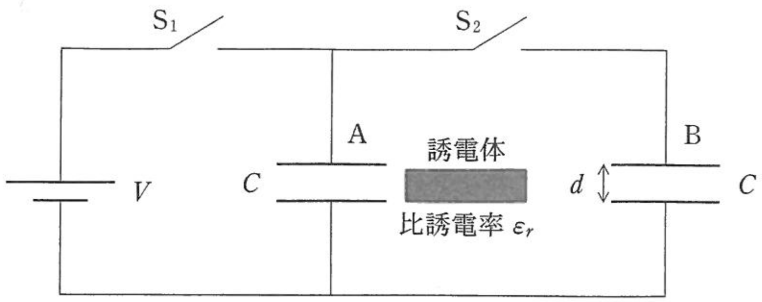
① $\dfrac{1}{1-e}$　② $\dfrac{1+e}{1-e}$　③ $\dfrac{2}{1-e}$　④ $\dfrac{2(1+e)}{1-e}$

⑤ $\dfrac{1}{1-e^2}$　⑥ $\dfrac{1+e^2}{1-e^2}$　⑦ $\dfrac{2}{1-e^2}$　⑧ $\dfrac{2(1+e^2)}{1-e^2}$



◇M57(819—1537)

Ⅱ　極板の間隔が $d$〔m〕，電気容量がいずれも $C$〔F〕の平行板コンデンサーA，Bと2つのスイッチ $S_1$，$S_2$ に内部抵抗の無視できる起電力 $V$〔V〕の電池を図のように接続した回路がある。はじめ，2つのスイッチを開いた状態で，A，Bのコンデンサーには電荷はないものとする。以下の問いに答えよ。




まず，コンデンサーAに誘電体を挿入しない状態で，スイッチ $S_2$ を開いたまま $S_1$ を閉じ，十分時間が経過したのちのコンデンサーAの極板上の電気量は $\boxed{\ 10\ }$ $\times CV$〔C〕である。スイッチ $S_2$ を開いたまま，$S_1$ を開き，コンデンサーAに比誘電率 $\varepsilon_r(>1)$ の誘電体をすきまなく極板間に挿入した。このときコンデンサーAの極板間の電位差は $\boxed{\ 11\ }$ $\times V$〔V〕となる。再びスイッチ $S_1$ を閉じるとコンデンサーAの極板上には電池より $\boxed{\ 12\ }$ $\times CV$〔C〕の電気量が供給された。

その後，スイッチ $S_1$ を開き，$S_2$ を閉じて十分時間が経過した。このときのコンデンサーの極板間の電位差はいずれも $\boxed{\ 13\ }$ $\times V$〔V〕となる。ここでスイッチ $S_1$ を再び閉じると，電池からコンデンサーA，Bに合計 $\boxed{\ 14\ }$ $\times CV$〔C〕の電気量が供給された。そのときコンデンサーBの持つ静電エネルギーは $\boxed{\ 15\ }$〔J〕である。

この状態からスイッチ $S_1$ とスイッチ $S_2$ を開き，コンデンサーBの極板の間隔を $d$〔m〕から静かに $\Delta d$〔m〕だけ広げた。このとき極板間の電位差は $\boxed{\ 16\ }$ $\times V$〔V〕となり，コンデンサーBにたくわえられている静電エネルギーは $\boxed{\ 17\ }$ $\times CV^2$〔J〕だけ増加した。これは極板を広げるために外から加えた力がした仕事と等しいと考えられるので，極板に働いている力は $\boxed{\ 18\ }$〔N〕となる。



$\boxed{\ 10\ }$，$\boxed{\ 11\ }$，$\boxed{\ 12\ }$，$\boxed{\ 13\ }$，$\boxed{\ 14\ }$ の解答群

① $\dfrac{1}{2}$　② $1$　③ $2$　④ $\varepsilon_r$

⑤ $\dfrac{1}{\varepsilon_r}$　⑥ $(\varepsilon_r+1)$　⑦ $(\varepsilon_r-1)$　⑧ $\dfrac{1}{\varepsilon_r+1}$

⑨ $\dfrac{1}{\varepsilon_r-1}$　⓪ $\dfrac{\varepsilon_r}{\varepsilon_r+1}$　ⓐ $\dfrac{\varepsilon_r}{\varepsilon_r-1}$　ⓑ $\dfrac{\varepsilon_r+1}{\varepsilon_r}$

ⓒ $\dfrac{\varepsilon_r-1}{\varepsilon_r}$

$\boxed{\ 15\ }$ の解答群

① $\dfrac{1}{2}(\varepsilon_r-1)CV^2$　② $(\varepsilon_r-1)CV^2$　③ $2(\varepsilon_r-1)CV^2$

④ $\dfrac{1}{2}CV^2$　⑤ $CV^2$　⑥ $2CV^2$

⑦ $\dfrac{1}{2}(\varepsilon_r+1)CV^2$　⑧ $(\varepsilon_r+1)CV^2$　⑨ $2(\varepsilon_r+1)CV^2$

$\boxed{\ 16\ }$，$\boxed{\ 17\ }$ の解答群

① $\dfrac{d}{2(d+\Delta d)}$　② $\dfrac{d}{d+\Delta d}$　③ $\dfrac{\Delta d}{2(d+\Delta d)}$

④ $\dfrac{\Delta d}{d+\Delta d}$　⑤ $\dfrac{1}{2}\left(1+\dfrac{d}{\Delta d}\right)$　⑥ $\left(1+\dfrac{d}{\Delta d}\right)$

⑦ $\dfrac{1}{2}\left(1+\dfrac{\Delta d}{d}\right)$　⑧ $\left(1+\dfrac{\Delta d}{d}\right)$　⑨ $\dfrac{d}{2\Delta d}$

⓪ $\dfrac{d}{\Delta d}$　ⓐ $\dfrac{\Delta d}{2d}$　ⓑ $\dfrac{\Delta d}{d}$

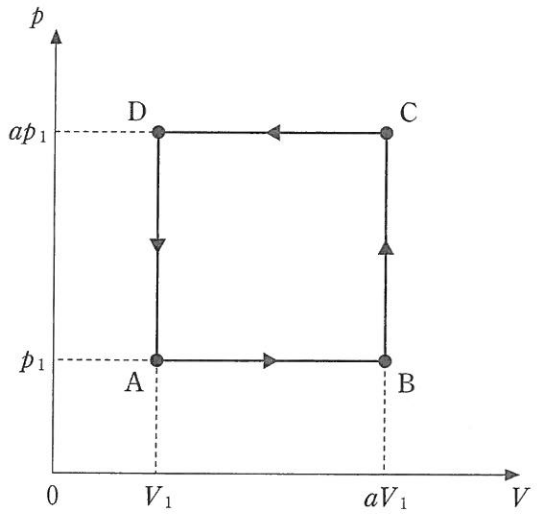
$\boxed{\ 18\ }$ の解答群

① $\dfrac{CV^2}{2(d+\Delta d)}$　② $\dfrac{CV^2}{d+\Delta d}$　③ $\dfrac{2CV^2}{d+\Delta d}$

④ $\dfrac{CV^2}{2d}$　⑤ $\dfrac{CV^2}{d}$　⑥ $\dfrac{2CV^2}{d}$

⑦ $\dfrac{CV^2}{2}(d+\Delta d)$　⑧ $CV^2(1+\Delta d)$　⑨ $2CV^2(d+\Delta d)$

Ⅲ　図のように定積変化と定圧変化を利用して，$n$〔mol〕の単原子分子の理想気体の状態をA→B→C→D→Aの順に変化させた。ただし，$p_1$〔Pa〕は圧力，$V_1$〔$\mathrm{m}^3$〕は体積，定数$a$は$a>1$である。定積モル比熱を$C_v$〔J/mol･K〕，定圧モル比熱を$C_p$〔J/mol･K〕，気体定数を$R$〔J/mol･K〕として，以下の問いに答えよ。




(1)　状態Aの温度を$T_1$〔K〕，状態Bの温度を$T_2$〔K〕，状態Cの温度を$T_3$〔K〕としたとき，$T_2=$ $\boxed{19}$ $\times T_1$，$T_3=$ $\boxed{20}$ $\times T_1$が成り立つ。

$\boxed{19}$，$\boxed{20}$ の解答群

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

(2)　状態Aから状態Bまで気体が外部にした仕事$W_1$〔J〕は，$W_1=$ $\boxed{21}$ $\times p_1V_1$である。一方，状態Cから状態Dまで気体は外部から仕事$W_2$〔J〕を受け取る。したがって，A→B→C→D→Aの1サイクルで外部から気体がされた仕事$W$〔J〕は，$W=W_2-W_1=$ $\boxed{22}$ $\times p_1V_1$である。

$\boxed{21}$，$\boxed{22}$ の解答群

① 1　② $a$　③ $(a-1)$　④ $(a+1)$
⑤ $a^2$　⑥ $(a^2-1)$　⑦ $a(a-1)$　⑧ $(a-1)^2$



(3)　状態Aから状態Bまで気体が吸収した熱量$Q_1$〔J〕は，$Q_1=$ $\boxed{23}$ であり，状態Bから状態Cまで気体が吸収した熱量$Q_2$〔J〕は，$Q_2=$ $\boxed{24}$ である。一方，C→D→Aの過程で気体は熱量$Q_3$〔J〕を放出した。したがって，1サイクルで気体が放出する熱量$Q$〔J〕は，$Q=Q_3-(Q_1+Q_2)=$ $\boxed{25}$ である。

$\boxed{23}$，$\boxed{24}$ の解答群

① $nC_vT_1$　② $anC_vT_1$　③ $(a-1)nC_vT_1$
④ $(a+1)nC_vT_1$　⑤ $a^2nC_vT_1$　⑥ $(a^2-1)nC_vT_1$
⑦ $a(a-1)nC_vT_1$　⑧ $(a-1)^2nC_vT_1$　⑨ $nC_pT_1$
⓪ $anC_pT_1$　ⓐ $(a-1)nC_pT_1$　ⓑ $(a+1)nC_pT_1$
ⓒ $a^2nC_pT_1$　ⓓ $(a^2-1)nC_pT_1$　ⓔ $a(a-1)nC_pT_1$
ⓕ $(a-1)^2nC_pT_1$

$\boxed{25}$ の解答群

① $(a-1)^2C_vnT_1$　② $(a-1)^2C_pnT_1$
③ $(a^2-1)(C_p+C_v)nT_1$　④ $(a^2-1)(C_p-C_v)nT_1$
⑤ $(a^2-1)(C_v-C_p)nT_1$　⑥ $(a-1)^2(C_p+C_v)nT_1$
⑦ $(a-1)^2(C_p-C_v)nT_1$　⑧ $(a-1)^2(C_v-C_p)nT_1$

(4)　1サイクルを終えた後の状態Aの内部エネルギーに変化はないので，すでに求めた$W$と$Q$より $\boxed{26}$ という関係を得る。

$\boxed{26}$ の解答群

① $C_v=R$　② $C_p=R$　③ $C_p+C_v=R$
④ $C_p-C_v=R$　⑤ $C_v-C_p=R$　⑥ $C_p+C_v=\frac{3}{2}R$
⑦ $C_p-C_v=\frac{3}{2}R$　⑧ $C_v-C_p=\frac{3}{2}R$